



# Innovación sustentable: espacios para mejorar la competitividad de las pymes argentinas

Sebastián Rovira  
Cecilia Hiriart  
Editores



NACIONES UNIDAS



cooperación  
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

# Innovación sustentable: espacios para mejorar la competitividad de las pymes argentinas

Sebastián Rovira  
Cecilia Hiriart  
Editores



Esta publicación fue preparada por los siguientes funcionarios de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): Sebastián Rovira, Oficial de Asuntos Económicos, y Stephany Scotto, Asistente de Investigación; y de la Unión Industrial Argentina (UIA), Cecilia Hiriart, Jefa del Departamento de Medioambiente. Los estudios sectoriales fueron elaborados por los consultores nacionales Gustavo Baruj, Maurizio Maleddu y Jorge Micolaucich. También se contó con los aportes de Rodolfo Lauterbach y Julio Parra.

Este documento ha sido realizado con el apoyo financiero del proyecto “Innovación en el contexto del cambio climático: Fomento de las pymes”, ejecutado por la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL, en conjunto con la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ).

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la organización.

## Índice

Prólogo .....	9
I. Innovación sustentable y desarrollo productivo: una nota introductoria <i>Sebastián Rovira y Stephany Scottó</i> .....	11
A. Introducción .....	11
B. América Latina y el Caribe ante los desafíos y oportunidades de desarrollo sustentable .....	13
1. La importancia de las tres dimensiones del desarrollo sustentable.....	13
2. Desarrollo sustentable y la agenda de desarrollo después de 2015 .....	15
3. El por qué de las políticas de desarrollo sustentable .....	15
C. Protección medioambiental y desarrollo industrial.....	16
1. Sustentabilidad y estrategias de negocio.....	17
2. La relevancia de la innovación sustentable y los principales desafíos de las empresas de menor tamaño.....	18
3. Enfoques para el análisis de la relación entre economía, tecnología y medioambiente .....	21
4. Oportunidades de mejora de la competitividad de las pymes argentinas a través de la innovación sustentable: enseñanzas de estudios de caso .....	26
D. Reflexiones y conclusiones finales .....	26
Bibliografía .....	28
II. Oportunidad de mejoras en la competitividad industrial a través de la innovación sustentable. Análisis del sector alimenticio <i>Jorge Micolaucich</i> .....	29
A. Resumen .....	29
B. Introducción .....	30
C. Perfil sectorial.....	31
1. Contexto internacional.....	33
D. El sector alimenticio en la Argentina .....	42
1. Exportaciones del sector alimenticio .....	44
2. Cadena productiva del sector alimenticio.....	45
3. Sector bovino.....	46
4. Sector aviar .....	48
5. Sector vitivinícola.....	54

E.	Innovación sustentable en el sector de alimentos: importancia, marco institucional y casos de éxito en Argentina .....	60
1.	Importancia y marco institucional - Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGyP) .....	61
2.	Casos de éxito .....	64
F.	Casos identificados de innovación sustentable .....	66
1.	Sector bovino .....	67
2.	Sector avícola .....	74
3.	Sector vitivinícola .....	77
4.	Centros de distribución y logística .....	79
G.	Conclusiones .....	81
	Bibliografía .....	82
III.	Oportunidad de mejoras en la competitividad industrial a través de la innovación sustentable en el sector autopartista argentino	
	<i>Jorge Micolaucich</i> .....	85
A.	Resumen .....	85
B.	Introducción .....	86
C.	Perfil sectorial .....	87
1.	Contexto internacional .....	90
2.	Tendencias de la industria automotriz .....	94
D.	El sector automotriz en Argentina .....	100
1.	Producción automotriz argentina .....	101
2.	Sector autopartista .....	104
3.	Cadena productiva del sector automotriz .....	106
E.	Casos identificados de innovación sustentable .....	108
1.	Mejoras en procesos .....	109
F.	Mejoras por disminución del peso de la estructura del vehículo .....	118
1.	A través de la implementación de nuevos materiales y nuevas tecnologías .....	118
2.	Mejoras por la implementación de desarrollos nanotecnológicos .....	120
3.	Disminución del consumo de combustible y energía eléctrica .....	123
4.	Innovaciones en sistemas de seguridad activa, pasiva y elementos de asistencia .....	125
5.	Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC) - Programa de Mejora de la Competitividad (PMC) .....	127
G.	Conclusiones .....	127
	Bibliografía .....	129
IV.	Oportunidades de mejora en la competitividad del sector de madera y muebles argentino a través de la innovación sustentable	
	<i>Maurizio Francesco Maleddu</i> .....	131
A.	Resumen .....	131
B.	Introducción .....	132
C.	Perfil sectorial .....	133
1.	Contexto internacional .....	134
2.	Mercado mundial de muebles .....	137
3.	Contexto del sector en Argentina .....	139
D.	Espacios para la innovación sustentable .....	148
1.	Principales aspectos ambientales en el sector madera y muebles .....	148
E.	Tendencias en la adopción de la innovación sustentable: oportunidades para el sector .....	154
1.	Tendencias en el mercado europeo .....	154
2.	Innovaciones recientes aplicadas al sector .....	155
3.	Algunos casos de innovaciones desarrolladas en el exterior a partir de tecnologías amigables con el medio ambiente .....	162
4.	Estado actual del sector en la Argentina .....	164
E.	Conclusiones .....	173

Bibliografía .....	174
Anexo .....	175
V. Oportunidades de mejora en la competitividad del sector transformador plástico argentino a través de la innovación sustentable	
<i>Gustavo Baruj</i> .....	177
A. Introducción.....	178
B. Perfil sectorial.....	179
1. Contexto internacional.....	179
C. Perspectivas futuras y el desafío medioambiental.....	184
D. La industria transformadora plástica Argentina .....	185
1. La cadena productiva .....	185
2. La industria transformadora.....	189
E. Plásticos, medioambiente y oportunidades de innovación sustentable.....	202
1. Grandes líneas a nivel internacional .....	203
2. Principales tecnologías e innovaciones que impactarán sobre la actividad transformadora del plástico en los próximos años.....	207
3. El enfoque de las 4R (Reducir – Reusar – Reciclar – Recuperar) y el análisis del ciclo de vida (ACV) .....	214
4. La innovación sustentable en la cadena plástica argentina. Ejemplos y oportunidades futuras.....	216
F. Conclusiones y reflexiones finales .....	233
Bibliografía .....	235
Anexo 1 Listado de informantes calificados entrevistados .....	236
Anexo 2 Sistema de codificación de materiales plásticos (basado en IRAM 13700).....	237

## Cuadros

Cuadro 1	Tipos de estrategia ambiental .....	23
Cuadro 2	Producción de azúcar, lácteos y carne bovina en los cuatro principales países productores de ALADI, 2011-2012.....	35
Cuadro 3	Categorías de la industria de alimentos procesados .....	36
Cuadro 4	Participación por categoría acorde a sus ventas en el mercado mundial de la industria de alimentos procesados, 2012.....	37
Cuadro 5	Principales países productores de la industria de alimentos procesados, 2012.....	38
Cuadro 6	Primeros puestos en el ranking mundial de alimentos y bebidas argentinos, 2013 .....	43
Cuadro 7	Segundo a quinto puesto en el ranking mundial de alimentos y bebidas argentinos, 2013 .....	43
Cuadro 8	Exportaciones argentinas industria alimentos y bebidas .....	44
Cuadro 9	Perfil de la industria frigorífica en Argentina.....	47
Cuadro 10	Consumo total de carne aviar por país equivalente res con hueso, 2009 – 2013.....	49
Cuadro 11	Producción total de carne aviar por país equivalente res con hueso, 2009 – 2013 estimado .....	50
Cuadro 12	Establecimientos avícolas según tipo de producción, 2010.....	51
Cuadro 13	Principales países productores de vino.....	54
Cuadro 14	Elaboración total país de vinos y mostos período 2012/2013.....	55
Cuadro 15	Elaboración total país de vinos por color período 2012/2013 .....	55
Cuadro 16	Región centro oeste elaboración de vinos y mostos, 2013.....	56
Cuadro 17	Región centro oeste elaboración de vinos por color, 2013 .....	56
Cuadro 18	Región noroeste elaboración de vinos y mostos, 2013 .....	57
Cuadro 19	Región noroeste elaboración de vinos por color, 2013 .....	57
Cuadro 20	Región sur elaboración de vinos y mostos, 2013 .....	58
Cuadro 21	Región sur elaboración de vinos por color, 2013 .....	58
Cuadro 22	Cantidad promedio de deyecciones producidas por animal/día.....	69

Cuadro 23	Evolución mensual del mercado, 2012-2013-enero/febrero 2014 .....	103
Cuadro 24	Volumen de solución que se adhiere a la superficie de una pieza durante el proceso de baño .....	110
Cuadro 25	Generación de residuos de pintura en aplicación monocapa o bicapa .....	117
Cuadro 26	Distribución de los bosques en el mundo.....	134
Cuadro 27	Destinos de las ventas en el mercado nacional e internacional .....	144
Cuadro 28	Impactos ambientales de los materiales utilizados en la fabricación de los muebles .....	153
Cuadro 29	Principales exportadores e importadores de productos plásticos, 2011.....	184
Cuadro 30	Productos plásticos por resina, procesos y finalidad .....	188
Cuadro 31	Número de firmas, personal ocupado y tamaño medio de firmas de la industria plástica. Años seleccionados.....	190
Cuadro 32	Principales productos, empresas y concentración de mercado por categoría ...	192
Cuadro 33	Etapas del reciclado mecánico.....	227

## Gráficos

Gráfico 1	Participación de producción en la industria de alimentos y bebidas por rubro, 2012 .....	42
Gráfico 2	Importaciones exportaciones de la IAB, 2011- 2013 .....	45
Gráfico 3	Distribución de la faena aviar, 2010 .....	50
Gráfico 4	Plantas faenadoras por provincia, 2010.....	53
Gráfico 5	Mendoza - variedades de alta calidad enológica ingresadas bodegas para elaboración de vino, 2013 .....	56
Gráfico 6	San Juan - variedades de alta calidad enológica ingresadas bodegas para elaboración de vino, 2013 .....	57
Gráfico 7	Región noroeste, variedades de alta calidad enológica ingresadas bodegas para elaboración de vino, 2013 .....	58
Gráfico 8	Emisiones mundiales de GEI por gas, 2013 .....	68
Gráfico 9	Zonas de producción automotriz, 2013 .....	92
Gráfico 10	Ranking producción mundial de automóviles, 2012.....	92
Gráfico 11	Producción del complejo automotor argentino, 1959-2013.....	101
Gráfico 12	Producción automotriz argentina por empresa terminal, 2012-2013 .....	102
Gráfico 13	Evolución mensual del mercado automotriz, 2012-2014 .....	103
Gráfico 14	Evolución de las exportaciones de autopartes de Argentina a Brasil, 1999-2012 .....	105
Gráfico 15	Principales países productores de madera .....	135
Gráfico 16	Comercio mundial de muebles .....	138
Gráfico 17	Proyecciones de la tasa de crecimiento del consumo de muebles por región, 2014 .....	138
Gráfico 18	Distribución percentual de empresas por subsector .....	142
Gráfico 19	Distribución del personal por subsector .....	143
Gráfico 20	Destino de la exportación de productos forestales, 2011 .....	144
Gráfico 21	Origen de la importación de productos forestales, 2011.....	145
Gráfico 22	Principales productores mundiales por región, 2012 .....	181
Gráfico 23	Consumo de plásticos por región, 1980-2005 y estimaciones a 2015 .....	181
Gráfico 24	Distribución de la demanda europea de plásticos por tipo de producto, 2011.....	182
Gráfico 25	Distribución de la demanda de productos de plástico Brasileira por tipo de producto, 2010.....	182
Gráfico 26	Demanda de la industria transformadora europea por resina plástica, 2012 .....	183
Gráfico 27	Firmas de la industria plástica por número de personal ocupado, 2013 .....	190
Gráfico 28	Localización geográfica de empresas plásticas, 2013.....	191
Gráfico 29	Producción total de productos plásticos y consumo per cápita .....	193
Gráfico 30	Distribución de la producción de la industria transformadora por tipo de producto, 2013.....	194



Gráfico 31	Porcentaje de ventas de las pymes dirigidas a otras empresas industriales, 2009 .....	194
Gráfico 32	Producción, exportaciones, importaciones y consumo aparente .....	195
Gráfico 33	Flujos de comercio exterior y balanza comercial productos semielaborados y terminados, 2003-2013.....	196
Gráfico 34	Destino de las exportaciones de productos plásticos intra y extra MERCOSUR.....	196
Gráfico 35	Origen de las importaciones de productos plásticos intra y extra MERCOSUR.....	197
Gráfico 36	Esfuerzo innovador sector plásticos y total de la industria, 2005 .....	199
Gráfico 37	Porcentaje de pymes industriales innovadoras y en el sector de caucho y plásticos, 2006-2008.....	199
Gráfico 38	Porcentaje de empresas innovadoras que han introducido un nuevo producto y más de tres nuevos productos, 2006-2008 .....	200
Recuadros		
Recuadro 1	Tipologías de innovación .....	25
Recuadro 2	Terminales automotrices en la Argentina.....	101
Recuadro 3	Tendencias en acabados, materiales e insumos .....	155
Diagramas		
Diagrama 1	Cadena productiva del sector bovino .....	47
Diagrama 2	Cadena productiva del sector avícola - subsector pollos parrilleros .....	52
Diagrama 3	Cadena productiva del sector avícola - subsector ovoproductos .....	53
Diagrama 4	Cadena productiva del sector vitivinícola .....	60
Diagrama 5	Sistema típico de pantanos secos artificiales.....	80
Diagrama 6	Esquema comparativo de la aplicación modular.....	90
Diagrama 7	Cadena de producción en la industria automotriz.....	90
Diagrama 8	Zonas de producción automotriz, 2011-2013.....	93
Diagrama 9	Cadena Técnica de Valor Automotriz .....	107
Diagrama 10	Estructura de la cadena productiva foresto industrial .....	134
Diagrama 11	Etapas principales cadena maderera-muebles en Argentina .....	139
Diagrama 12	Esquema productivo de la Industria del plástico.....	186
Diagrama A.1	Códigos de identificación de los distintos tipos de plástico.....	238
Mapas		
Mapa 1	Producción mundial de alimentos .....	34





## Prólogo

Los drásticos cambios climáticos y ambientales que se han venido experimentando en los años recientes han llevado a que los conceptos de crecimiento verde y desarrollo sustentable hayan ganado relevancia, enfatizando la importancia de cambiar los actuales patrones de consumo y producción. Por tanto, la forma en que el sector productivo y las firmas operen y produzcan determina las posibilidades de innovar, mejorar su productividad y sus capacidades de competir en el mercado internacional.

Las empresas de América Latina y el Caribe enfrentan importantes retos en cuanto a incrementar sus magros niveles de productividad, pagar mejores salarios, insertarse en cadenas globales de valor y mejorar las capacidades de sus recursos humanos. Cuando los elementos relacionados con la sustentabilidad ambiental se incorporen a sus ya trascendentes desafíos, dichos retos se pueden volver muchos más complejos y difíciles de soslayar, sobre todo para las pymes. La región cuenta con una estructura productiva poco diversificada y heterogénea, caracterizada por una alta participación de pymes de muy baja productividad y escasamente vinculadas con otras empresas del aparato productivo, lo que dificulta más aún el acceso a la tecnología y el desarrollo de innovaciones propias.

La innovación sustentable (entendida ésta como las diferentes acciones que buscan nuevas formas de reducir el impacto medioambiental del desarrollo productivo, de manera que la economía se desarrolle hoy sin comprometer el desarrollo de las generaciones futuras) es una respuesta posible a los desafíos que plantea el desarrollo sustentable para las empresas.

Para avanzar en dicha dirección, resulta clave modificar la estrategia de desarrollo tecnológico hacia las pymes. Este cambio de enfoque, que implica un acompañamiento mucho más permanente y coordinado en diversas áreas productivas, entre otras cosas, implica una mucho mayor interacción entre las instituciones públicas que operan en distintas áreas de acción; así como también son necesarias estrategias, agendas y actividades concretas que fijen objetivos y metas de corto, mediano y largo plazo en torno a la innovación sustentable. Asimismo, las diferentes dimensiones de la sustentabilidad (económica, social y ambiental) requieren de un mayor nivel de articulación y coordinación, de forma permanente, entre los actores que componen el sistema productivo y de innovación de los países.

El presente documento constituye un esfuerzo conjunto de la Comisión para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Unión Industrial Argentina (UIA), y que contó con el apoyo de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ), por identificar la potencialidad de la innovación sustentable en cuatro

sectores estratégicos del ámbito productivo de la Argentina (alimentos y bebidas, autopartes, madera y muebles y plástico). Asimismo, el trabajo entre las instituciones ha permitido profundizar en el conocimiento y la relevancia de la innovación sustentable, así como una mayor sensibilización sobre la necesidad de su abordaje desde el propio sector productivo.

# I. Innovación sustentable y desarrollo productivo: una nota introductoria

*Sebastián Rovira*  
*Stephany Scotto*

## A. Introducción

Así como lo plantea la Agenda para el Desarrollo post-2015, los nuevos desafíos del mundo hacen necesaria la urgente conciliación entre crecimiento económico, inclusión social y sustentabilidad ambiental.

El replanteamiento hacia un mayor énfasis en la necesidad de transitar por senderos de desarrollo más sustentable radica en la incorporación de los recursos naturales como factor de producción y en la importancia que estos tienen en el bienestar de la población. Por esta razón, las estrategias de crecimiento deben incorporar todos los tipos de capital, tanto tangibles como intangibles, incluyendo los recursos naturales, el capital humano y físico y la innovación.

La incorporación a la medición de todos los tipos de capital puede generar mejores resultados que la medición tradicional (PIB) ya que incorpora el desgaste de los recursos naturales, que frecuentemente se encuentra subvalorado. A pesar de que los *outputs* que se derivan de los recursos naturales son valuados en los mercados; su escasez y deterioro pueden no ser traducidos en los precios de los bienes y servicios que resultan de su explotación. Dicha subvaloración origina problemas más allá de las ineficiencias económicas, ya que afecta el diseño de políticas públicas, generando consecuencias en el crecimiento futuro (UN, 2012). Por otra parte, el crecimiento verde radica en impulsar el desarrollo y el crecimiento económico de los países, asegurando al mismo tiempo una explotación responsable de los recursos naturales; en este contexto el crecimiento verde brinda el potencial para enfrentar retos económicos y medio ambientales (OECD, 2011a).

Mediante el fomento hacia un uso más eficiente de los recursos, se pueden lograr aumentos en la productividad de las empresas, especialmente de las empresas de menor tamaño. En este contexto, la innovación permite brindar soluciones a problemas ambientales, así como permite la creación de nuevos mercados mediante la estimulación de la demanda de tecnologías verdes, brindando de esta manera un potencial para la creación de nuevos puestos de trabajo.

En esta etapa de fomento y transición hacia modelos de producción y desarrollo más sustentables, las políticas públicas juegan un rol fundamental para que los países puedan avanzar hacia nuevas estrategias de desarrollo e impulsar de esta manera un crecimiento más inclusivo y sustentable. Sin embargo, no existen recetas únicas para implementar políticas y estrategias, sino que, por el contrario, las mismas deben considerar las características económicas, políticas, ambientales, culturales y sociales propias de cada país.

Sin embargo sí existen consideraciones comunes que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar este tipo de políticas. Las políticas no solo requieren de una macroeconomía sólida y de políticas verdes tradicionales, sino que también requieren de la política industrial y de innovación para cambiar los patrones de producción y consumo. El mutuo refuerzo de los patrones de crecimiento económico y de cambio tecnológico puede llevar a la economía hacia procesos de *lock-in* o bloqueo tecnológico e institucional. Las políticas industriales y de innovación juegan un rol fundamental para escapar de dicho bloqueo.

Los modelos de producción existentes pueden generar crecimiento económico pero con graves presiones sobre la degradación del medioambiente, teniendo consecuencias negativas en la calidad de vida de la población. En este sentido, las políticas de innovación pueden impulsar el crecimiento económico sin agotar ni ejercer una excesiva presión sobre los recursos naturales. La innovación y el proceso de destrucción creativa llevarán a la creación no solo de nuevas ideas y trabajos sino que también a nuevas oportunidades de emprendimientos y a la creación de nuevos mercados y modelos de producción. La innovación juega un rol fundamental en el desafío de conciliar crecimiento económico con la protección del medioambiente. Y es un factor relevante a la hora de emprender la transición hacia economías sustentables, y alcanzar los objetivos que los países se han propuesto en esta materia. La innovación radical brinda espacios para una completa transformación de los sistemas productivos, como ser el energético, y no simplemente adaptar nuevas tecnologías a modelos ya existentes (OECD, 2011b).

Por otra parte, las políticas públicas también deben fomentar la transición del sector productivo y de los consumidores hacia el desarrollo sustentable. Es importante que las políticas incentiven a las empresas a incorporar tecnologías, energías y sistemas productivos limpios y eficientes, así como impulsar a los consumidores hacia hábitos de consumo más sustentables, las que deben ser impulsadas de forma paralela y coordinada. De no ser así se corre el riesgo de generar o reforzar un tipo de “modernidad de escaparate” (Fajnzylber, 1983), donde los patrones de consumo reproducen la dependencia de la tecnología que es producida en los países desarrollados, y no es acompañada por el patrón de producción interno de las economías en desarrollo.

No obstante, la transición hacia economías sustentables no resulta tarea sencilla, los países enfrentan varios desafíos a la hora de emprenderla. Mientras que los países desarrollados deben enfrentarse al desafío de mantener tasas positivas de crecimiento económico con el menor impacto posible sobre el medio ambiente, los países en desarrollo se ven enfrentados a disyuntivas más complejas. Dichos países no solo deben enfrentar el desafío de acelerar el crecimiento y reducir las brechas de ingresos con el mundo desarrollado, sino que además deben reducir la heterogeneidad, mejorar el acceso a bienes y servicios básicos, y aumentar el bienestar de la población sin imponer una excesiva degradación sobre el medioambiente. Dichos países deben lograr conciliar las políticas de desarrollo sustentable con políticas sociales. Conciliar estas políticas es especialmente difícil en estos países, porque los problemas sociales que enfrentan son más graves y parten de estructuras muy poco diversificadas, altamente dependientes de pocas *commodities*.

Las políticas de desarrollo sustentable presentan una gran gama de políticas e instrumentos, de los que se pueden observar dos grandes conjuntos. Algunas políticas apuntan a modificar la estructura y a elevar el crecimiento con menos contaminación, como es el caso de las políticas industriales y tecnológicas; y otras buscan desestimular emisiones, como por ejemplo por medio de los pagos por emisiones de CO<sub>2</sub>. Mientras que el segundo tipo de políticas puede tener un papel valioso en mitigar la contaminación, el primer tipo de políticas es que tiene mayor potencial de conciliar los

objetivos del desarrollo y la sustentabilidad, logrando el *decoupling* (absoluto o relativo) entre emisiones y crecimiento.

En suma, resulta necesaria una estrategia de desarrollo que permita y facilite la transición hacia economías y modelos de producción y consumo más sustentables. Para esto es necesario la coherencia temporal de las políticas, una adecuada infraestructura compatible con el surgimiento de tecnologías nuevas y limpias (en sectores como el energético, transporte, etc.), y una institucionalidad sólida, transversal y coordinada que permita articular las políticas en sus diversos ámbitos —políticas macroeconómicas, laborales, sociales, educativas, ambientales y productivas—.

## **B. América Latina y el Caribe ante los desafíos y oportunidades de desarrollo sustentable**

La región enfrenta hoy el gran desafío de cerrar las brechas de productividad no solo entre los países de la región sino que también al interior de los propios países, y generar un cambio estructural virtuoso, al mismo tiempo que debe avanzar en la igualdad basada en el ejercicio pleno de los derechos y avanzar hacia patrones productivos y de consumo amigables con el medio ambiente (CEPAL, 2014).

Esta no es una tarea sencilla es en esta instancia donde la política pública está llamada a jugar un papel clave para lograr articular a actores como el Estado, el sector productivo y la sociedad civil. No solo se trata de lograr un crecimiento económico sostenido, cerrar brechas estructurales y generar empleos de calidad, sino también de transformar los patrones de consumo y producción. Allí las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) juegan un rol fundamental como herramienta indispensable en promover procesos productivos sustentables e inclusivos. Las políticas industriales deben articularse con las políticas medioambientales y con las que procuren una mejor gobernanza de los recursos naturales en torno a tres objetivos que definen el desarrollo sustentable: la inclusión económica, la inclusión social y la inclusión ambiental.

### **1. La importancia de las tres dimensiones del desarrollo sustentable<sup>1</sup>**

Para que América Latina y el Caribe logre alcanzar las prioridades a establecerse en la futura agenda de desarrollo después del 2015, se requerirá de una gran movilización de recursos en las tres dimensiones del desarrollo sustentable (económica, social y ambiental) así como una arquitectura financiera e institucional para el desarrollo, que no solamente enfrente las brechas de productividad inter e intra-países sino que también logre reducir las desigualdades sociales que enfrentan los países de la región.

#### **a) Inclusión económica**

Cerrar las brechas productivas de la región con los países desarrollados es uno de los grandes desafíos que aún enfrenta la región. Sin embargo, cerrar estas brechas no es suficiente, ya que también se debe avanzar y cerrar brechas dentro de la región así como al interior de los países.

Al interior de los países latinoamericanos, existen grandes brechas entre sectores y entre empresas. Las empresas de menor tamaño deben elevar su capacidad de innovar y superar los problemas de baja productividad, baja inserción en las cadenas de valor y, sobre todo, moverse hacia modelos de producción más sustentables. Es necesaria una política de inserción productiva, que fomente y apoye a las empresas de menor tamaño a insertarse rápidamente en la economía verde, alineando políticas de desarrollo productivo, políticas de innovación y políticas

---

<sup>1</sup> Esta sección se basa en CEPAL, 2014.

medioambientales a las necesidades y requerimiento de las pymes y de aquellos sectores que cuentan con gran potencial de crecimiento, impulsando, a su vez, actividades con mayor contenido de conocimiento en la estructura productiva.

La dimensión institucional es fundamental para definir la dirección del progreso técnico y cómo este se incorpora al sistema productivo. Les corresponde a las instituciones generar los incentivos necesarios para que la dirección del cambio técnico priorice las dimensiones ambientales y de inclusión social. La innovación sustentable abre nuevos espacios de mejora de la competitividad e inserción en cadenas de valor, tanto nacionales como internacionales, para las empresas, y en especial para las pymes. Políticas de fomento son necesarias para derribar las grandes restricciones que enfrentan las pymes para incorporar innovaciones sustentables. Estas restricciones no difieren en gran medida de las mismas restricciones que enfrentan las pymes a la hora de innovar, como ser el restringido acceso al financiamiento y a recursos humanos capacitados y la escasa vinculación con actores de los sistemas nacionales de innovación (SNI), entre otros factores.

## **b) La inclusión social**

La pobreza y la desigualdad constituyen problemas sistémicos en las sociedades latinoamericanas, y su erradicación no parece posible exclusivamente a través de las políticas sociales. Hay un vínculo evidente entre las acciones necesarias en estas esferas y las dimensiones productivas. La inclusión social permite la realización y el disfrute de derechos, garantizando el derecho a la educación, a la salud, a la vivienda, entre otros derechos de bienestar en general. Pero estos objetivos no se logran si la estructura productiva no crea empleos de mejor calidad y no es capaz de competir donde la demanda mundial y el aprendizaje tecnológico son más dinámicos. Sostener el empleo es una herramienta clave de la inclusión social y de una mayor igualdad.

Las políticas laborales, de educación y salud (entre otras) deben ser recogidas en la agenda para el desarrollo después de 2015, donde es importante definir compromisos más concretos en materia laboral para promover políticas de empleo activas y contra cíclicas. Las políticas laborales, incluyendo las políticas de capacitación a los recursos humanos, son una condición necesaria a los procesos de transformación que van de la mano con el desarrollo sustentable. Sin ellos, el mismo estará condenado a perder impulso rápidamente. No es posible concebir firmas innovadoras, firmas que invierten en la creación de nuevos sectores y en la redefinición de una matriz energética, sin que las mismas cuenten con un cuadro de empleados y técnicos capaces de aprender, de ajustarse y responder ante un mundo en que la tecnología y la producción cambian rápidamente. La flexibilidad del empleo no es la clave, sino que lo es la flexibilidad y el nivel de las competencias de la firma.

## **c) La inclusión ambiental**

El tercer componente del desarrollo sustentable es la inclusión ambiental en las estrategias de desarrollo. Sin este componente las estrategias de inclusión para lograr una mayor igualdad estarían incompletas.

Con el fin de garantizar la protección de los recursos naturales para el bienestar actual y futuro de la población es indispensable un marco regulatorio internacional, regional y nacional. En este contexto es necesario alcanzar un pacto mundial sobre el cambio climático, que permita que los países se adapten e integren estrategias de desarrollo sustentables en sus agendas. Asimismo, es necesario promover políticas al interior de los países que permitan la transición hacia economías y modelos de producción más sustentables.

América Latina y el Caribe debe combinar sus respuestas a los retos ambientales con cambios estructurales que fomenten la productividad y cierren las brechas productivas y sociales para avanzar hacia una mayor igualdad. Por ello, el pacto debe incluir el progreso hacia una economía sustentable, y orientar el consumo hacia menores niveles de contaminación y desechos. La perspectiva de igualdad propuesta por la CEPAL incluye la responsabilidad de preservar la sustentabilidad ecológica del planeta para hacer posible el desarrollo de las próximas generaciones. Es fundamental tener en cuenta



la dimensión ambiental del desarrollo dadas las consecuencias negativas que pueden tener los patrones de producción y consumo actuales en la calidad de vida del futuro (CEPAL, 2014).

## 2. Desarrollo sustentable y la agenda de desarrollo después de 2015<sup>2</sup>

Los objetivos de desarrollo sustentable serán una herramienta para poner en práctica y monitorear la agenda para el desarrollo después de 2015, incluyendo obligaciones, responsabilidades y oportunidades para todos los países. Si bien se debería definir objetivos mundiales, estos deben tener en cuenta la diversidad de las situaciones y prioridades nacionales.

Los aspectos fundamentales de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), en particular la erradicación de la pobreza, deben permanecer en el centro de la agenda para el desarrollo después de 2015. Estos objetivos tienen que tratar de forma integrada las tres dimensiones (ambiental, social y económica) del desarrollo sustentable. Además, es necesario que estos objetivos sean compatibles con los principios y marcos establecidos en los acuerdos, foros y procesos internacionales existentes.

Hay muchos procesos en curso que deben llegar a su término de forma completa, equilibrada y ágil antes de septiembre de 2014. Los Estados miembros esperan los insumos del Grupo de Trabajo Abierto sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible, del Comité Intergubernamental de Expertos en Financiación del Desarrollo Sostenible y del proceso para formular opciones para un mecanismo que facilite las transferencias de tecnología. Es necesario mantener la coherencia con estos procesos internacionales, como ser el vigésimo período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, la tercera Conferencia Internacional sobre Financiación para el Desarrollo y las deliberaciones del Consejo Económico y Social y la Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

En el caso de América Latina y el Caribe, la región debe continuar con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio pendientes, y hacerlo de forma compatible con los nuevos desafíos y compromisos ambientales — lo que supone una fuerte presión sobre sus capacidades institucionales y la formulación de políticas públicas.

La futura agenda de desarrollo debe construirse en torno a las interrelaciones entre los temas y sectores clave, a fin de enfrentar retos complejos y buscar soluciones concretas y sustentables. El pacto global debe apuntar hacia una estructura económica que garantice umbrales de sustentabilidad ambiental y de bienestar social para la población. Asimismo, los países de la región deben avanzar hacia mejores modelos de gobernanza de los recursos naturales. Todo esto requiere un enfoque integrado del desarrollo, con políticas de largo plazo, con una gran articulación de los actores nacionales y con un sólido marco institucional que explote las convergencias (y minimice los *trade offs*) entre las distintas áreas y objetivos.

## 3. El por qué de las políticas de desarrollo sustentable

A 20 años de la conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sustentable se han elaborado recomendaciones de política pública para que los países de la región alcancen un mayor nivel de sustentabilidad.

Entre algunas de las recomendaciones se destacan los mecanismos para medir la sustentabilidad de sus aparatos productivos. Una propuesta en este sentido es medir el Producto Interno Bruto (PIB) verde, es decir descontado de la pérdida de recursos naturales resultante de la producción. Otra medida propuesta es avanzar hacia sistemas económicos que obliguen a internalizar los costos y beneficios totales de cada actividad productiva. Adicionalmente, se ha recomendado a los

---

<sup>2</sup> Esta sección se basa en CEPAL, 2014.

países mejorar la coordinación y la consistencia del trabajo de las instituciones públicas encargadas de promover el desarrollo sustentable.

Para elaborar políticas útiles que fomenten el desarrollo sustentable, en primer lugar es necesario describir los argumentos teóricos que justifican dicha intervención. Las externalidades relacionadas con la contaminación del medio ambiente interactúan con la falta de apropiabilidad y la incertidumbre asociadas con la innovación y la difusión de nuevas tecnologías. Estas fallas de mercado combinadas proporcionan un fundamento sólido para una cartera de políticas públicas que fomenten la innovación para la reducción de emisiones, así como el desarrollo y la adopción de tecnologías ambientalmente beneficiosas. El ritmo y la dirección del avance tecnológico están influenciados por los incentivos regulatorios y de mercado. Adicionalmente el avance tecnológico puede ser aprovechado en forma rentable a través de la utilización de una política basada en incentivos económicos. En presencia de políticas ambientales débiles o inexistentes, las inversiones en desarrollo y difusión de nuevas tecnologías beneficiosas para el medio ambiente son menores que lo socialmente deseable, debido a que los inversionistas privados no pueden internalizar el beneficio al medioambiente. La mitigación del cambio climático es quizás uno de los retos fundamentales al que debe enfrentar hoy en día la política de innovación. Para ello se requiere de un enfoque integrado de políticas que puedan enfrentar los efectos del cambio demográfico, el aumento de la riqueza global, y la escasez de recursos.

## C. Protección medioambiental y desarrollo industrial

La importancia de las actividades de protección del medioambiente en el desarrollo de las industrias productivas no solo abarca la medición del impacto de la producción sobre el medioambiente, sino que incluye también la evaluación de la productividad de los insumos destinados a la mitigación de su impacto.

Asimismo, las restricciones a la explotación de recursos renovables tienen impactos económicos sobre los niveles de producción y también sobre la conservación sustentable de los recursos. En este sentido, en algunos casos las firmas hacen un esfuerzo explícito por proteger el medioambiente destinando recursos a tal objetivo; por lo tanto, es importante conocer no solo el impacto de protección ambiental que genera este esfuerzo sino también sus efectos sobre la productividad de la firma.

La intensidad de la producción y las tecnologías para minimizar el impacto medioambiental no solo son importantes para la protección del medio ambiente. Las industrias que extraen recursos naturales renovables pueden llegar a colapsar en casos en que existe propiedad común y la extracción supera la tasa de renovación del recurso. Por otro lado, el esfuerzo que se realice por proteger la sostenibilidad medioambiental de una industria probablemente generará costos así como también limitaciones a la explotación de recursos renovables, lo que puede implicar menores ingresos para las firmas en el corto plazo (Katz, Lizuka y Muñoz, 2011).

Como consecuencia de los altos costos de incorporar tecnologías limpias en los procesos productivos, muchas empresas, en especial las pymes, no logran dar respuesta a las nuevas demandas medioambientales. Es por esta razón que es necesario que existan políticas de fomento y de promoción a la incorporación de innovación sustentable y de tecnologías que permitan a las empresas introducir modelos de producción y gestión más amigables con el medioambiente y no quedar atrapadas en procesos de inercia tecnológica.

Dada la alta heterogeneidad productiva de la región y las importantes limitaciones que enfrentan, sobre todo, las empresas de menor tamaño, para alcanzar un desarrollo industrial sustentable es necesario que las pymes puedan acceder con facilidad a una oferta de bienes y servicios y tecnologías más sustentables, de manera de poder participar de una producción más limpia, y que esto no implique restricciones adicionales a sus posibilidades de subsistencia.

## 1. Sustentabilidad y estrategias de negocio

El crecimiento económico ambientalmente sustentable, así como la creciente tendencia hacia la búsqueda de una ventaja competitiva a través de un mejor desempeño ambiental, es inalcanzable sin la activa participación del sector privado. En las últimas décadas en Europa ha existido la tendencia de algunas empresas a buscar la obtención de certificaciones medioambientales en forma voluntaria, impulsadas principalmente por el mercado. Los países o grupos industriales individuales suelen adoptar dichas normas sin que existan requisitos de obligatoriedad de por medio. Un ejemplo de estos compromisos voluntarios es el Esquema de Ecogestión y Auditoría (EMAS), un sistema voluntario introducido en 1995 en la Comisión Europea para sus Estados miembros<sup>3</sup>.

Asimismo, la Organización Internacional de Normalización desarrolló un estándar de gestión ambiental, la ISO 14001, la cual sienta las bases para la estandarización de la gestión ambiental en la empresa. Actualmente, la ISO 14001 es un modelo de referencia y es el distintivo de gestión ambiental de mayor difusión en el mundo empresarial. Fue introducido en 1996 y fue la conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sustentable realizada en Río de Janeiro en 1992, la que dio impulso al desarrollo de estos estándares.

Las regulaciones medioambientales pueden significar importantes desafíos para las empresas, no solo para las que producen grandes cantidades de emisiones de carbono, sino que también para las pequeñas y medianas, que por lo general tienen un mucho menor grado de respuesta a las nuevas demandas que ponen un mayor énfasis sobre el cuidado del medioambiente. Por otra parte, las empresas de las industrias intensivas en emisiones tales como las de minerales metálicos, productos químicos, celulosa y petróleo con sus derivados, entre otras, son normalmente actores críticos de la regulación.

La importancia de la innovación, en este ámbito, radica en lograr crecimiento en presencia de escasez, compatibilizando el uso de recursos naturales y un desarrollo económico sustentable. El cambio tecnológico tiene el potencial para compensar la escasez de recursos naturales, la disminución de los rendimientos marginales del capital y la limitada sustituibilidad de los factores productivos. Sin embargo, el cambio tecnológico está limitado por diversas restricciones, como ser altos niveles de incertidumbre, bajos retornos a las inversiones innovadoras y crecientes costos de la investigación, entre otros factores.

En las últimas décadas, los elementos centrales que han contribuido a una mayor sustentabilidad medioambiental han tenido relación con la reglamentación gubernamental, el aumento de la conciencia de los consumidores y el esfuerzo de algunas industrias por impulsar la innovación sustentable.

La búsqueda de la sustentabilidad reflejada en las conductas de los consumidores finales está transformando la dinámica de la competencia de mercado tanto para las grandes empresas como para las pymes. Lo cual trae como consecuencia que las empresas deban cambiar su forma de pensar acerca de los productos, tecnologías, procesos y modelos de negocio.

En la actualidad, algunas empresas están utilizando el cambio climático como una oportunidad para ganar clientes y crear nuevos mercados. Lograr la acreditación medioambiental y dar cumplimiento a la normativa ambiental suele ser una manera para las empresas de posicionarse en los mercados, aunque también estos procesos pueden generar una carga económica para las empresas de menor tamaño.

A pesar de que enfrentar el cambio climático puede ser visto por las empresas como una carga, el esfuerzo para reducir el impacto medioambiental de la producción puede crear oportunidades de innovación para las pymes así como fomentar la creación de nuevos nichos de mercado e

---

<sup>3</sup> El EMAS está disponible para cualquier organización que esté comprometida con limitar los impactos ambientales de sus operaciones, ya sean grandes o pequeñas, independiente de la actividad que realice y de si opera en uno o en varios países de la Unión Europea.

incrementar su competitividad. Esto se ve reflejado en los estudios que se desarrollan en el presente libro, donde se analizan las oportunidades de aumento de competitividad que brinda la innovación sustentable para las pymes en 4 sectores (alimentos, autopartes, madera y muebles y plásticos) clave de la industria Argentina, identificando innovaciones sustentables que hoy en día se están realizando en el país, así como potenciales desarrollos tecnológicos que serían muy favorables para el desarrollo productivo de dichos sectores.

## **2. La relevancia de la innovación sustentable y los principales desafíos de las empresas de menor tamaño**

### **a) La importancia de la innovación sustentable**

La innovación sustentable refiere a diferentes acciones que buscan nuevas maneras de reducir el impacto medioambiental mejorando, a su vez, los aspectos económicos y sociales del desarrollo productivo, y a la difusión de dichas acciones, de manera de que la economía se desarrolle hoy sin comprometer el desarrollo de las generaciones futuras. La innovación sustentable no se limita a la conservación del medio ambiente, sino a todos aquellos aspectos que afectan los medios de producción, tales como la mejora de las condiciones de los trabajadores, las mejoras de los sistemas de diseño industrial, la relación con los clientes y la institucionalidad del aparato productivo, entre otros.

Uno de los principales desafíos que hoy enfrenta el planeta tiene relación con el deterioro del medio ambiente y particularmente la amenaza del cambio climático. De esta manera, el desarrollo industrial y las capacidades productivas de los países dependen en gran medida de la combustión contaminante de materiales.

Con respecto al problema energético, por un lado es posible buscar para cada proceso productivo una fuente alternativa de energía que no necesite emitir gases contaminantes y que provenga de una fuente renovable. Por otro lado es posible desarrollar mecanismos para capturar (secuestrar) el CO<sub>2</sub> que se emite al medio ambiente, principalmente en las mismas fuentes de emisión. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) constituye un compromiso para los países participantes de reducir progresivamente sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Cada país se ha comprometido a una meta de reducción específica de acuerdo a sus propias características y posibilidades. La innovación enfocada en la sustentabilidad de los mismos procesos productivos que actualmente contaminan el suelo, el agua y el aire del planeta se presenta como una solución a los problemas medioambientales y cuya aplicación masiva debe lograrse antes de que se generen cambios irreversibles en el clima o el agotamiento de los sistemas medioambientales que permiten el pleno desarrollo social y económico.

La innovación sustentable es entonces la manera práctica de alcanzar un desarrollo productivo sustentable e inclusivo en el largo plazo. A través de ésta se pueden alcanzar no solo los objetivos que tienen relación con la conservación del medioambiente para generaciones futuras, sino también aquellos que se refieren a la sustentabilidad de los sistemas sociales, institucionales y económicos. Para que ésta se lleve a cabo de manera exitosa y masiva es necesaria la participación y el compromiso de los Estados pero también el actuar oportuno e involucramiento del sector productivo, la sociedad civil y la concientización de los ciudadanos.

### **b) Los principales desafíos de las empresas de menor tamaño**

Las pymes constituyen hoy la base productiva de la economía en Latinoamérica y el mundo. Si bien las emisiones de las empresas de menor tamaño en forma individual no generan un gran impacto en la atmósfera, su impacto a nivel agregado se vuelve muy relevante considerando que, por lo general, éstas representan más del 95% de las unidades productivas.

La mitigación del impacto medioambiental es vista por muchas empresas pequeñas como una carga a su ya complicada situación logística y financiera, por lo que es importante aclarar que la innovación sustentable puede tener en el mediano y largo plazo un impacto positivo en cuanto a la

capacidad innovadora de las firmas así como en su competitividad en los mercados. Sin embargo, este efecto positivo en el corto plazo puede tener el signo contrario ya que el proceso de ajuste puede significar altos costos para las empresas o puede ser muy traumático desde el punto de vista de la gestión y organización de las mismas.

Desde la perspectiva de las conductas de los consumidores finales, la búsqueda de la sustentabilidad está generando modificaciones a las interacciones de mercado entre empresas y consumidores. La competitividad en los mercados, fortalecida por una mejor protección del medioambiente está cobrando importancia tanto para las grandes empresas como para las pymes. Este proceso de cambios conductuales llevará a las firmas a replantear su forma de actuar en relación a sus productos, tecnologías, procesos y también los modelos de sus negocios. Tomando en consideración que las tendencias sociales muestran una creciente valoración de los consumidores por el medioambiente, el posicionamiento de las firmas que decidan adoptar tempranamente innovaciones sustentables se constituirá como una ventaja competitiva en cuanto a la imagen que estas proyectan a sus clientes.

Por otro lado los vínculos entre organizaciones, tanto comerciales como de carácter intelectual, que resulten de los procesos de innovación sustentable constituirán un beneficio propulsor de futuros procesos de creación de nuevo valor. La cooperación entre firmas en la materialización de procesos de innovación permite, en primer lugar, alcanzar metas utilizando el conocimiento y la experiencia contenidos en más de una organización y, en segundo lugar, la cooperación permite evitar la duplicación de aquellos gastos en I+D que buscan generar un mismo conocimiento.

Existen muchos desafíos que hoy enfrentan las empresas de menor tamaño para desarrollar un compromiso con la sustentabilidad de sus procesos productivos. Entre los cuales se destacan:

#### *La conciencia dentro de las pymes sobre el impacto medioambiental*

El nivel de conciencia dentro de las pymes sobre el impacto medioambiental de sus actividades productivas ha ido en aumento en los últimos años como resultado de las campañas de información sobre nuevas tecnologías disponibles, sobre nuevas normas y reglamentos y sobre el compromiso de todos los sectores con los temas sociales y ambientales. A pesar de los esfuerzos de difusión de la conciencia genérica sobre los costos y beneficios de la innovación sustentable, las pymes y los empresarios en general son aún poco conscientes de la magnitud de los cambios por venir y los beneficios que puede acarrear tener una estrategia competitiva con base en la innovación.

#### *Acceso al financiamiento e inversión*

Una de las principales dificultades para impulsar la innovación sustentable entre las pymes es el acceso al financiamiento necesario para llevar a cabo las inversiones tecnológicas y en infraestructura que permitirán una producción más sustentable. Las pymes no cuentan con el mismo respaldo financiero de las grandes empresas y a menudo se ven enfrentadas a restricciones al crédito. Estas empresas dependen en mayor medida que las más grandes de sus flujos financieros y normalmente no cuentan con grandes cantidades de capital que garanticen sus operaciones futuras. Es por esto que el costo asociado a la reducción de su huella de carbono puede ser visto como una amenaza adicional para su supervivencia. En la discusión sobre el desarrollo sustentable de las pymes es necesario mantener en consideración el hecho de que estas no solamente son más frágiles financieramente que las empresas grandes, sino también que sus capacidades internas son muy escasas, y son más vulnerables a las fluctuaciones del mercado. En consecuencia es importante promover políticas y prácticas sustentables para las empresas de menor tamaño que no signifiquen un esfuerzo financiero excesivo de parte de ellas sino que, por el contrario, signifiquen una oportunidad de aumento de competitividad. Esto sobre todo durante las primeras etapas cuando las pymes comienzan a transitar por nuevos senderos productivos donde la sustentabilidad emana con más fuerza.

Asimismo, la inversión juega un rol importante en el desarrollo económico con inclusión social y sustentabilidad ambiental. Por un lado la inversión fomenta la demanda por bienes y servicios, directa e indirectamente. Por otro lado, la inversión crea capacidades de producción que determinarán el potencial de crecimiento futuro. La creación de capacidades sucede a través de la creación tanto de



capital físico e infraestructura así como en la capacitación de recursos humanos. A su vez, a través de la inversión también se introducen nuevas tecnologías, lo cual trae como consecuencia la modernización del sistema productivo, lo cual se traduce en aumentos de productividad. Una combinación virtuosa de inversión que reditué en la modernización de los sistemas de producción es una herramienta fundamental para que las pymes puedan transitar hacia senderos de desarrollo sustentables.

Las políticas públicas son necesarias para crear capacidades locales, para fomentar la innovación tecnológica y para la transferencia de tecnología. Las políticas públicas deben ser diseñadas de acuerdo a las necesidades locales de los países y teniendo en cuenta la heterogeneidad presente tanto entre sectores como entre empresas. Uno de los desafíos más importantes es incorporar al sector productivo y en especial a las pymes hacia un desarrollo sustentable. Es de especial relevancia fomentar la transición de las empresas de menor tamaño hacia modelos de producción sustentables, con progreso técnico y reduciendo las brechas de productividad que las separan de las grandes empresas. Para ello es fundamental diseñar e implementar los mecanismos necesarios que permitan no solamente la incorporación de cierta tecnología o el cambio en los procesos. Es clave considerar también el financiamiento para el fortalecimiento de las capacidades internas de las empresas en un área que puede ser completamente nueva o novedosa para la firma.

### *Incertidumbre*

La incertidumbre asociada a los costos, tiempos de ejecución y resultados de largo plazo de los nuevos procesos relacionados con la mitigación del impacto medioambiental de sus operaciones es una limitación para las empresas pequeñas a la hora de enfrentarse a la decisión de adoptar una innovación sustentable. Por lo tanto las políticas e instrumentos de promoción a la incorporación de innovaciones sustentables por parte de las empresas de menor tamaño deben considerar mecanismos para reducir la incertidumbre que se genera en estos procesos.

### *La necesidad de capacitar adecuadamente a su personal*

Otra dificultad que enfrentan las empresas de menor tamaño en su proceso de innovación sustentable es la necesidad de contar con el personal capacitado y de desarrollar en ellos la voluntad para acceder a cambios en sus formas de trabajar, con el objetivo de satisfacer los compromisos medioambientales. El camino hacia un sistema bajo en emisiones de carbono requiere de transformaciones de los perfiles profesionales y de las formas de trabajar en las pymes. Nuevas habilidades son necesarias no solo para la innovación sustentable, sino también para aplicar correctamente las políticas de cambio climático y las regulaciones estatales. La transición hacia una economía baja en carbono exige que las habilidades de los trabajadores se adapten y que nuevas generaciones sean educadas para adquirir las habilidades necesarias para cumplir con los cambios que se necesitan. En este sentido, los mercados de trabajo y las políticas de formación de capital humano desempeñan un papel clave en la facilitación de la estructura del ajuste requerido por la transición hacia economías y procesos con determinadas características. Asimismo, el compromiso del empresariado con un tipo de producción y gestión más sustentable pasa a ser la base sobre la cual la empresa desarrolle e implemente sus innovaciones sustentables. Compromiso sobre el cual es preciso actuar.

### *El limitado acceso a la información, el conocimiento y la tecnología*

Por otra parte, la capacidad de las pymes para implementar procesos productivos sustentables depende en gran medida el acceso a la información sobre el impacto medioambiental de sus actividades, así como de la disponibilidad de alternativas limpias. La adopción de métodos más integrados y sistemáticos para mejorar el nivel de sustentabilidad ambiental de las empresas se ha ido incorporando a las bases para nuevos modelos de negocios. Esto puede potencialmente conducir a importantes beneficios medioambientales. Sin embargo, existe poco conocimiento, en la gran mayoría de las pymes, acerca de cómo reducir el impacto medioambiental de su producción durante las distintas etapas del ciclo de vida del producto. En este sentido, es importante la generación de información que permita “abrir” la tecnología, complementándose con políticas de fomento para la

incorporación de tecnologías limpias a los procesos de producción de las pymes, y así evitar procesos de *lock-in* en la economía.

### *Cumplir con los requisitos reglamentarios*

Los cambios regulatorios hacia un desarrollo sustentable pueden generar una carga significativa de información y costos de adaptación para las pymes. Las empresas que cuentan con recursos limitados, se ven enfrentadas con la necesidad de invertir tiempo y recursos en la adquisición de información pertinente, en la comprensión de las implicancias de nuevas regulaciones y en la adaptación constante a dichos cambios de sus productos y procesos. La capacidad para responder a una regulación más estricta puede ser un problema que limite el accionar de las empresas de menor tamaño, especialmente durante la transición. Por problemas de escala, este tipo de empresas generalmente no poseen las competencias mínimas necesarias para el seguimiento de un ambiente regulatorio que cambia rápidamente. Factores que deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar e implementar los diversos instrumentos, normativas y reglamentaciones que fomenten la innovación sustentable.

### *Los mercados de bienes verdes y las cadenas de valor mundiales*

La expansión de los mercados para los bienes y servicios ecológicos, a través de la adaptación de las señales de precios, de la regulación, de la contratación pública, y del apoyo a la innovación y a la inversión en infraestructura y procesos productivos más limpios son objetivos clave de las políticas de desarrollo sustentable en todos los países.

El surgimiento de mercados verdes también está impactando en las cadenas globales de valor. Sin embargo, las pymes se encuentran con diversas barreras para entrar en los mercados internacionales, especialmente en una época de rápidos cambios y entornos competitivos cada vez más complejos. Los mercados de bienes verdes pueden traer oportunidades para una transición hacia prácticas empresariales sustentables. Sin embargo, la participación de las pymes en las cadenas globales de valor por lo general implica una gran demanda de sus recursos financieros, y por lo tanto las altas presiones de costos que surgen de la participación en mercados internacionales pueden obligar a reducir el compromiso de estas empresas a invertir en prácticas sustentables.

## **3. Enfoques para el análisis de la relación entre economía, tecnología y medioambiente**

A pesar del consenso existente en torno a la incorporación de innovaciones sustentables en la economía, existen muchas barreras a su desarrollo y adopción. Las empresas tendrían que considerar diferentes factores a la hora de decidir si adoptan o no una tecnología medioambiental. La interacción de estos factores (internos y externos) más la capacidad y característica de la empresa y los rasgos tecno-económicos principales de la tecnología que se quiere implementar conducirá a la implantación o no de una tecnología concreta. Esta relación entre economía, tecnología y medioambiente ha sido analizada por diferentes enfoques los que se pueden agrupar en tres: i) enfoque convencional; ii) enfoque de gestión ambiental y competencia tecnológica interna; y iii) enfoque evolutivo (Carrillo, González y Könnölä, 2010).

### **a) El enfoque convencional**

Bajo este enfoque se agrupan diferentes teorías, como las teorías tradicionales del crecimiento, los modelos macroeconómicos ambientales, los modelos de crecimiento endógeno, la economía industrial y los modelos de innovación inducida.

Este enfoque se centra en los modelos de innovación en control de la contaminación ya que estos comparten la identificación de los efectos sobre la invención, la innovación y la difusión tecnológica de los distintos instrumentos de política ambiental. La conclusión a la que llegan es que los instrumentos económicos —*market-based incentives (MBIs)*— como los impuestos a la contaminación, subvenciones, el etiquetado ecológico, los esquemas de depósito-reembolso (*deposit-refund schemes*), los permisos negociables (*tradable permits*), entre otros, permiten inducir respuestas innovativas en las



empresas ante las exigencias ambientales. Esto se diferencia de las políticas del tipo *command and control* (CAC), las que solo sancionarían a las empresas que no alcanzan determinadas metas de contaminación máxima, lo que a la larga no incentivaría el empleo de técnicas limpias más allá de lo que exige la regulación.

El consenso a favor de medidas del tipo MBIs es amplio debido a su capacidad de incentivar respuestas innovadoras por parte de las empresas ante las exigencias ambientales. Por lo general las políticas ambientales han sido del tipo *command and control* (CAC) las que consisten en sancionar a las empresas que no alcanzan determinadas metas de contaminación máxima. Estos instrumentos son criticados por no incentivar el empleo de técnicas más limpias más allá del punto en el que la regulación es cumplida. En cambio los MBIs, al poner precio por cada unidad emitida, inducirían a la empresa a reducir la emisión por la vía de incorporar nuevas tecnologías (López, 1996).

Sin embargo, los MBIs tampoco estarían exentos de cuestionamientos. Sus críticos señalan que sus argumentos son básicamente teóricos, ya que la experiencia práctica es escasa a diferencia de los instrumentos tipo CAC donde sí hay mayor evidencia y su utilización ha mostrado ciertos grados de efectividad en la reducción de la contaminación. Además, los MBIs no necesariamente reemplazarían a los instrumentos de CAC, por lo que se podrían usar sistemas mixtos, con tratamientos diferenciados para distintos problemas ambientales.

Bajo este enfoque el análisis económico clásico postula que una mayor regulación ambiental aumenta los costos de producción, desviando los recursos de I+D a otras áreas y por ende afectando la capacidad innovadora de las empresas (Ashford, 2010). Este supuesto fue cuestionado a finales de 1970 y adquirió mayor notoriedad cuando fue planteado nuevamente por Michel Porter.

De acuerdo a esto las empresas han elegido correctamente las estrategias que le harán minimizar sus costos, por ende cualquier tipo de regulación ambiental provocaría que estos costos aumenten. El enfoque clásico supondría que los beneficios de una regulación ambiental estarían en la esfera de lo social, sin posibilidad de que al reducir los niveles de contaminación, las empresas puedan obtener ventajas en ahorro de costo o en mejorar sus productos. Porter postula que lo anterior no sería correcto dado que la actividad económica es intrínsecamente dinámica, la innovación es un fenómeno permanente en la sociedad y está en la base de un nuevo paradigma competitivo, lo cual llevaría a las empresas a un mayor nivel de productividad por la vía de una menor reducción de costos que sus rivales o sencillamente porque son capaces de ofrecer productos de mejor calidad. Para Porter, determinado tipo de regulaciones ambientales gatillarían en las empresas la búsqueda de oportunidades de innovación que no conocían y que al mismo tiempo reducirían los niveles de contaminación generado por ellas mismas, lo que a la larga traería beneficios al empresario (López 1996).

Para Porter existen seis motivos que justificarían una regulación ambiental: i) se hace visible la ineficiencia en el uso de los recursos y las posibles mejoras tecnológicas que pueden alcanzar; ii) aquellas que se centran en la recolección de información pueden generar grandes beneficios, al mejorar la percepción empresarial sobre el tema; iii) reducen la incertidumbre sobre el valor que las empresas tienen que invertir para resolver problemas ambientales; iv) crean presiones que motivan la innovación y el progreso; v) nivelan el “campo de juego”; vi) son necesarias cuando los *innovation offsets* son incompletos (López, 1996).

De acuerdo a esta hipótesis los instrumentos de política más adecuados serían los MBIs, ya que estimularían a las empresas a dar respuestas innovadoras a las regulaciones ambientales impuestas.

López (1996) señala que es probable que una industria competitiva pueda hacer frente a las regulaciones con respuestas innovadoras, pero que para una industria no competitiva, que no se oriente hacia la innovación, tendrá el incentivo contrario y terminará por oponerse a dicha regulación. Esto origina lo que el autor denomina como “hipótesis de Porter II”, donde una regulación ambiental provocará reacciones diferenciadas dependiendo de la condición inicial de competitividad que tiene la empresa. A mayor grado de competitividad es probable que la empresa reaccione de manera innovadora a dicha regulación, por el contrario una empresa no competitiva solo sufrirá un efecto que reforzará dicha condición. Esto, sin embargo, supone una visión un tanto estática y desconoce ciertos factores críticos como ser las capacidades internas de la propia firma.

## b) Los factores internos: el enfoque de la gestión ambiental en la empresa y la competencia tecnológica interna

Para que una empresa adopte una innovación sustentable implica que ésta cuenta con ciertas precondiciones o cambios al interior de ésta. Estos cambios pueden ser: en la organización, en la estrategia empresarial y en la competencia tecnológica de la empresa.

El primero de los grandes cambios en la organización no surgiría de manera espontánea, sino más bien acompañado de los cambios tecnológicos, y se difundirán de manera conjunta. Esto se puede apreciar con los métodos de gestión japoneses los que no habrían alcanzado el nivel de desarrollo que experimentaron años atrás si no se hubiesen producido cambios tecnológicos en la industria de la microelectrónica. Estos cambios generaron, entre otras cosas, la sustitución de las actividades desarrolladas manualmente por instrucciones codificadas, lo que obligó a generar estos cambios en las organizaciones; pasando de puestos de trabajo rígidos a puestos donde se realizaba una mayor rotación de tareas. Además, los trabajadores comenzaron a participar en tareas de control de calidad y en programas de mejora continua favoreciendo por esta vía el aprendizaje en la organización (CEPAL, 2010).

Los cambios organizacionales más destacados serían: la gestión de la calidad total (*Tota Quality Management, TQM*) que involucra la participación del trabajador en el control de calidad durante la ejecución; los métodos justo a tiempo (*just in time, JIT*) cuya meta es la producción de la cantidad correcta con la calidad correcta en el momento preciso; la auto activación de los trabajadores ante un problema identificado en la línea y su libertad de parar la línea, y la mejora continua en reemplazo de la mejor forma de la organización, en la que si bien la dirección sigue teniendo la responsabilidad de las mejoras de la calidad y el manejo de existencias, se le otorga al trabajador mayor grado de responsabilidad en la identificación de las mejoras posibles.

La adopción de innovaciones sustentables no solo dependerá de un análisis de costo-beneficio sino que también de la percepción de la empresa en la adopción de esta tecnología, lo que se plasmará en su estrategia frente al medioambiente (inactiva, seguidora, reactiva, proactiva e hiperactiva) y en su cultura.

**CUADRO 1**  
**TIPOS DE ESTRATEGIA AMBIENTAL**

Estrategia Ambiental	Actitud ambiental	Descripción
Hiperactiva	Definimos la agenda	Esta estrategia se basa en la consideración de que proteger el medio ambiente constituye una necesidad para la empresa, pues genera nuevas oportunidades y da lugar a ventajas competitivas. La diferencia con una estrategia proactiva es que, mientras que en aquella se trata de aprovechar las oportunidades de negocio que el medio ambiente ofrece, en la hiperactiva las empresas van más allá, influyendo en la regulación ambiental en su beneficio.
Proactiva	“Vamos por delante”	Algunas empresas consideran los problemas ambientales como una responsabilidad propia, algo que no pueden ignorar porque amenaza su propia existencia a largo plazo o bien porque el desafío ambiental constituye una oportunidad de negocio que debe ser aprovechada. Las empresas que adoptan una estrategia de este estilo tratan de anticiparse a las nuevas regulaciones y de adoptar tecnologías ambientales que supongan ir más allá de lo que la regulación ambiental exige.
Reactiva	“Obedecemos la ley”	Suelen percibir las cuestiones ambientales como costes adicionales que deben minimizarse y no como oportunidades de negocio. Reaccionan sólo ante la presión procedente de las autoridades públicas o de otros actores sociales (clientes, por ejemplo). Algunos autores distinguen varios tipos de estrategias defensivas por parte de las empresas: desde aquellas empresas que, simplemente, no informan sobre la contaminación que generan o que se niegan a reducir dicha contaminación a aquellas que deciden bloquear las regulaciones ambientales.
Seguidora	“Nos adaptamos a la nueva situación”	Una empresa seguidora es aquella que ni introduce innovaciones ni lucha para cambiar las regulaciones ambientales. Sólo lleva a cabo actuaciones ambientales cuando se lo exige la regulación. Evitar sanciones, asegurarse mercados futuros, lograr una cierta legitimidad social o evitar una pérdida de competitividad pueden ser las razones fundamentales que lleven a adoptar esta actitud.
Inactiva	“No tenemos problemas”	Algunas empresas no actúan cuando surgen nuevos desafíos de tipo ambiental. Niegan que existan problemas de contaminación en su empresa y consideran que las medidas que toman (normalmente de tipo incremental) son suficientes para solucionar el problema de contaminación generada por sus procesos productivos.

Fuente: Carrillo, del Río y Könnölä, 2011.

Otro factor interno relevante es la mínima competencia tecnológica que posea la empresa. La respuesta que las empresas pueden dar a las presiones que reciban del entorno para incorporar innovación sustentable estará dada por su mínima competencia tecnológica interna. Si bien la empresa puede complementar sus conocimientos internos con flujo de información y conocimiento externo, la capacidad que tenga para aprovechar esos flujos estará dada por las competencias ya instaladas al interior de la propia organización.

Este enfoque resulta interesante a la luz de la realidad latinoamericana, ya que la existencia de esta capacidad se relacionaría con las características de la empresa, como ser su tamaño, el sector de pertenencia, su vinculación con otros actores, etc. Las grandes empresas, a través de los recursos humanos calificados para tratar problemáticas ambientales y la existencia de departamentos de I+D, que pueden desarrollar y/o adaptar soluciones tecnológicas, estarían en mejores condiciones para resolver problemas tecnológicos o adaptar soluciones externas. Las pymes, dadas sus limitaciones y escasa vinculación con otras empresas, en cambio, tendrían una menor capacidad para hacer frente a esta situación.

### c) El enfoque evolutivo<sup>4</sup>

Este enfoque comprende al cambio tecnológico como un proceso de dependencia de la senda tomada (*path-dependency*), que sugiere que las tecnologías de producción actuales constituyen solo uno de los posibles caminos tecnológicos, pero que una vez que se ha optado por un camino específico no resulta fácil cambiarse a otra trayectoria tecnológica. Esto justificaría la intervención pública en el proceso de progreso tecnológico, ya que los gobiernos podrían reorientar las fuerzas de mercado hacia innovaciones más sustentables.

La incertidumbre es parte fundamental de este enfoque y el tratamiento de esta incertidumbre, por parte de las empresas, provocará que éstas innoven a lo largo de trayectorias conocidas.

Desde la definición de innovación propuesta por Schumpeter a la fecha distintos autores la han reelaborado proponiendo distintas tipologías, estas tipologías considerarían la magnitud de sus repercusiones en el sistema económico como la intensidad de sus relaciones con la ciencia y tecnología. De las distintas tipologías existente, la más difundida es la propuesta por Freeman y Pérez (1988) la que se puede ver en el cuadro 2 (CEPAL, 2010).

Para los evolucionistas la política tecnológica se justifica ya que en contextos donde se produce inercia tecnológica (*lock-in*) el costo de cambiar a tecnologías menos contaminantes es muy elevado, por lo tanto se justificaría la intervención pública como instrumento para resolver esta barrera. Según este enfoque, la innovación junto al cambio tecnológico serían elementos centrales en el desarrollo de las economías.

El enfoque evolutivo entrega razones adicionales a las fallas de mercado para justificar la intervención pública en materia de innovación sustentable. De acuerdo a este enfoque, en un contexto de inercia tecnológica (*lock-in*) los costos de cambiar (*switching costs*) a una tecnología menos contaminante pueden ser tan elevados, en especial para las mipymes, que toda intervención pública para mitigar esa barrera se justificaría plenamente.

---

<sup>4</sup> Los antecedentes del pensamiento evolucionista tienen su origen en la obra de Charles Darwin (1859). El siguiente autor que retoma estas ideas es Alfred Marshall (1890). Posteriormente el trabajo lo continúa Schumpeter quien definiendo la evolución en términos de los cambios institucionales y estructurales; colocó al cambio tecnológico en el centro del desarrollo económico y al empresario como agente promotor del cambio estructural (Calderón, Hartmann, 2010).

### RECUADRO 1 TIPOLOGÍAS DE INNOVACIÓN

Las innovaciones incrementales consisten en cambios pequeños y en apariencia poco significativos que, sin embargo, con el correr del tiempo y a medida que se acumulan, acarrear profundas consecuencias en la productividad y la competitividad internacional. Por su naturaleza muchas veces no suceden en departamentos formales de I+D ni se registran como patentes; están más relacionadas a procesos de “aprendizaje práctico” (*learning by doing*) y corrección de problemas (*trouble shooting*).

Las innovaciones radicales son eventos discontinuos, que se distribuyen en forma irregular a través de los sectores y del tiempo (Freeman, Clark y Soete, 1982). Su existencia depende de departamentos formales de I+D y, muchas veces, una interacción fuerte con la ciencia. Las innovaciones radicales representan un tipo de innovación cuya base es el esfuerzo sistemático e institucionalizado de grandes corporaciones que cuentan con considerables recursos financieros y tecnológicos.

Los cambios en el sistema tecnológico redefinen el contexto de una industria y los patrones de competencia en un cierto mercado, y desestabilizan estrategias hasta entonces dominantes. Tales cambios se asocian a un conjunto concatenado de innovaciones radicales y progresivas que afectan diversos sectores y transforman varias industrias, al mismo tiempo acompañadas de cambios en la forma de organización y gestión de las empresas.

Los cambios en el paradigma tecno-económico representan un conjunto de innovaciones interrelacionadas capaces de redefinir no solo el escenario de una cierta industria, sino el de un conjunto de industrias o, incluso, el de toda una economía (Freeman y Pérez, 1988). Como su nombre lo indica, son transformaciones en los paradigmas, es decir, en el conjunto de reglas y heurísticas que estructuran las formas en que las investigaciones se conciben y organizan, y, así, pautan nuevas direcciones y modalidades del progreso técnico a través de los distintos sectores. Para que exista este tipo de transformación son necesario algunos requisitos, como la oferta amplia y a bajo costo de un insumo clave (petróleo durante el paradigma metal-mecánico; chips y semiconductores en el paradigma de las tecnologías de la información), la posibilidad de usar las nuevas tecnologías en un conjunto muy diverso de sectores (*pervasiveness*) y ajustes en el marco social e institucional que eliminen barreras a la innovación y difusión del nuevo paradigma.

Fuente: CEPAL, 2010.

Por lo que para este enfoque es necesaria la implementación de políticas complementarias a las anteriormente propuestas. En este sentido, y dado que muchas veces el desarrollo de este tipo de tecnología completamente nueva implica un largo período de adaptación y aprendizaje, la creación de un espacio protegido durante un período de tiempo, en lo que se conoce con gestión estratégica de nichos, aparece como elemento clave.

En la práctica el enfoque evolutivo plantea que para apoyar las innovaciones sistémicas, que se relacionan con varios aspectos, tal es el caso de la innovación sustentable, se debería abordar el tema desde las diversas dimensiones de forma conjunta y coordinada. Es decir son necesarios instrumentos de política tecnológicas, instrumentos medioambientales, y otros tipos de instrumentos que permitan ayudar a la inclusión económica y social (Carrillo, del Río y Könnölä, 2011).

En la región la intervención pública en CTI, a través de instrumentos operativos, ha ido evolucionado en conjunto con otros procesos que han redefinido la arquitectura institucional en esta materia. Entre los instrumentos más novedosos se pueden encontrar los fondos tecnológicos, fondos sectoriales, estímulos al capital de riesgo, iniciativas de fomento a la cooperación entre universidad-empresa, la constitución de redes y las compras públicas, en esta última en especial las relacionadas a compras sustentables o también denominadas compras públicas verdes (CEPAL, 2010). Las dimensiones sociales y ambientales le incorporan un factor de complejidad al ya complicado paisaje científico-tecnológico de la región, que se vincula con la necesidad de pensar en nuevas políticas e instrumentos que incorporen dichos elementos dentro sus campos de acción e intervención.

## **4. Oportunidades de mejora de la competitividad de las pymes argentinas a través de la innovación sustentable: enseñanzas de estudios de caso**

El objetivo del análisis de los 4 estudios de caso presentados en este libro fue relevar las oportunidades de mejora en la competitividad de las pymes argentinas a través de la innovación sustentable. Para ello, se analizaron 4 sectores específicos de la República Argentina, priorizados en el Pan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Argentina Innovadora 2020”: alimentos, autopartes, madera y muebles y plásticos. En todos los casos se identificaron importantes oportunidades de mejora de la competitividad a través de innovaciones sustentables comercializadas o por comercializar.

Tanto en el mundo como en Argentina la problemática de la sustentabilidad ambiental se encuentra instalada en los desafíos actuales y futuros del sector productivo, de las cámaras empresariales y de las instituciones públicas de fomento productivo.

A partir de los estudios realizados en Argentina, se ha identificado que actualmente existen varias iniciativas, tanto a nivel nacional como sectorial, tendientes a reducir el impacto ambiental de los procesos productivos, y a reusar, reciclar y recuperar los desechos derivados de dichos procesos. A través de algunos ejemplos que se presentan en este libro se pueden ejemplificar las distintas iniciativas en el avance de la incorporación de innovaciones sustentables tanto en los 4 sectores analizadas como en toda la cadena de valor. Las innovaciones sustentables analizadas en el presente libro son un buen ejemplo e indicio de la importancia de la articulación entre los distintos actores de los sistemas nacionales de innovación. En este sentido, la incorporación de iniciativas amigables con el medioambiente es el resultado de la cooperación entre el sector productivo, las instituciones públicas responsables de fomentar el desarrollo productivo y de las universidades y los centros de investigación, que no solo permite el reposicionamiento de un sector sino que inclusive genera espacios atrayentes para la constitución de nuevos negocios.

Asimismo, los casos concretizados así como las numerosas oportunidades potenciales de innovación sustentable identificadas, presentan importantes herramientas para el análisis de las potencialidades y oportunidades de mejora de la competitividad que la innovación brinda al sector productivo, y en particular de las pymes. Pero también se evidencian los desafíos futuros que los sectores deberán enfrentar.

El éxito de la incorporación de innovaciones sustentables radica, en gran medida en la instrumentación de políticas públicas de fomento productivo y de innovación, así como de una adecuada y acertada respuesta desde el sector productivo y a una adecuada comercialización de las innovaciones, para asegurar su éxito en el mercado.

## **D. Reflexiones y conclusiones finales**

Los actuales desafíos del mundo moderno hacen necesario y urgente un modelo de desarrollo donde la sustentabilidad ambiental tenga un rol cada vez más destacado. Estos desafíos no son ajenos a América Latina y el Caribe, que enfrenta el reto de reorientar el actual paradigma del desarrollo con el fin de lograr la conciliación entre igualdad, crecimiento sostenido y sustentabilidad ambiental. Asimismo, la agenda para el desarrollo después de 2015 incorpora esta urgente necesidad y pone especial énfasis en el replanteamiento de las estrategias de desarrollo.

Sin embargo, la transición hacia economías sustentables no es sencilla y los países enfrentan varios desafíos a la hora de emprenderla. Los países desarrollados enfrentan el desafío de mantener tasas positivas de crecimiento económico con el menor impacto posible sobre el medioambiente, mientras que los países en desarrollo no solo deben enfrentar el mismo desafío, sino que además



deben aumentar el bienestar de la población sin imponer una excesiva degradación sobre el medioambiente, haciendo frente a los problemas de pobreza, inclusión y desigualdad.

Los modelos de producción existentes pueden generar crecimiento económico pero con graves presiones sobre la degradación del medio ambiente, teniendo consecuencias negativas en la calidad de vida de la población. En este sentido, las políticas de innovación pueden impulsar el crecimiento económico sin agotar ni ejercer una excesiva presión sobre los recursos naturales, y son un factor relevante a la hora de emprender la transición hacia economías más verdes. Asimismo, la innovación radical brinda espacios para una completa transformación de los sistemas productivos y no simplemente adaptar nuevas tecnologías a modelos ya existentes.

En esta instancia de fomento y transición hacia modelos de producción y desarrollo más sustentables, las políticas públicas juegan un rol fundamental para que los países puedan avanzar hacia estrategias de desarrollo sustentables e impulsar de esta manera crecimiento sostenido. Sin embargo, no existen políticas ni recetas únicas para implementar políticas y estrategias, sino que, por el contrario, las políticas y arreglos institucionales deben considerar las características económicas, políticas, ambientales y sociales de cada país.

También existen muchos desafíos a enfrentar por parte del sector productivo, en especial por parte de las empresas de menor tamaño para desarrollar un compromiso con la sustentabilidad de sus procesos productivos. Estos desafíos se ven obstaculizados por problemáticas propias de las pymes, como ser la carencia de acceso al crédito, la falta de personal capacitado así como la falta de información y conciencia acerca de la importancia y de la incorporación de procesos productivos sustentables.

Algunos países latinoamericanos han avanzado en la introducción de la innovación sustentable como herramienta de fomento a la competitividad de sus sectores productivos, tal es el caso de Argentina. A partir de los estudios realizados en este país, se ha identificado varias iniciativas tanto a nivel nacional como sectorial tendientes a reducir el impacto ambiental de los procesos productivos.

Dichas experiencias de innovaciones sustentables representan un buen ejemplo e indicio de la importancia de la articulación entre los distintos actores de los sistemas nacionales de innovación. En este sentido, la incorporación de iniciativas sustentables son resultado de la cooperación entre el sector productivo, instituciones públicas responsables de fomentar el desarrollo productivo y de universidades y centros de investigación y presentan importantes herramientas para el análisis de las potencialidades y oportunidades de mejora de la competitividad que la innovación brinda al sector productivo.

Otro de los elementos relevantes que se derivan de los análisis realizados es que el enfoque desde el ámbito productivo debe incorporar una visión de la innovación sustentable en sentido amplio (es decir que vincule los aspectos económicos, sociales y ambientales), y que este debe ser abordado desde una perspectiva sectorial pero también de cadena de valor. Los ejemplos analizados muestran un importante componente sectorial en cuanto al tipo de innovaciones que se pueden desarrollar en uno u otro sector, pero al mismo tiempo se identifican amplios espacios de trabajo conjunto en que por ejemplo lo que se realiza a nivel del sector plástico en materia de innovación sustentable se vincula fuertemente con los requerimientos y las nuevas tecnologías/productos/procesos que se pueden desarrollar en el sector de alimentos.

Por otra parte, dada la complejidad de la innovación sustentable y la cantidad de dimensiones que ella abarca, poder avanzar en el desarrollo de nuevas tecnología no solamente requiere del vínculo permanente entre los sectores público, privado, técnico y la sociedad civil, sino que también es necesario, y se abren importantes espacios para, un vínculo mucho más fuerte al interior de las propias instituciones públicas y entre las privadas.

Por último, dada la relevancia que tiene el acceso al conocimiento y tecnología para el desarrollo sustentable, para poder prosperar en este terreno es clave mejorar las capacidades de acceso a la misma por parte del mundo en desarrollo. Para ello se hace necesaria y urgente una discusión profunda y a nivel global sobre los derechos de propiedad intelectual del conocimiento y cómo la gestión de los mismos podría ayudar a cumplir con los objetivos de la agenda de desarrollo post-2015.

Los retos y amenazas del cambio climático son vistos como un problema mundial y como tales deben ser abordadas. Es decir, no solamente se requiere de un esfuerzo a nivel de los países en la materia sino que también es fundamental que haya una respuesta por parte del mundo en su conjunto, facilitando el acceso a la tecnología y el conocimiento, permitiendo así ajustar los patrones de producción a los nuevos requerimientos del desarrollo.

## Bibliografía

- Ashford, N. (2010), "Reflections on Environmental Liability Schemes in the United States and European Union: Limitations and Prospects for Improvement" in *Environmental Liability: Theoretical Developments and Applications*, (2010) pp. 59-69, Bar Association of Pireaus, Greece.
- Calderón Martínez, G. and Hartmann, D. 2010. Una revisión del pensamiento evolucionista y el enfoque de los sistemas de innovación. Una perspectiva del caso latinoamericano. *Revista Digital de Ciencias Sociales*, 1(1): 1-18.
- CEPAL (2010), *Innovar para crecer. Desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible e inclusivo en Iberoamérica*. Santiago de Chile.
- CEPAL (2014), *América Latina y el Caribe en la Agenda para el desarrollo después de 2015* reflexiones preliminares basadas en la triología de la igualdad. Santiago de Chile.
- Carrillo, J., González, P., y Könnölä, T. (2010), *Enfoques y políticas de eco-innovación*. En *Eco-innovación: Más allá de los factores, la productividad de los recursos naturales*, *Ekonomiaz revista vasca de economía*, ISSN 0213-3865, N. 75.
- Carrillo, J., del Río P. y Könnölä, T., (2011), *Enfoques y políticas de eco-innovación: Una visión crítica*. *Ekonomiaz revista vasca de economía*, ISSN 0213-3865.
- Fajnzylber, F. (1983), *La industrialización trunca de América Latina*, México, Ed. Nueva Imagen.
- Freeman, C. Clark, J. y Soete, L., (1982), *Unemployment and technical innovation: a study of long waves and economic development*, Greenwood Press.
- Freeman, C y Pérez, C., (1998), *Structural crisis of adjustment, business cycles and investment behaviour*, en *Technical Change and Economic Theory*. Frances Pinter, Londres.
- Katz, J., M. Lizuka y S. Muñoz (2011), "Creciendo con base en los recursos naturales, "tragedia de comunes" y futuro de la industria salmonera chilena", *Lc/L.3307-P*, CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- López, A. (1996), "Competitividad, Innovación y Desarrollo Sustentable", CENIT, DT N° 22, Buenos Aires.
- OCDE (2011a), *Towards green growth*.
- OCDE (2011b), *Fostering innovation for green growth*.
- Unión Europea (2013), *Libro Verde sobre una estrategia europea frente a los residuos de plásticos en el medioambiente*, COM(2013) 123 Comisión Europea, Bruselas.
- United Nations Conference on Sustainable Development, (2012), "The Future We Want", Rio de Janeiro, Brazil 20-22, June 2012. <http://hotsite.mma.gov.br/rio20/wp-content/uploads/THE-FUTURE-WE-WANT.pdf>



## **II. Oportunidad de mejoras en la competitividad industrial a través de la innovación sustentable**

### **Análisis del sector alimenticio**

*Jorge Micolauich*

#### **A. Resumen**

La industria mundial de alimentos enfrenta el desafío de producir para una población en constante crecimiento. En este escenario, Argentina se ha convertido en protagonista del sector y la forma de enfrentar el aumento esperado de la demanda de productos alimenticios es seguir incrementando la productividad; para lo cual es esencial el desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones.

Adoptar una innovación sustentable en la empresa implica contar con ciertos cambios al interior de ésta. Estos pueden ser: i) en la organización, ii) en la estrategia empresarial, o iii) en la competencia tecnológica de la empresa.

Ante un entorno globalizado la innovación es una obligación para la supervivencia, pero al mismo tiempo el concepto de desarrollo sustentable en sus diferentes categorías es una responsabilidad y compromiso de todos. Innovación y sustentabilidad son los caminos en pro de una mejor economía y sociedad cuando se entienden todos los beneficios que se obtienen al transitarlos, tanto para las empresas como para el medio ambiente y el consumidor en general. Entre los factores clave del desarrollo sustentable, se encuentra el crecimiento poblacional, la demanda energética, el cambio climático, la escasez de recursos y del agua, y el manejo de residuos, entre otros. Argentina se ha desarrollado como un importante productor y oferente de alimentos en los mercados mundiales, no es un mero espectador sino que ejerce un rol significativo en el comercio global de estos productos, que la colocan entre los primeros puestos de los productores de alimentos en el mundo. En los últimos cincuenta años, la producción de alimentos en la Argentina tuvo un crecimiento extraordinario, pasó de producir 44 millones de toneladas a más de 160 millones en la actualidad, es decir, el volumen se multiplicó en más de tres veces y media.

El objetivo del presente estudio es analizar la industria alimenticia en la Argentina con la finalidad de detectar y relevar ciertas oportunidades de mejora en la competitividad de sus pymes.

Ahora bien, dada la dimensión y heterogeneidad del sector no es posible realizar un estudio que lo abarque en su totalidad, por lo cual se optó por concentrarse sobre algunos subsectores específicos. Para ello, se efectuó un relevamiento de información existente disponible, como así también entrevistas a los distintos actores del sector y durante el desarrollo de talleres trabajo con el objetivo de identificar oportunidades de mejora en la competitividad industrial a través de innovaciones sustentables, identificándose una serie de oportunidades concretas aún no implementadas, pero con gran potencial a futuro.

El sector alimenticio Argentino representa alrededor del 25% del PBI industrial, está formado por 4.488 empresas de las cuales el 94% son pymes que emplean a unas 500.000 personas, logrando un alto nivel de perfeccionamiento y especialización manufacturera y desarrollando una cadena de valor con enormes oportunidades de elevar su contribución al desarrollo del país. Su alto grado de desarrollo innovador, la incorporación de nuevas tecnologías y su compromiso con la sustentabilidad ambiental son los factores que deben impulsar el continuo crecimiento y posicionamiento del sector afianzándolo en el mercado mundial.

## B. Introducción

La actividad productiva es uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico. Sin embargo, los residuos generados y el excesivo consumo de recursos naturales, pueden constituirse en agentes de deterioro del medio ambiente, restando sustentabilidad al crecimiento económico. Como consecuencia de ello, la sustentabilidad ambiental ha adquirido mayor importancia en el diseño de procesos, en la toma de decisiones de inversión y en la gestión productiva, maximizando la eficiencia de utilización de los recursos y minimizando las pérdidas de materiales y de energía.

La compatibilidad entre crecimiento económico y sustentabilidad ambiental es posible, siempre y cuando los países logren implementar procesos de innovación que incorporen el cuidado del medioambiente en sus economías. En este contexto, la innovación sustentable, que considera dentro de sus elementos aspectos medioambientales, sociales y económicos asoma como una de las herramientas que permitirán dar respuesta a este desafío (Rovira y Scotto, 2014)

El objetivo del presente estudio es analizar la industria alimenticia en la Argentina con la finalidad de detectar e identificar oportunidades de mejora en la competitividad de sus pymes en el sector. Para ello, entre el 20 de marzo y el 15 de mayo del presente año, se efectuó un relevamiento cualitativo de la información existente disponible, además de realizarse entrevistas a diversos representantes reconocidos dentro del ámbito como: la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios (COPAL), la Cámara Argentina de la Industria de Chacinados y Afines (CAICHA), la Cámara Argentina del Maní (CAM), informantes calificados dentro del ámbito de la investigación en universidades y centros de investigación y desarrollo, así como en el medio empresarial. Cabe mencionar, que en paralelo, se organizaron tres talleres participativos (Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba) con representantes de cámaras provinciales y empresarios del sector para trabajar sobre la identificación de oportunidades de innovación. En este punto es importante subrayar que debido a la cantidad de subsectores que constituyen el sector alimenticio, tanto los casos como las oportunidades refieren fundamentalmente a tres de ellos: al subsector de producción bovina, de producción aviar y de producción vitivinícola.

El sector alimenticio no escapa a la tendencia actual de la sociedad de búsqueda de procesos sostenibles, ya sea a través de la reducción de la cantidad de materias primas empleadas o del empleo de métodos productivos más seguros y respetuosos con el medio ambiente. Los avances tecnológicos se dejan ver de manera clara en los procesos de producción, conservación y envasado de cualquier industria del sector. Asimismo, las mejoras en procesos existentes mediante automatización y un mejor control sobre su aplicación son otros de los campos en los que la innovación, por parte de las empresas, es mayor.

Los temas innovación y sustentabilidad ambiental ya están instalados a nivel de empresas, e instituciones intermedias como la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios, la Cámara Argentina de la Industria de Chacinados y Afines, la Cámara Argentina del Maní y en los principales centros tecnológicos del país que colaboran en diferentes líneas de investigación y desarrollo como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Facultad de Agronomía de la UBA (FAUBA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), e instituciones públicas como la Secretaría de Energía de la Nación (SEN).

Esto se advierte a través de la implementación de distintos Programas como: GENREN BIOGAS licitación ENARSA 01/2010, Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER), Programa de «Yacarú Porá» planta de biogás provincia de Corrientes, Granja Tres Arroyos (Planta frigorífica La China) planta de tratamiento de efluentes líquidos avícolas, Programa de Mejora para el Desempeño Ambiental del Sector Productivo Entrerriano (PMDASPER) Las Camelias Departamento de Colón, Entre Ríos tratamiento integral de efluentes y la generación de biogás, Proyecto Piloto - INTI Energías Renovables Concepción del Uruguay - Entre Ríos.

En el estudio se ha identificado una serie de oportunidades concretas aun no implementadas, pero con gran potencial a futuro como por ejemplo: uso de la cascara de huevo como catalizador para la obtención de lactulosa, uso de la cascara de huevo para tratamiento de aguas contaminadas, embalaje biodegradable y compostable a partir de materias primas vegetales como el maíz o la patata, entre otras. Por otra parte, en este tipo de industria se generan multitud de subproductos con elevado potencial de aprovechamiento que en la actualidad no se utilizan y suponen un gasto para las empresas y problemas medioambientales. En tal sentido, el sector agroalimentario no escapa a las tendencias mundiales de búsqueda de procesos sostenibles, ya sea a través de la reducción de la cantidad de materias primas empleadas o del empleo de métodos productivos más seguros y respetuosos con el medio ambiente.

El documento está organizado en seis secciones incluido esta introducción. En la segunda sección se analizan las principales características del sector alimenticio. En este se incluye una breve descripción del contexto internacional, desarrollando alimentos básicos y procesados, y una breve reseña sobre seguridad alimentaria e inocuidad. En la tercera sección se desarrolla más en detalle del sector en Argentina, lo que da el marco para poder identificar áreas potenciales para la implementación de innovaciones sustentables de la cadena alimenticia. Luego, se expone la importancia de la innovación sustentable como herramienta de desarrollo, abordando los numerosos programas y herramientas que brindan el marco institucional para el desarrollo de las iniciativas de innovación sustentable en Argentina, describiéndolos sucintamente, para luego, enumerar los casos de innovaciones sustentables ya implementadas. En la quinta sección se expone una serie de potenciales oportunidades de innovación sustentable en los sectores bovino, avícola y vitivinícola vinculados al medio ambiente, que con su desarrollo contribuirían a la sustentabilidad y competitividad del sector alimenticio en Argentina. La sexta, y última sección, expone las principales conclusiones e implicancias del estudio.

## C. Perfil sectorial

La producción de agroalimentos en la República Argentina ha tenido, tiene y tendrá una trascendencia relevante tanto en el aspecto económico, como en lo social, territorial, comercial, cultural y político. Esta característica adquiere en estas décadas iniciales del siglo XXI una dimensión aún más relevante, por la irrupción en los mercados internacionales de un significativo número de nuevos demandantes de alimentos y con especial énfasis en productos con algún grado de transformación —estamos hablando de cerca de un tercio de la población mundial— cuya tendencia es marcadamente ascendente, y que se origina en crecientes aumentos de sus ingresos. Esta realidad viene acompañada de otra no menos importante, como es el caso de la disponibilidad de recursos no renovables (tierra y agua dulce), la

cual transforma a la producción de agroalimentos en un sector estratégico para aquellos países que cuentan con los mismos.

Este panorama lleva a encarar el análisis del sector en toda su dimensión, no sólo desde el punto de vista local, sino del desarrollo de su inserción en los diferentes segmentos de la elaboración y consumo de los mercados internacionales, analizando la articulación entre los eslabones que conforman cada una de las cadenas de valor. Por eso se comienza describiendo al sistema agroalimentario, como el “conjunto de las actividades que concurren a la formación y a la distribución de los productos agroalimentarios” (Malassis, 1979).

Dada la importancia de este sector estratégico para la Argentina y para los países emergentes, es que el documento que se presenta analiza no solamente la industria procesadora sino que incluye el primer eslabón de la cadena de valor, representado por los productos básicos o materias primas, tan necesarias como la propia industria procesadora para promover un desarrollo y crecimiento armónico de la producción de alimentos y bebidas en la región.

El sector de alimentos se constituye como uno de los más variados del mercado debido a las formas y técnicas de producción, además de la cantidad de productos y subsectores en los cuales se clasifican. De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas (CIIU Revisión 4 - 2009) la elaboración de productos alimenticios comprende la elaboración de los productos de la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca para convertirlos en alimentos y bebidas para consumo humano o animal, e incluye la producción de varios productos intermedios que no son directamente productos alimenticios. La división se organiza por actividades que se realizan con los distintos tipos de productos: carne, pescado, fruta, legumbres y hortalizas, grasas y aceites, productos lácteos, productos de molinería, alimentos preparados para animales y otros productos alimenticios y bebidas. La producción puede realizarse por cuenta propia o para terceras partes, como la matanza por encargo.

Consecuentemente, la industria alimenticia resulta sumamente amplia, pudiendo ser subdividida en los siguientes subsectores:

- Producción, procesamiento y conservación de carne vacuna y derivados
- Producción, procesamiento y conservación de carne aviar y derivados
- Producción, procesamiento y conservación de carne porcina y derivados
- Elaboración y conservación de pescado y subproductos
- Elaboración y conservación de frutas, legumbres, hortalizas, frescas y procesadas
- Producción de aceites y grasas de origen vegetal y animal
- Producción y procesamiento de leche y productos lácteos
- Productos de molinería
- Producción y procesamiento de almidones, glucosa y productos derivados del almidón
- Producción y procesamiento de alimentos preparados para animales
- Producción y procesamiento de panificados, pastas y galletitas
- Producción y procesamiento del azúcar
- Producción y procesamiento de cacao, chocolate y de productos de confitería (dulces y mermeladas)
- Producción de golosinas (caramelos, chupetines, chicles, pastillas, confites y grageas, turrone y bombones sin cacao)
- Producción de bebidas sin alcohol

- Producción y procesamiento de jugos
- Producción de cerveza
- Producción de vino y espumantes
- Producción de bebidas espirituosas (ginebra, vodka, whisky, licores dulces y secos, amargos, coñac, caña, brandy, grapa, tequila, entre otros)
- Producción de alcohol etílico a partir de sustancias fermentadas
- Producción de aguas minerales
- Producción de cuajos, fermentos y colorantes
- Producción de margarina y productos hidrogenados
- Producción de alimentos dietéticos
- Producción de salsas y conservas
- Producción y elaboración de mayonesas, condimentos, aderezos y especias
- Producción y elaboración de helados
- Producción y elaboración sal
- Legumbres secas
- Producción de otros productos alimenticios N.C.P.

Debido a la cantidad de subsectores que constituyen el sector alimenticio, el presente estudio se considera abordar para su desarrollo solamente a tres de ellos: el de producción bovina, el de producción aviar y el de producción vitivinícola, identificando en los mismos algunas innovaciones vinculadas a mejoras ambientales.

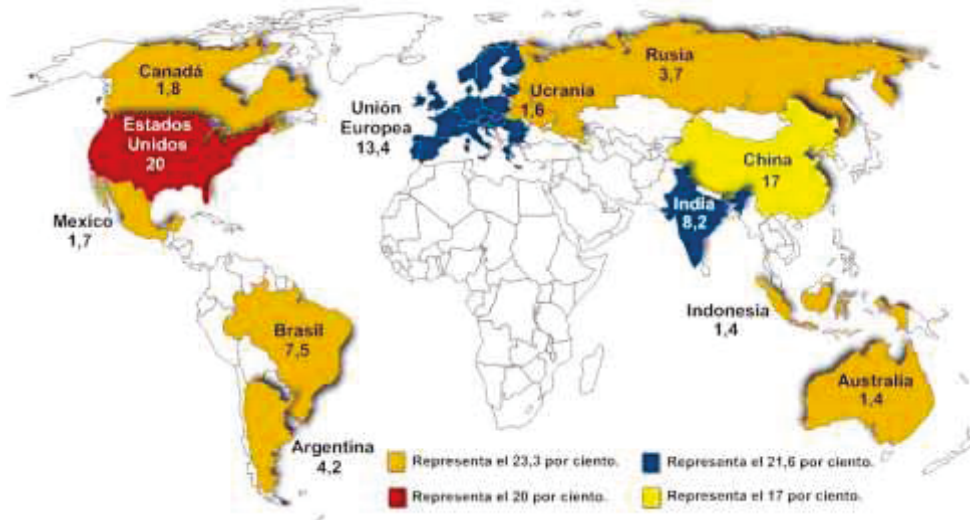
## 1. Contexto internacional

Las clases medias emergentes, el cambio climático, los altos precios de la energía, la globalización y los numerosos cambios dietarios están transformando el consumo, la producción y los mercados de alimentos. Asimismo, está aumentando fuertemente la demanda de alimentos listos para cocinarse y listos para consumirse. La diversificación agrícola hacia una producción agrícola de alto valor es un proceso en función de la demanda, en el cual el sector privado desempeña un papel fundamental (Gulati, Joshi y Cummings, 2007). Los riesgos asociados con el cambio climático producirán un impacto adverso en la producción de alimentos, lo cual complica aún más el reto de satisfacer la demanda mundial de alimentos. Por consiguiente, se ha previsto que la dependencia de la importación de alimentos aumentará en muchas regiones del mundo en desarrollo (IPCC 2007).

### a) Alimentos básicos - producción mundial

La producción mundial de alimentos per cápita ha aumentado de manera uniforme durante los últimos 30 años, con una tasa de crecimiento anual promedio del 1,2% durante el pasado decenio. Tanto los países en desarrollo como los desarrollados compartieron esta expansión, sin embargo la tasa de crecimiento de la producción per cápita fue más elevada en los países en desarrollo que en los desarrollados. Realizando un análisis en base a datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sobre la producción mundial de los principales productos agropecuarios como maíz, trigo, cebada, sorgo, soja grano y sus derivados aceite y harina, arroz, azúcar, carne bovina, porcina, aviar, y leche, se apreció que 12 países, incluida la región de la Unión Europea, producen en conjunto el 81,9% del total de la producción mundial de agroalimentos (USDA 2010 - FAO 2010) (ver mapa 1).

**MAPA 1**  
**PRODUCCION MUNDIAL DE ALIMENTOS**  
*(En porcentajes)*



Fuente: En base a datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2010.

Nota: Los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

En este sentido, resulta importante destacar que uno de los retos fundamentales para la producción mundial de alimentos es que para alimentar a las nueve mil millones de personas que habitarán la Tierra para el 2050, la producción alimentaria mundial tendrá que aumentar en un 60 por ciento (Alexandratos y Bruinsma, 2012).

## b) Alimentos básicos - producción en Latinoamérica

América Latina representa el futuro de la producción de alimentos en el mundo y su integración regional asegura la competitividad y calidad de los alimentos, satisfaciendo las demandas de los consumidores en los mercados nacionales, regionales e internacionales.

En este sentido, “América Latina tiene un gran potencial para ayudar a satisfacer la creciente demanda de nuestro planeta en alimentos, fibra y combustible de una manera sostenible y productiva. Al poner en marcha un amplio programa de políticas favorables a la agricultura, América Latina puede atraer las inversiones e innovaciones para convertirse en la despensa global del siglo XXI”. (Zeigle, 2013).

Su amplia zona geográfica dotada de abundantes recursos (es poseedora de un tercio del agua dulce y 24% de las tierras cultivables de mediano a alto potencial del planeta, de las 110 millones de hectáreas en cero labranza en todo el mundo, 25 millones de hectáreas están en Brasil y casi 20 millones en Argentina) le permite a la región contar con una gran diversidad climática, así como con mano de obra experimentada con capacidad para la innovación y mercados relativamente sólidos, desplegando un abanico de perspectivas productivas muy amplio para su crecimiento. La región es una importante productora, consumidora y exportadora de granos y cereales, carne bovina, porcina, aviar y sus subproductos, productos pesqueros y de alimentos procesados. En 2011, la región produjo el 60% de las exportaciones de soja del mundo y, entre 2006 y 2009, produjo el 45% del café y azúcar, el 44% de la carne vacuna, el 42% de las aves de corral, el 70% del banano, el 12% de los cítricos, el 13% del cacao y el 33% del maíz (Banco Mundial, 2011).



Ejemplo de la importancia de la producción latinoamericana y su influencia en el mundo, es el caso de industria cárnica brasileña. La industria cárnica brasileña es un ejemplo de cómo se está desarrollando este escenario. En términos generales, el sector pecuario brasileño ahora representa casi el 27% del PIB agrícola del país, y durante los últimos 10 años el país ha sido el mayor exportador de carne vacuna del mundo, gracias en gran parte a las inversiones en la recuperación de hatos mediante el mejoramiento genético y el cambio de los sistemas de producción a sistemas de corrales de engorde. Se estima que para finales de esta década, Brasil podría abastecer entre el 45% y 60% del mercado mundial de carne vacuna, con crecimiento en las exportaciones a los mercados de Asia y el Oriente Medio (Bonsall 2012).

La relevancia de la región en materia de producción de alimentos se evidencia también en algunos productos como azúcar, carne bovina y lácteos (FAO -ALADI, 2012).

**CUADRO 2**  
**PRODUCCIÓN DE AZÚCAR, LÁCTEOS Y CARNE BOVINA EN LOS CUATRO PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE ALADI, 2011-2012**  
*(En miles de toneladas)*

País	Azúcar		Carne bovina		Lácteos	
	Toneladas	Porcentaje del total ALADI	Toneladas	Porcentaje del total ALADI	Toneladas	Porcentaje del total ALADI
Argentina	2 030	4,0	2 530	15,0	11 990	15,3
Brasil	36 155	71,0	9 400	55,7	32 134	41,1
Colombia	2 450	4,8	930	5,5	7 350	9,4
México	1 075	2,1	1 820	10,8	2 175	2,8
ALADI	50 912	100,0	16 874	100,0	78 208	100,0

Fuente: Elaboración Oficina Regional para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAORLC) en base a datos de FAO-EST - 2012.

Dentro de los principales productores se destacan Argentina, Brasil y México en trigo y maíz (conjuntamente concentran el 80% y 89% de todo el trigo y el maíz producido en la región) y el Brasil, Colombia y el Perú, en el caso del arroz. En particular cabe mencionar que Argentina produce casi la mitad de todo el trigo en la región representando el 1,2% de la producción total mundial ocupando el decimocuarto lugar en el ranking de países productores (USDA/FAS y MinAgri - 2012/2013). La Argentina produce anualmente aproximadamente 2,6 millones de toneladas de carne vacuna, y es el primer productor y exportados a nivel mundial de aceite de maní (según datos del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca – MinAgri, 2012/2013).

En el caso de Brasil, es el primer productor del mundo de caña de azúcar, con una recolección de más de 700.000 toneladas anuales, y es el mayor productor a nivel mundial de café, con una producción anual estimada de 43 millones de sacos. Asimismo, es el segundo productor del mundo de cítricos con el 18% de la producción mundial, es el segundo productor mundial de soja con 74 millones de toneladas anuales, y es el segundo productor mundial de carne con alrededor de 10 millones de toneladas (según datos de la Oficina de Comercio Exterior (SECEX) y del Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior (MDIC) Brasil, 2013).

Para finalizar, México es el primer productor de café orgánico en el mundo, así como el primer exportador de cacao en polvo con azúcar. Ocupa el tercer lugar como exportador de fresas cocidas congeladas, en tanto que es el cuarto exportador de hortalizas y frutos conservados en vinagre. Asimismo, es el quinto exportador de productos de confitería sin cacao y productos a base de cereales obtenidos por inflado, octavo productor de cárnicos a nivel mundial, séptimo exportador de galletas dulces y noveno productor de alimentos procesados (según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (INEGI) y Global Insign, 2013).



### c) Clasificación de la industria de alimentos procesados

Si bien se podría pensar que esta es una industria relativamente homogénea, por el contrario dicho sector, registra una alta heterogeneidad a nivel de los productos: alimentos congelados empacados, productos lácteos, carne y derivados, aves y derivados, pescados y mariscos, dulces, frutas y verduras frescas, granos y leguminosas, etc. De hecho, lo que conocemos como industria de alimentos y bebidas en realidad es una serie de industrias o categorías, las cuales cada una posee características comunes (en general) y, a su vez, únicas. En la industria alimentaria, estos tipos diferentes de empresas, definidas por sus productos, se conocen como categorías (ver cuadro 3) que, conjuntamente, serán las que conformaran el 100% del mercado mundial de alimentos procesados.

**CUADRO 3**  
**CATEGORÍAS DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS PROCESADOS**

Productos	
Bebidas, alcoholes y vinagres	Hortalizas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua.</li> <li>• Bebidas.</li> <li>• Cerveza.</li> <li>• Vinos y mostos.</li> <li>• Otros fermentos.</li> <li>• Licores.</li> <li>• Vinagres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frescas.</li> <li>• Congeladas.</li> <li>• Secas.</li> <li>• Conservas y pulpas.</li> <li>• Tomate.</li> <li>• Jugos tomate y pimiento.</li> </ul>
Carnes	Frutas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bovinas</li> <li>• Porcina</li> <li>• Ovino y caprino</li> <li>• Menudencias comestibles</li> <li>• Aves</li> <li>• Otras carnes</li> <li>• Carnes y despojos procesados</li> <li>• Chacinados. salazones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De nuez.</li> <li>• Frescos.</li> <li>• Congelados.</li> <li>• Conservas.</li> <li>• Secos.</li> <li>• Jugos.</li> <li>• Dulces.</li> </ul>
Lácteos	Cereales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leche.</li> <li>• Leche polvo.</li> <li>• Leches concentradas.</li> <li>• Sueros, fermentos.</li> <li>• Lactosueros.</li> <li>• Mantecas.</li> <li>• Quesos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molinería.</li> <li>• Malta.</li> <li>• Inulina.</li> <li>• Gluten de trigo.</li> <li>• Preparaciones en base a cereales.</li> <li>• Pastas.</li> </ul>
Del mar	Azúcar y confitería
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pescados fresco.</li> <li>• Pescado congelado.</li> <li>• Filetes de pescado.</li> <li>• Pescados procesados.</li> <li>• Crustáceos y moluscos.</li> <li>• Conservas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confitería.</li> <li>• Chocolates.</li> <li>• Base frutas.</li> <li>• Cacao.</li> </ul>
Grasas, aceites y ceras	Huevos y miel.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grasas y aceites animal o vegetales.</li> <li>• Productos de su desdoblamiento.</li> </ul>	Café, té, yerba mate y especias.

Fuente: En base a datos de la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios (COPAL) 2013.

Sin embargo, dentro de estas categorías, podemos considerar las 13 principales acorde su participación en las ventas mundiales de alimentos procesados (ver cuadro 4), donde el primer lugar lo ocupa la panadería con el 21%, en segundo lugar los alimentos lácteos con el 20% y en tercero los alimentos procesados refrigerados con más del 10% (Euromonitor International, 2012).

**CUADRO 4**  
**PARTICIPACIÓN POR CATEGORÍA ACORDE A SUS VENTAS EN EL MERCADO MUNDIAL**  
**DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS PROCESADOS, 2012**  
*(En porcentajes)*

Categorías	Descripción	Participación en el mercado
Panadería	Alimentos horneados, biscochos y cereales para desayuno.	21,1
Lácteos	Leche, queso, productos de leche para beber y yogurt.	19,8
Alimentos procesados refrigerados	Pescado, pasta, pizza, carne procesada, sopa, ensaladas preparadas, frutas, etc.	10,5
Confitería	Confitería de azúcar, chicles, confitería con chocolate.	8,8
Alimentos procesados deshidratados	Sopas, postres, pasta, fideos y arroz.	6,8
Snacks dulces y saladas	Papas fritas, nueces, palomitas, tortillas y snack a base de maíz, pretzels, etc.	5,4
Alimentos procesados congelados	Comidas instantáneas, postres, fideos, productos del mar, vegetales, etc.	5,3
Aceites y grasas	Manteca, aceite para cocinar, margarina, aceite de oliva, aceite de semillas y vegetal	5,3
Salsas, aderezos y condimentos	Salsas para cocinar, dips, productos en vinagre, pasta y purés de tomate, etc.	5,2
Comida enlatada y conservada	Alubias, frutas, pasta, sopas, tomates, vegetales, etc.	4,3
Fideos, pastas y sopas	Pasta seca, enlatada o refrigerada, fideos instantáneos, etc.	4,1
Helados	Yogurt congelado, helado artesanal, helado para consumo en el hogar	3,3
Comida para bebé	Comida preparada y fórmula de leche.	2,2
Total alimentos procesados		100%

Fuente: En base a datos de Euromonitor, 2012.

#### **d) Alimentos procesados - producción mundial**

Existen una serie de problemas y, al mismo tiempo, oportunidades que debe enfrentar la industria alimenticia mundial en el corto y mediano plazo, como la escasez de recursos naturales, el impacto del cambio climático, la seguridad alimentaria, el incremento de la población mundial y las medidas proteccionistas. Esto hace que para el sector sea particularmente importante y necesario profundizar sobre sus capacidades de innovar, por ejemplo en alimentos funcionales, en tecnologías de empaque, en la complementación de la cadena de proveeduría con una mayor incorporación de las pymes, entre otros.

Hemos visto en los últimos tiempos que la inversión en tecnología se ha incrementado a nivel global, así como la automatización de los procesos productivos, lo cual ha permitido que la industria sea de las más significativas para las economías en términos de producción.

En 2012 la industria global de alimentos procesados alcanzó un valor de producción de 4.657 millones de dólares. Se estima que para el periodo 2012 a 2020 la industria presentará una tasa media de crecimiento anual (TMCA) del 7,5% (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI y Global Insight, 2013).

En el ranking mundial de países productores de alimentos del 2012 los que se destacaron por el crecimiento en el valor de producción fueron Rusia, China y Estados Unidos con un incremento del 16,1%, 8,6% y 4,6% respectivamente respecto al año 2011 (ver cuadro 5). Al día de hoy, China es el principal productor de alimentos procesados a nivel mundial seguido por EE UU y Japón.

**CUADRO 5**  
**PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS PROCESADOS, 2012**  
*(En millones de dólares y porcentajes)*

País	Producción 2012	Crecimiento 2011-2012	Participación (en porcentajes)
China	1 041	8,6	22,4
Estado Unidos	732	4,6	15,7
Japón	312	0	6,7
Brasil	242	11,7	5,2
Alemania	175	-6,9	3,8
Francia	161	-4,7	3,5
Italia	137	-6,8	2,9
Rusia	130	16,1	2,8
México	124	2,3	2,7
India	111	0,9	2,4
Otros	1 492	-0,3	32,0
Total	4 657	1,6	100,0

Fuente: En base a datos de IHS Global Insight, 2012.

#### e) Seguridad e inocuidad alimentaria

El concepto de seguridad alimentaria es utilizado a partir de 1974 por la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) definiéndolo como un derecho de todas las personas a una alimentación nutricional adecuada, retoma así documentos internacionales que desde 1924 reconocen a la alimentación como uno de los derechos fundamentales del ser humano y como tal se encuentra en las actas fundacionales de la Organización y en su mismo preámbulo. Los Estados que aceptan esta Constitución "... fomentan el bienestar general... a los fines de: elevar los niveles de nutrición y vida...; mejorar el rendimiento de la producción y la eficacia de la distribución de todos los alimentos y productos alimenticios y agrícolas; mejorar las condiciones de la población rural; y contribuir así a la expansión de la economía mundial y a liberar del hambre a la humanidad". (FAO, 1965).

*"Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana."* (CMA, 1996).

Esta definición, señala las siguientes dimensiones de la seguridad alimentaria:

- i) Disponibilidad de alimentos: La existencia de cantidades suficientes de alimentos de calidad adecuada, suministrados a través de la producción del país o de importaciones (comprendida la ayuda alimentaria).
- ii) Acceso a los alimentos: Acceso de las personas a los recursos adecuados (recursos a los que se tiene derecho) para adquirir alimentos apropiados y una alimentación nutritiva. Estos derechos se definen como el conjunto de todos los grupos de productos sobre los cuales una persona puede tener dominio en virtud de acuerdos jurídicos, políticos, económicos y sociales de la comunidad en que vive (comprendidos los derechos tradicionales, como el acceso a los recursos colectivos).
- iii) Utilización: Utilización biológica de los alimentos a través de una alimentación adecuada, agua potable, sanidad y atención médica, para lograr un estado de bienestar nutricional en el que se satisfagan todas las necesidades fisiológicas. Este concepto pone de relieve la importancia de los insumos no alimentarios en la seguridad alimentaria.

- iv) Estabilidad: Para tener seguridad alimentaria, una población, un hogar o una persona deben tener acceso a alimentos adecuados en todo momento. No deben correr el riesgo de quedarse sin acceso a los alimentos a consecuencia de crisis repentinas (por ej., una crisis económica o climática) ni de acontecimientos cíclicos (como la inseguridad alimentaria estacional). De esta manera, el concepto de estabilidad se refiere tanto a la dimensión de la disponibilidad como a la del acceso de la seguridad alimentaria.

### *Calidad e inocuidad alimentaria*

Ante el proceso de globalización actual, la industria alimenticia se encuentra condicionada a modificar su actitud hacia el mercado y es allí donde surge la calidad como un elemento de distinción de los productos. La calidad de este tipo de productos está determinada por el cumplimiento de los requisitos legales y comerciales, la satisfacción del consumidor y la producción en un ciclo de mejora continua.

“La calidad de los alimentos es una característica compleja que determina su valor o aceptabilidad para el consumidor. Abarca atributos negativos como el estado de descomposición, contaminación con suciedad, decoloración y olores desagradables, y atributos positivos, como origen, color, aroma, textura y métodos de elaboración de los alimentos “(OMS/FAO, 2003).

Las preocupaciones concretas sobre los riesgos alimentarios se han centrado en general en los siguientes aspectos: riesgos microbiológicos (*Salmonella* spp, *Vibrio cholerae*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella* sp, *E coli* O157, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, entre otros), residuos de plaguicidas, utilización inadecuada de los aditivos alimentarios, contaminantes químicos, incluidas las toxinas biológicas, adulteración, organismos genéticamente modificados, alérgenos, residuos de medicamentos veterinarios y hormonas que promueven el crecimiento utilizados en la producción animal.

Cada año enferman millones de personas, muchas de las cuales mueren, por ingerir alimentos insalubres. Los alimentos están aumentando en todo el mundo y las interconexiones de las actuales cadenas alimentarias mundiales hacen que los patógenos presentes en los alimentos se transmitan más ampliamente y a mayores distancias. En el decenio pasado hubo brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos en todos los continentes y, en muchos países, la frecuencia de esas enfermedades está aumentando de forma significativa. Las enfermedades más frecuentes transmitidas por alimentos contaminados son: diarreas, hepatitis A, gastroenteritis, cólera, amibiasis, fiebre tifoidea, síndrome urémico hemolítico, Síndrome Guillan Barre, intoxicaciones por estafilococos e intoxicaciones alimentarias, puesto que los habitantes de las zonas urbanas consumen más comidas preparadas fuera de casa, que pueden no ser manipuladas o preparadas adecuadamente y entre las que se incluyen los alimentos frescos, los pescados, las carnes y las aves.

La inocuidad de los alimentos es un problema mundial, y la globalización de la producción y el comercio de alimentos aumentan la probabilidad de que se produzcan incidentes internacionales con alimentos contaminados. La existencia de sistemas más sólidos de vigilancia de la inocuidad de los alimentos en los países exportadores puede reforzar la seguridad sanitaria tanto local como transfronteriza (Kopper; Calderón; Schneider; Domínguez; Gutiérrez, 2009).

Hay enfermedades emergentes ligadas a la producción de alimentos. Aproximadamente un 75% de las nuevas enfermedades infecciosas humanas aparecidas en los últimos 20 años fueron causadas por bacterias, virus y otros patógenos que surgieron en animales y productos animales. Muchas de esas enfermedades humanas están relacionadas con la manipulación de animales domésticos y salvajes durante la producción de alimentos en los mercados y mataderos. La prevención de las infecciones de los animales en las granjas de producción puede reducir las enfermedades transmitidas por los alimentos. Por ejemplo, reduciendo en un 50% la cantidad de salmonellas presentes en los pollos a través de una mejor gestión de las granjas se reduce en un 50% el número de personas que enferman por esa bacteria (las poblaciones de pollos sin salmonella son cada vez más frecuentes en algunos países). Todos los participantes en la cadena de suministro deben tomar medidas

para mantener la inocuidad de los alimentos, desde el productor hasta el consumidor, pasando por el procesador y el vendedor.

### *Trazabilidad*

La trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapa(s) especificada(s) de la producción, transformación y distribución (Codex Alimentarius).

Este concepto lleva esencialmente a la necesidad de poder identificar cualquier producto dentro de la empresa, desde la adquisición de las materias primas o mercancías de entrada, a lo largo de las actividades de producción, transformación y/o distribución que desarrolle, hasta el momento en que el operador realice su entrega al siguiente eslabón en la cadena.

Seguir el rastro de los alimentos desde sus orígenes hasta su consumo, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución ayuda a encontrar posibles puntos frágiles que vulneran la seguridad en el consumo.

La finalidad de la trazabilidad es mejorar la eficacia del sistema de control de la inocuidad de los alimentos a lo largo de la cadena alimentaria. De esta manera, si aparece un problema, se dispone de la información necesaria para proceder a su localización dentro de la cadena alimentaria, identificar las causas, adoptar las medidas correctoras y, si es necesario, retirar la partida del mercado. Teniendo en cuenta este contexto, los elaboradores de alimentos deben diseñar e implementar un sistema documental y de registros que les permita llevar adelante un seguimiento de la trazabilidad (hacia atrás y hacia delante) de sus productos.

Mientras que la trazabilidad hacia atrás permite conocer las materias primas (ingredientes) que forman parte de un producto, envases y otros materiales utilizados, así como identificar a sus proveedores, la trazabilidad hacia delante permite conocer dónde se ha vendido/distribuido un lote determinado de un producto alimenticio (identificación del producto, lotes, cantidades, fecha de entrega y destinatario). Por otra parte, la trazabilidad interna o del proceso, permite hacer un seguimiento de los productos procesados en el establecimiento y conocer sus características; tratamientos recibidos y circunstancias a las que han estado expuestos

### *Regulación mundial - Codex Alimentarius*

El Codex Alimentarius, es el órgano de las Naciones Unidas responsable de regular los alimentos. La Comisión del Codex Alimentarius (CAC), gestionada conjuntamente por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establece normas internacionales de inocuidad y calidad de los alimentos a fin de fomentar la producción de alimentos más sanos y nutritivos para los consumidores en todo el mundo. Las normas del Codex sirven en muchos casos para fundamentar la legislación nacional y como criterio de referencia en materia de inocuidad de los alimentos en el ámbito del comercio internacional.

El Programa conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias se basa en el desarrollo de normas alimentarias, reglamentos y otros textos relacionados como códigos de prácticas. Desde su creación, en 1963, la tarea de proteger la salud de los consumidores y garantizar unas prácticas equitativas en el comercio de alimentos no ha sido nada fácil. A pesar de que las normas adoptadas por el Codex Alimentarius no son vinculantes desde el punto de vista jurídico, tienen un gran peso y una base científica sólida, con miles de normas, que pueden ser generales o específicas, los campos que se abarcan son numerosos: higiene, etiquetado, residuos de pesticidas, medicamentos en veterinaria, sistemas de inspección, métodos de análisis, aditivos alimentarios, contaminantes, nutrición o exportaciones e importaciones son algunos de los campos que cubren las normas. En cuanto a los alimentos, las normas tienen en cuenta desde frutas y verduras frescas, congeladas, zumos de fruta, cereales, legumbres, hasta grasas y aceites, pescado, carne, azúcar, cacao y chocolate, entre muchos otros alimentos.



Con el advenimiento de la ingeniería genética, la Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius (CCA) estableció un Grupo de Acción Intergubernamental especial sobre alimentos obtenidos por medios biotecnológicos, a fin de examinar las consecuencias para la salud y la nutrición de este tipo de alimentos. La FAO y la OMS facilitan la base científica del trabajo del Grupo de Acción mediante una serie de consultas de expertos que dictan normas, regulaciones y recomendaciones sobre los criterios, técnicas y métodos a aplicar en la evaluación de riesgos alimentarios.

### *Normas y procedimientos internacionales de seguridad alimentaria*

Varios han sido los factores que han contribuido a la necesidad de desarrollar normas uniformes de calidad y seguridad alimentaria. Dentro de éstos se destacan: las demandas de los consumidores, la responsabilidad cada vez mayor de los distribuidores, el incremento de requisitos legales, y la globalización en el suministro de productos. Ello ha provocado la aparición de las normas IFS, BRC, ISO 22000, etc., todas ellas enfocadas a garantizar la implantación de un sistema de gestión que avale la seguridad de los productos alimentarios fabricados. Los objetivos básicos que se persiguen con la certificación de estas normas son: aumentar la confianza de los consumidores y las exigencias de los consumidores potenciales, mejorar la seguridad alimentaria, trabajar con entidades de certificación acreditadas y auditores calificados, conciliar la seguridad alimentaria y el control de calidad, permitir la evaluación de los proveedores en base a un estándar o norma internacional, asegurar una mayor facilidad para la comparación y la transparencia a lo largo de toda la cadena de suministro, proporcionar a los consumidores una visión global de los puntos fuertes y las oportunidades de mejora de los proveedores, demostrar la conformidad con los requisitos legales y reglamentarios de la empresa certificada.

La Norma Mundial de Seguridad Alimentaria BRC tiene por objeto especificar los criterios de seguridad, calidad y funcionamiento en organizaciones dedicadas a la fabricación de alimentos suministrados como productos alimentarios con marca del minorista, productos alimentarios de marca y productos alimentarios o ingredientes destinados a empresas de servicios alimentarios, empresas de catering y fabricantes del sector alimentario, con la finalidad de garantizar que dichas empresas asumen sus obligaciones en materia de cumplimiento de la legislación y protección del consumidor.

La Norma Internacional ISO 22000 especifica requisitos para implantar un sistema de gestión de la inocuidad de alimentos cuando una organización en la cadena alimentaria necesita demostrar su capacidad para controlar los peligros relacionados con la inocuidad de los alimentos, con el objeto de asegurarse de que el alimento es inocuo en el momento del consumo humano. Es aplicable a todas las organizaciones, sin importar tamaño, que estén involucradas en cualquier aspecto de la cadena alimentaria y deseen implementar sistemas que proporcionen de forma coherente productos inocuos (producción, procesamiento, distribución, almacenamiento y manipulación).

La norma IFS (International Food Standard) es una norma creada en colaboración de las federaciones de las cadenas de distribución de Alemania, Francia e Italia, que regula los sistemas de gestión de la calidad, en empresas del sector de la alimentación, con el objetivo de lograr la máxima seguridad en los procesos de fabricación y/o manipulación de alimentos. Está enfocada a todas las empresas del sector de la alimentación que sean fabricantes o envasadores de productos alimenticios, sobre todo aquellos que son proveedores de productos alimenticios con marcas del distribuidor.

Sistema APPCC, (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) es un método operativo estructurado e internacionalmente reconocido que ayuda a las organizaciones de la industria de alimentos y bebidas a identificar sus riesgos de inocuidad alimentaria, evitar peligros de inocuidad alimentaria y abordar el cumplimiento legal. Con él se identifican, evalúan y previenen todos los riesgos de contaminación de los productos a nivel físico, químico y biológico a lo largo de todos los procesos de la cadena de suministro, estableciendo medidas preventivas y correctivas para su control, tendentes a asegurar la inocuidad, y el derecho básico de protección de los consumidores frente a los riesgos que puedan afectar a su salud y seguridad. La aplicación de procedimientos basados en los principios del APPCC es un requisito legal en todos los niveles de la cadena alimentaria a excepción de la producción primaria.

## D. El sector alimenticio en la Argentina

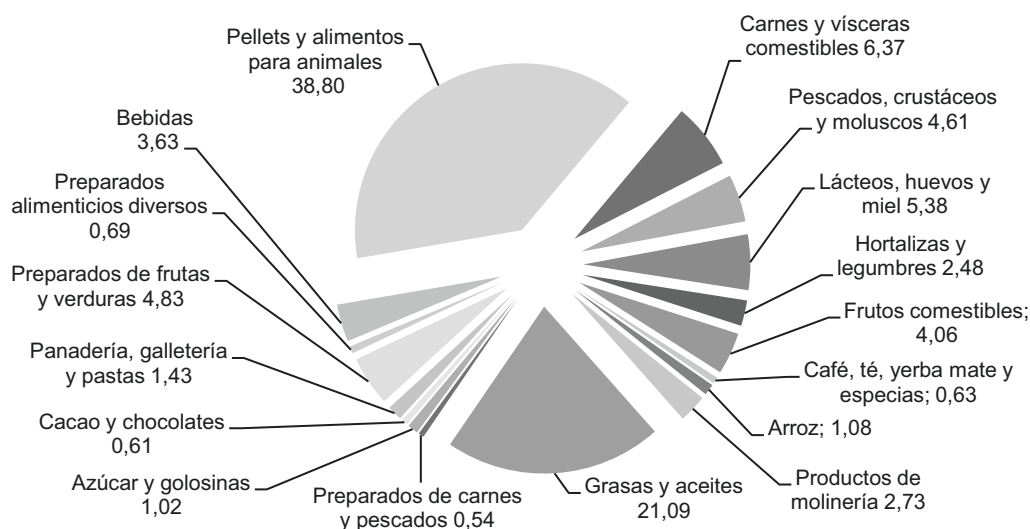
La Argentina en los últimos cincuenta años se ha desarrollado como un importante productor y oferente de alimentos en el contexto de los mercados mundiales. Este crecimiento se apoya en tres pilares esenciales que la han llevado a desarrollar un papel significativo en el comercio global de estos productos:

- Sus numerosos recursos naturales.
- Una mano de obra capacitada y experimentada.
- Eficiencia en la producción.

Las 31 cadenas agroalimentarias que existen en el territorio nacional representan el 15% del PIB, aproximadamente el 48% de las ventas al exterior, y el 11% de los puestos de trabajo nacionales (Anlló, Bisang y Salvatierra, 2010).

Entre esas cadenas, las más destacadas son la de los Pellets y alimentos para animales: 38,8% y la de grasas y aceites, que representan un 21% (ver gráfico 1).

**GRÁFICO 1**  
**PARTICIPACIÓN DE PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**  
**Y BEBIDAS POR RUBRO, 2012**  
(En porcentajes)



Fuente: En base a datos de la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios (COPAL), 2013

La evolución de la industria de alimentos en la última década demuestra claramente el crecimiento y desarrollo que ha tenido la misma en el país (ver cuadros 6 y 7).



**CUADRO 6**  
**PRIMEROS PUESTOS EN EL RANKING MUNDIAL DE ALIMENTOS**  
**Y BEBIDAS ARGENTINOS, 2013**

Como productor	Como exportador
Yerba Mate	Yerba Mate
Jugo concentrado de limón	Jugo concentrado de limón
Aceite esencial de limón	Aceite esencial de limón
Alfajores	Aceite de soja
Aceite de maní	Alfajores
Mosto	Aceite de maní
Caramelos	Maní
Dulce de leche	Caramelos

Fuente: En base a datos de la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios (COPAL), 2013.

**CUADRO 7**  
**SEGUNDO A QUINTO PUESTO EN EL RANKING MUNDIAL DE ALIMENTOS**  
**Y BEBIDAS ARGENTINOS, 2013**

Como productor	Como exportador
Jugo concentrado de manzanas	Aceitunas
Aceitunas	Harina de trigo
Harina de trigo	Aceite de girasol
Aceite de soja	Mosto
Miel natural	Miel natural
Aceite de girasol	Leche entera en polvo
Leche entera en polvo	Peras
Vinos	
Peras	

Fuente: En base a datos de la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios (COPAL), 2013.

Argentina tiene el potencial para consolidar y aumentar su relevancia como participante de los mercados internacionales de productos alimenticios. En lo que concierne al panorama global, el análisis del contexto en los próximos años muestra grandes oportunidades de crecimiento para la Argentina, que cuenta con cultivos, cuyos altos rendimientos se ubican entre los principales del mundo, que proporciona la posibilidad de transformar las exportaciones de granos y subproductos derivados en exportaciones de productos elaborados y con un mayor valor agregado.

Otra variable clave a tener en cuenta la constituye la productividad, ya que la forma de enfrentar el aumento esperado de la demanda de productos alimenticios es seguir incrementándola. Para ello es esencial el desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones. Cada vez más las empresas invierten y desarrollan herramientas que fomentan la mejora continua de la calidad integral dentro de su organización. Argentina ha venido trabajando en estos procesos teniendo en cuenta que de toda la producción de alimentos, más del 40% tiene como destino el mercado externo. Asimismo, la cooperación estratégica entre los diferentes eslabones de la cadena productiva como una mayor integración —vertical y horizontal— en la producción y en la comercialización podría permitir establecer objetivos conjuntos, como el desarrollo de productos y el aumento del valor agregado.

En los últimos diez años, desde 2004 a la fecha, la industria alimenticia ha experimentado una dinámica positiva constante con un incremento en su actividad de más del 60%. El sector de Alimentos y Bebidas en Argentina representa alrededor del 25% del PBI industrial y el 4,6% del PBI total de la economía, mientras que las exportaciones del sector alcanzan a 27.901 millones de dólares

representando el 33,6% del total de las exportaciones nacionales, y sus importaciones por un monto de 1.482 millones de dólares, solo representan el 2%, generándole en su balanza comercial una relación exportación- importación muy favorable para el país.

## 1. Exportaciones del sector alimenticio

En las exportaciones del sector se pueden distinguir tres grandes grupos: i) el de los “commodities” primarios o procesados (principalmente los granos y sus derivados y, en particular, los productos oleaginosos procesados), ii) los productos frescos con mínimas transformaciones vinculadas a la conservación y transporte (frutas, hortalizas y pescado fresco), y iii) los alimentos procesados (lácteos, carnes, jugos de frutas, alimentos preparados, etc.). Los “commodities” constituyen, en la producción primaria nacional, un segmento muy importante de las exportaciones agroalimentarias (ver cuadro 8). Argentina se encuentra entre los tres principales exportadores mundiales de harina de trigo y es el principal proveedor de harina de trigo de Brasil y Bolivia. Asimismo, en los primeros tres trimestres de 2013, las exportaciones de los diversos productos de origen agropecuario llegaron al representar el 60% del total de las exportaciones de Argentina.

**CUADRO 8**  
**EXPORTACIONES ARGENTINAS INDUSTRIA ALIMENTOS Y BEBIDAS**  
(En miles de dólares FOB)

Producto	2012	2013	Ene-may 2013	Ene-may 2014
Carnes y vísceras comestibles	1 785 810	1 865 174	766 397	706 815
Pescados, crustáceos y moluscos	1 291 376	1 459 050	464 090	507 505
Lácteos, huevos y miel	1 507 455	1 633 914	529 709	655 945
Hortalizas y legumbres	696 027	448 581	325 481	151 099
Frutos comestibles	1 138 537	1 225 923	638 043	468 983
Café, té, yerba mate y especias	176 930	196 282	87 333	101 105
Arroz	301 549	289 374	106 497	148 531
Productos de molinería	763 910	423 999	191 347	199 783
Grasas y aceites	5 910 590	5 128 591	2 133 723	1 754 044
Preparados de carnes y pescados	151 430	125 768	54 752	40 854
Azúcar y golosinas	285 908	244 114	89 175	47 649
Cacao y chocolates	172 208	142 565	58 445	58 464
Panadería, galletería y pastas	401 784	457 561	179 473	206 264
Preparados de frutas y verduras	1 354 255	1 267 102	467 106	355 258
Preparados alimenticios diversos	193 063	188 098	77 918	77 214
Bebidas	1 016 790	971 596	365 260	371 928
Pellets y alimentos para animales	10 872 206	11 833 742	4 258 205	4 958 193
<b>Total productos alimenticios</b>	<b>28 019 828</b>	<b>27 901 434</b>	<b>10 792 954</b>	<b>10 809 635</b>

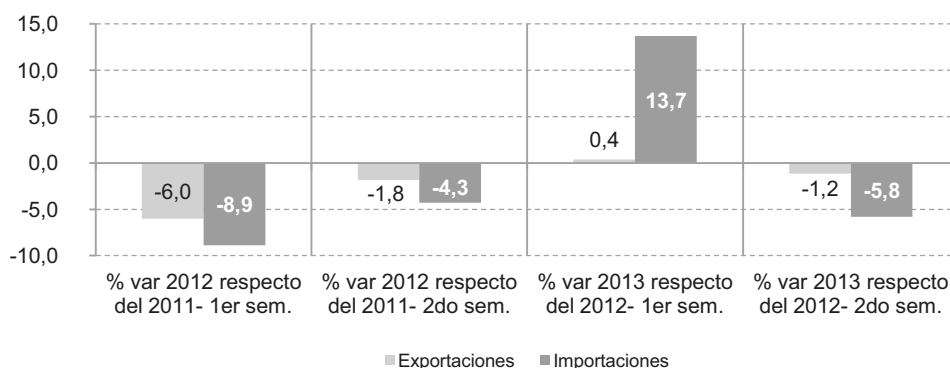
Fuente: Coordinadora de las Industrias de Productos alimenticios (COPAL) en base a INDEC, 2014.

La relevancia de la industria de alimentos y bebidas en el país es evidente. En los últimos 10 años las exportaciones de esta industria crecieron por encima del 200%, y representan el 34% de valor de las exportaciones totales del país (COPAL, 2013).

Efectuando un análisis comparativo de los rubros “exportaciones” e “importaciones” de alimentos y bebidas de los años 2011/2012 y primer semestre del 2013 en el ámbito global se observa (ver gráfico 2) que: en el primer semestre del año 2012, las exportaciones tuvieron una baja del 8,87% con relación al mismo periodo del año anterior (2011), mientras que las importaciones tuvieron una

reducción del 6,02% respecto del primer semestre del 2011. El segundo semestre 2012, las exportaciones resultaron un 4,29% menor respecto a igual periodo del año pasado y las importaciones estuvieron 1,85% por debajo del registrado al segundo semestre del año anterior (2011). Ya en el año 2013, durante el primer semestre las exportaciones tuvieron un aumento del 4,08% con relación a igual periodo del año 2012, mientras que las importaciones presentaron una suba del 0,02% con relación al volumen alcanzado en el mismo período del año anterior. De esta forma se observa claramente la progresión y el aumento tanto de exportaciones como de importaciones en el transcurso de los años.

**GRÁFICO 2**  
**IMPORTACIONES EXPORTACIONES DE LA IAB, 2011- 2013**  
(En porcentajes)



Fuente: En base a datos de la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios (COPAL) 2013.

## 2. Cadena productiva del sector alimenticio

Desde el punto de vista de la industria de los alimentos, los principales sectores vinculados directamente son primeramente la producción primaria, este eslabón de la cadena está constituido por agricultores de diversos tamaños, con distinto grado de organización, y cuyo nivel tecnológico depende en gran medida del volumen de su producción y del grado de vinculación con la industria procesadora; pudiendo estar o no integrado verticalmente con el eslabón del proceso. En la medida que el tamaño del mercado se expande, se tiende a la especialización de cada eslabón, vinculándose entre los mismos en una relación más permanente de proveedor-procesador. Dentro de la producción primaria, en algunos casos, podemos encontrar procesos intermedios que son realizados por el mismo sector, como, por ejemplo, el secado que se realiza de algunas frutas y hortalizas deshidratadas. Luego se encuentran los intermediarios, quienes operan como acopiadores y que pueden ser productores, caracterizándose como proveedores de productos. El abastecimiento o compra de los productos se hace principalmente en el propio campo o en puerta de quinta de los agricultores, algunos incluyen la compra en centro de acopio. Otro actor eslabón de la cadena son las procesadoras quienes, en general, presentan un nivel de organización más desarrollado, en el que se requiere determinada capacidad de inversión, capital de trabajo, capacidad de comercialización y de vinculación con proveedores. En cuanto a las procesadoras exportadoras, las mismas presentan vínculos con productores, intermediarios y mayoristas, independientemente con uno de ellos, o con varios. En algunos casos, los industriales pueden ser directamente exportadores, y también se identifican, industriales y exportadores que son productores.

Continuando con el proceso de comercialización, las comercializadoras o distribuidoras son un intermediario entre la industria de los alimentos procesados y el consumidor (cadenas minoristas nacionales e internacionales, etc.) que se basan en una adecuada planeación y organización de todas las operaciones necesarias hasta finalmente llegar de manera oportuna al cliente (nacional o internacional). Posteriormente, las proveedoras de bienes y servicios relacionados componen un grupo

de empresas tan diversas como los insumos o servicios que proveen. En este grupo se encuentran los envases, empaques y embalajes, maquinarias, servicios de mantenimiento, sustancias químicas industriales básicas, servicios de análisis, reciclado y disposición de residuos y efluentes de origen industrial, de gestión, gestión de recursos, servicios logísticos y de transporte, entre otros. Finalmente aparecen en escena las empresas de la industria de ingredientes, las cuales forman parte de las proveedoras de bienes y servicios de la industria de los alimentos procesados. Se entiende como ingrediente alimentario, en su sentido más amplio, a cualquier materia prima, producto elaborado, condimento u otro, que pueda utilizarse para la elaboración y conservación de un producto alimentario. Los ingredientes alimentarios cubren una gran variedad de objetivos totalmente diferentes, como la potenciación de los sabores, colores y olores, la conservación de los alimentos, la mejora de texturas, formas y presentaciones, entre otros.

A continuación, y a modo de ejemplo dentro de la cadena de valor de alimentos se abordan en particular tres ramas de producción: bovina, avícola y vitivinícola.

### 3. Sector bovino

A diferencia de los *commodities* agrícolas el producto carne vacuna es poco estandarizado, ya que de un mismo animal se obtiene una gran cantidad de grupos de productos y subproductos y a su vez, dentro de cada uno de los grupos una importante variedad de cortes. Al mismo tiempo, las características que posea el ganado en pie (materia prima de la industria) diferencian el tipo de carne y sus destinos finales, ya sea el consumo interno o la exportación. En principio puede distinguirse dos tipos de ganadería: de engorde en base a granos (ganado de feedlot) y de pasturas con distintos grados de intensificación.

Estas características, sumadas a variables como tipo de ganado (vaca, vaquillona, novillo, novillitos, toro), raza y edad de faena, tienen impacto en el rendimiento de los animales en términos de carne.

La producción que se realiza a partir de los bovinos se caracteriza por su diversificación, ya que usualmente la totalidad del animal se transforma, con un grado mayor o menor de procesamiento, en algún producto intermedio o final y sus correspondientes subproductos, como el cuero, pezuñas, tripas (cuyo destino puede ser el consumo final o su utilización para la producción de embutidos), menudencias (lengua, corazón, mollejas, rabo, sesos, hígado, mondongo, librillo, entraña gruesa y carne de quijada) y otros que requieren aún cierto procesamiento para constituirse en insumos de otras industrias (grasas, harinas de carne y de hueso, colágeno, catgut, glándulas como la tiroidea, la hipófisis o el páncreas).

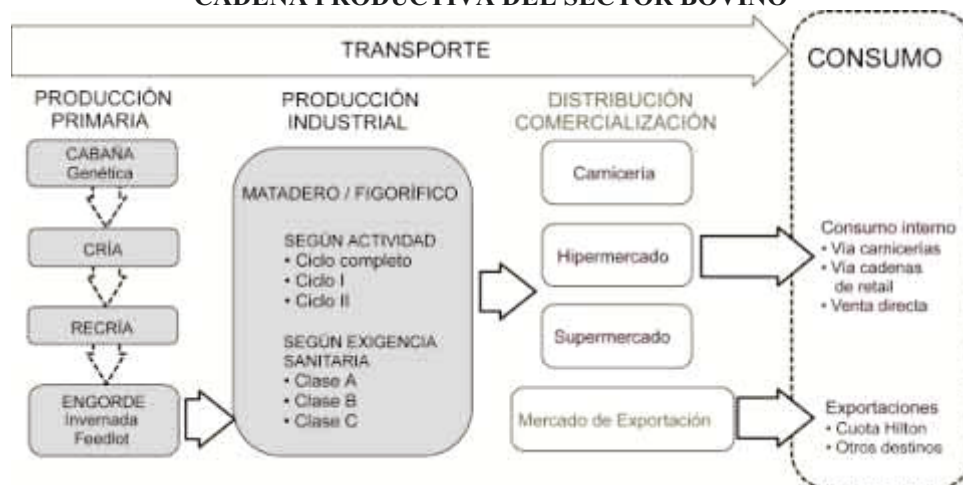
#### a) Cadena de valor del sector bovino

La cadena de ganados y carnes se divide en tres etapas: producción primaria, producción industrial (transformación) y distribución o comercialización (ver diagrama 1), cada una de las cuales cuenta con distintos actores. Asimismo se incluyen los intermediarios (consignatarios / comisionistas), y transportistas como agentes que articulan la cadena en cada una de sus etapas.

Haciendo un breve repaso por las distintas etapas de producción primaria, se encuentra en primer lugar la “cabaña”, donde los cabañeros son los productores y cuya labor consiste en alcanzar una genética superior de reproductores de acuerdo a la raza y el propósito de la misma. Orientarán su búsqueda hacia genotipos que logren una buena ganancia de peso, una buena conversión de alimento en carne y un buen peso de terminación. Por otro lado, se encuentra la “cría”, la cual es considerada como la primera actividad de la cadena y tiene como objetivo la producción de terneros, los cuales son vendidos para su engorde a otros productores (invernadores) o son engordados por el mismo criador en otro establecimiento para su posterior envío a faena, en este último caso se dice que la actividad realizada es de ciclo completo. En cuanto a la “recrea”, en esta etapa se presentan cambios en peso, tipo y proporción de tejidos y metabolismo. El propósito de esta etapa es lograr un aumento en la eficiencia global de producción, ya que una recrea eficiente

determina una reducción en la edad de faena y una mejor calidad de res. En relación al “engorde”, como se mencionó anteriormente, se encuentra la “invernada”, que consiste en engordar los terneros destetados en la etapa de cría hasta su terminación y posterior envío a faena y el feedlot. En este caso, la actividad de los feedlot consiste en engordar animales, suministrando una dieta alimentaria balanceada, bajo estricto control sanitario y nutricional.

**DIAGRAMA 1**  
**CADENA PRODUCTIVA DEL SECTOR BOVINO**



Fuente: En base a datos de la Dirección Nacional de Producción Ganadera – Subsecretaría de Ganadería-SAGyP-MAGyP, 2013.

Continuando con el proceso de producción industrial, aparece un actor fundamental como los mataderos y frigoríficos, quienes se encargan de la compra de la hacienda, realizan la matanza del animal y obtienen el primer gran subproducto (la media res) y un conjunto de productos secundarios que se destinan a otros usos (cueros, sangre, pelo, bilis, páncreas, etc.). Además, se realiza el despostado y el fraccionamiento en cortes predeterminados sujetos a un tipo de envase y conservación particular. En este caso, la demanda final puede ser tanto la exportación, como la distribución en supermercados o en las cadenas de restaurantes. Según legislaciones locales, la industria puede ser clasificada según dos aspectos: la actividad que desarrolla y el destino de su producción (mercado interno y/o exportación) (ver cuadro 9).

**CUADRO 9**  
**PERFIL DE LA INDUSTRIA FRIGORÍFICA EN ARGENTINA**

Número frigoríficos habilitados para bovinos	469
Plantas por provincia	Buenos Aires: (135), Córdoba: (43), Entre Ríos: (43), Santa Fe: (37), La Pampa: (9)
Faena por provincia	Buenos Aires: (56), Santa Fe: (19), Córdoba: (9)
Capacidad instalada de faena	20 millones de cabezas
Cabezas faenadas	14 millones de cabezas
Capacidad ociosa	30-40 %
Participación en la faena de las primeras 20 empresas	34%

Fuente: En base a datos de la Dirección de Análisis Económico Pecuario - Dirección Nacional de Transformación y Comercialización de Productos Pecuarios - Subsecretaría de Ganadería- SAGyP-MAGyP con datos de SENASA. 2013.

Comenzando por la primer clasificación, según el tipo de actividad que desarrolla, se encuentran los frigoríficos de ciclo completo, que realizan la matanza del ganado y la preparación de la carne vacuna e incluso otros procesos industriales (como el termoprocesado), los frigoríficos de Ciclo I, donde su actividad consta de matar al animal y dividirlo en dos medias reses, obteniendo también los principales subproductos, denominado el recuperó, cuentan con instalaciones para la faena y cámara de frío, por lo general destinan su producto al mercado local y los frigoríficos de Ciclo II, los cuales sólo realizan la preparación de la carne que ha sido faenada en otro establecimiento. Sus actividades comienzan con medias reses, producidas en el Ciclo I y a partir de allí despostan y continúan con el proceso posterior de industrialización realizando el cuarteo del animal (se lo divide en cuatro trozos) para luego obtener cortes anatómicos del mismo (22 en total). De este proceso se obtienen como subproductos el hueso y la grasa comestible.

Abordando el segundo aspecto por el que se establece la clasificación, se encuentran los frigoríficos A, que cumplen con las máximas exigencias sanitarias, y su mercado por excelencia es la exportación. Realizan tanto matanza como despostado y faenan animales seleccionados con destino a mercados externos y que para poder integrar la media res, sólo los cortes remanentes los vuelcan al mercado interno. El 30% de la faena se canaliza por este circuito. Por otro lado se encuentran los frigoríficos B, que son los que destinan su producción al mercado interno, y operan con menores restricciones sanitarias. Eventualmente pueden exportar a destinos externos menos exigentes. Sus mayores deficiencias están en los procesos de tipificación y en la consistencia de la cadena de frío. Se estima que cubren alrededor del 50% de la faena. Y finalizando la clasificación, los frigoríficos C son aquellos habilitados a nivel provincial y como tales no pueden extender su radio de acción a nivel nacional. Son de menor tamaño y complejidad, generalmente presentan severos problemas sanitarios, siendo la tipificación y la cadena de frío las mayores deficiencias. Junto con este grupo están los mataderos que son instalaciones primarias, en los cuales se faenan los animales, siendo la media res el producto final (además de los subproductos), es decir de Ciclo I. Opera en un circuito local y se articula con las carnicerías de pueblos o ciudades pequeñas. Los frigoríficos C y mataderos cubren el 20 % de la faena.

Continuando por el proceso de distribución y comercialización, último paso previo al consumo, se encuentran los abastecedores, quienes compran la media res al frigorífico y abastecen al mercado. Aquí aparecen distintos actores como las carnicerías, principales expendedoras de carne vacuna en todo el país, que concentran alrededor del 75% del comercio minorista de carnes, los supermercados, los cuales han incrementado su participación en el comercio minorista de carnes alcanzado alrededor del 25% de las ventas en país y controlan el tipo de corte y la presentación en el sistema de góndolas con frío. A su vez, en esta instancia de comercialización, juega un importante papel el mercado de exportación. Cabe destacar que las demandas externas generalmente se corresponden con animales de un tamaño claramente mayor que el consumido localmente, de un máximo de edad y determinadas razas. Ello promueve a establecer un novillo tipo de exportación diferente que el destinado a mercado local. A partir de ello, otro conjunto de requerimientos se refiere a la calidad de la industria procesadora. Ello se traduce en una serie de normas de las instalaciones y de procesos de faena (tipo de playa de faena, forma de faena, instalaciones mínimas, etc.). Finalmente, un tercer conjunto de requisitos se refiere a la forma de presentación del producto (etiquetado, peso, envase, etc.).

#### **4. Sector aviar**

Entre las producciones pecuarias, el sector avícola es uno de los más avanzados en lo que se refiere a la incorporación de tecnología. Durante los últimos años la producción de carne de pollo se incrementó notablemente gracias a las transformaciones tecnológicas y a la mejora en la eficiencia productiva. La producción aviar se caracteriza por ser una industria dinámica, en la cual el producto terminado se obtiene en un corto período de tiempo, por lo que existe una alta rotación de aves. La organización moderna de la industria avícola en el país avanzó hacia los establecimientos integrados verticalmente, y siguió la evolución que se verificó en el resto del mundo.

Las economías de escala y los estrictos controles sanitarios que requiere la producción favorecieron la conformación de grandes establecimientos integrados. La integración vertical permitió



mejorar los índices de eficiencia y logró aumentar el peso vivo a la faena y mejorar la conversión alimenticia. También se redujo el porcentaje de mortandad y la edad de faena. El mismo proceso permitió establecer procesos de trazabilidad a lo largo de toda la cadena.

La producción en este subsector alimenticio involucra numerosas etapas del proceso productivo. Desde la crianza de los abuelos, la de reproductoras, la incubación del huevo fértil, las plantas de alimento balanceado e incluso las plantas de faena hasta la comercialización de los productos. En este sentido, la reproducción abarca la importación y cría de abuelos y producción de padres, mientras que la incubación incluye la cría y reproducción de padres. Por su lado, el engorde abarca la cría de pollos, alimentación, vacunación, y la faena de las aves consiste en el desangrado, pelado, eviscerado, faenado, pesado y clasificado, trozado, deshuesado y empaque. Para finalizar la comercialización de la carne, al igual que el resto de los subsectores, incluye la distribución, promoción, ventas, etc.

En cuanto al consumo a nivel mundial de carnes de ave, se registró en el año 2012 un aumento de un 2 % con respecto al 2011. Y según las estimaciones para el 2013 aumentaría un 2,5 % alcanzando los 83 millones de toneladas. El 56 % del consumo mundial se ha concentrado durante el año 2012 en China, Estados Unidos, Brasil y la Unión Europea (ver cuadro 10).

**CUADRO 10**  
**CONSUMO TOTAL DE CARNE AVIAR POR PAÍS EQUIVALENTE RES CON HUESO, 2009-2013**  
(En miles de toneladas)

País	2009	2010	2011	2012	2013 (e)	2009/2012	(%) 2012	Porcentaje acumulado
Estados Unidos	12 946	13 470	13 664	13 342	13 804	3,00%	16%	16%
China	12 210	12 457	13 015	13 543	13 920	9,80%	17%	33%
Brasil	7 802	9 041	9 422	9 139	9 230	14,60%	11,5%	44,5%
UE-27	8 710	8 954	9 014	9 138	9 210	4,70%	11,5%	56%
México	3 264	3 364	3 473	3 569	3 607	8,50%	4%	60%
Rusia	2 982	2 957	3 013	3 321	3 450	10,20%	4%	64%
India	2 549	2 648	2 891	3 151	3 411	19,10%	4%	68%
Japón	1 979	2 079	2 104	2 219	2 185	10,80%	3%	71%
Sudáfrica	1 443	1 524	1 685	1 756	1 800	17,80%	2%	73%
Argentina	1 327	1 475	1 556	1 659	1 710	20,00%	2%	75%
Indonesia	1 412	1 465	1 515	1 540	1 550	8,30%	2%	77%
Otros	16 021	17 341	18 211	18 832	19 378	14,90%	23%	100%
Total	72 645	76 775	79 563	81 209	83 255	10,50%		

Fuente: Dirección de estudios del sector pecuario con datos de Livestock and Poultry: World Markets and Trade. USDA, Abril 2013.

Nota: Equivalente al pollo entero.

Durante el 2012, la producción mundial de carne aviar totalizó 82,8 millones de toneladas RtC15<sup>5</sup>, que en relación con 2011 representa un aumento del 2,4%. El primer productor mundial de carne aviar es Estados Unidos, quien en 2012 produjo 16,6 millones de toneladas representando el 20% de la producción total mundial, y le sigue China representando el 17%. Brasil ocupa el tercer lugar en producción aviar, con cifras muy cercanas a las de China participando con el 15% y la Unión Europea en cuarto lugar con una producción de 9,6 millones de toneladas en 2012, con el 11% de la producción total mundial en 2012. Argentina se ubica en el octavo puesto (ver cuadro 11).

<sup>5</sup> Ready to Cook es equivalente al pollo entero por lo que se utilizará "equivalente res con hueso".



**CUADRO 11**  
**PRODUCCIÓN TOTAL DE CARNE AVIAR POR PAÍS EQUIVALENTE RES**  
**CON HUESO, 2009-2013 ESTIMADO**  
*(En miles de toneladas)*

País	2009	2010	2011	2012	2013 estimado	2009/2012	Porcentaje 2012	Porcentaje acumulado
Estados Unidos	15 935	16 563	16 694	16 621	17 012	4	20	20
China	12 100	12 550	13 200	13 700	14 050	13	17	37
Brasil	11 023	12 312	12 863	12 645	12 835	15	15	52
EU-27	8 756	9 202	9 320	9 510	9 550	9	11	63
India	2 550	2 650	2,90	3 160	3 420	24	4	67
México	2 781	2 822	2 906	2 958	2 975	6	4	71
Rusia	2 060	2 310	2 575	2 830	2 950	37	3	74
Argentina	1 500	1 680	1 770	1 936	2 022	29	2	77
Turquía	1 250	1 430	1 614	1 687	1 700	35	2	79
Tailandia	1 200	1 280	1 350	1 550	1 560	29	2	80
Indonesia	1 409	1 465	1 515	1 540	1 550	9	2	82
Otros	13 048	13 629	14 104	14 637	14 986	12	18	100
Total	73 612	77 893	80 811	82 774	84 610	12	100	

Fuente: Dirección de Estudios del Sector Pecuario con datos de Livestock and Poultry: World Markets and Trade. USDA - Abril 2013.

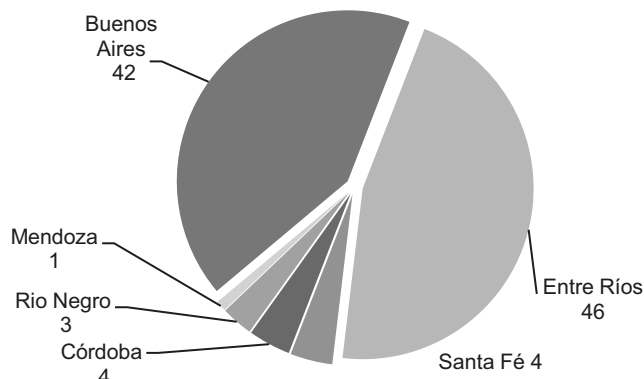
### Cadena de valor del sector aviar

El sector aviar es una actividad de tipo agroindustrial que en Argentina se distribuye principalmente en las provincias de Entre Ríos con el 46%, Buenos Aires con el 42% (las que reúnen el 90% de las granjas de producción de carne y el 66% de las granjas de producción de huevos) seguidas por Córdoba 4%, Santa Fe 4%, Río Negro con el 3% y Mendoza con el 1% (ver gráfico 3).

El sector avícola agroindustrial en su conjunto ha manifestado un importante crecimiento en los últimos años y la carne aviar está pasando a ocupar un lugar cada vez más destacado dentro del consumo de proteína de origen animal en la dieta de la población.

La Argentina cuenta con factores que favorecen la producción avícola, como son la abundante disponibilidad de cereales y oleaginosas, la presencia de regiones agroecológicas óptimas, un status sanitario de primer nivel, tecnología de nivel internacional, calidad de productos, y mano de obra adecuada.

**GRÁFICO 3**  
**DISTRIBUCIÓN DE LA FAENA AVIAR, 2010**  
*(En porcentajes)*



Fuente: En base a datos del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) - Dirección Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (DNICA) - Estadísticas 2010.

Actualmente, más del 80% de la producción es comercializada como pollo entero, por lo que existe un significativo potencial para desarrollar un mayor nivel de procesamiento, que permita diversificar la oferta exportable y atender la demanda específica de cada mercado.

El complejo avícola argentino ha crecido de manera sostenida desde 2003, impulsado por el fuerte dinamismo del consumo local que generó el incremento del poder adquisitivo, y por una mayor presencia en los mercados externos. De acuerdo a estadísticas del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) y el Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas (RENAVI), hacia comienzos del 2010 se contaba con 4.067 granjas de producción de carne (engorde de pollos) y unas 1.131 granjas de producción de huevos 310 granjas de reproducción, 80 plantas de incubación y 108 granjas de recria (ver cuadro 12).

**CUADRO 12**  
**ESTABLECIMIENTOS AVÍCOLAS SEGÚN TIPO DE PRODUCCIÓN, 2010**

Tipo de producción	Cantidad de Establecimientos
Granjas de Reproducción	310
Plantas de Incubación	80
Granjas de Recría	108
Granjas de producción de huevos	1 131
Granjas de producción de carne	4 067

Fuente: En base a datos del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) y Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas (RENAVI), 2010.

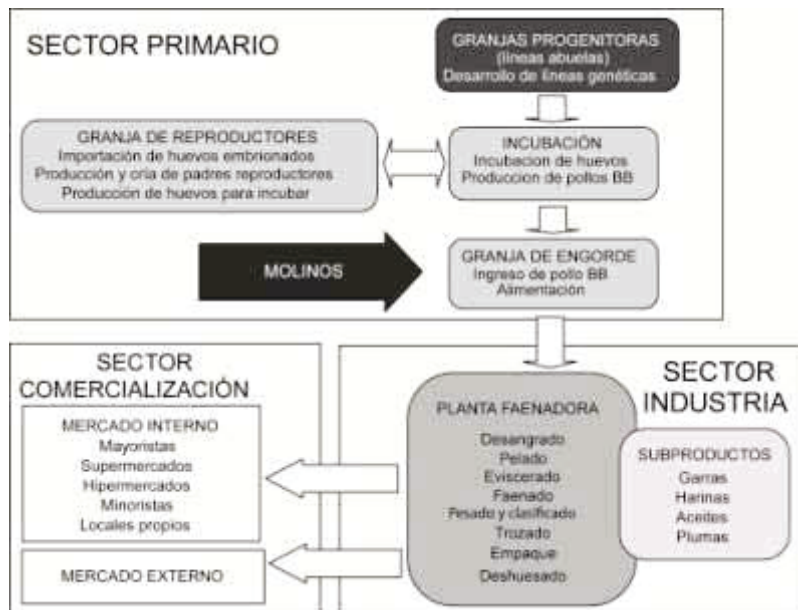
Sobre el total de granjas relevadas, el 72% se destina para la producción de pollos parrilleros y el 21% para la producción de huevos de consumo. El resto se distribuye en granjas de reproducción (padres y abuelos de pollos parrilleros y gallinas ponedoras de huevos para consumo) y granjas de otras especies aviares. Por su parte, los cereales y oleaginosas constituyen un insumo primordial en la producción avícola, la base del alimento balanceado utilizado en las raciones de las aves lo conforman el maíz y la soja. Dentro de esta cadena podemos identificar dos subramas particulares las cuales, si bien comparten algunos aspectos, responden a sectores bien diferenciados: producción de carne aviar (pollos parrilleros, cortes de carne, productos cocidos, chacinados) (ver diagrama 2) y producción de huevos (albúmina en polvo, huevo uso industrial en polvo, yema en polvo) (ver diagrama 3). Ambos productos inician su proceso productivo en las granjas progenitoras, donde se crían las gallinas y gallos (líneas abuelas) con la genética adecuada, que son los padres de los futuros reproductores. Una segunda etapa de la cadena está constituida por la cría de dichas reproductoras (granjas de reproductoras), que son las que producen los huevos fértiles. Posteriormente, los huevos que se obtienen de esta etapa se transfieren a las incubadoras, donde son sometidos a un proceso de incubación hasta que nacen los pollitos BB (aves con menos de 48 horas de nacidos y que aún no han sido alimentados). Las pollitas comerciales (destinadas a la producción de huevos de consumo), son distribuidas a las granjas de cría y recria, donde permanecen por un período de 16 semanas hasta que están aptas para pasar a la etapa de postura, la cual se realiza en granjas separadas (granjas de postura). Los pollitos BB (destinados a la producción de pollos parrilleros), son distribuidos a las granjas donde inician el proceso de crecimiento y engorde (granjas de engorde). Ambos procesos, en general, son tercerizados a productores a *façon*, quienes como propietarios de los galpones reciben la totalidad de los insumos necesarios (entre ellos el alimento balanceado) de la empresa contratante. Los alimentos balanceados requeridos para todas las fases de producción de pollos parrilleros y gallinas de postura son elaboradas en plantas (molinos), que en el caso de las principales empresas son de su propiedad. Las aves faenadas en las plantas de faena son destinadas a la venta y distribuidas a mayoristas, vendedores minoristas o directamente a los consumidores a través de locales de las empresas avícolas.

Una característica común a ambos subsectores es que la industria avícola está fuertemente integrada, existiendo pocos criadores individuales. Existen integraciones de tipo horizontal, donde grupos de productores se asocian entre sí con el fin de disminuir los costos de producción, funcionando de manera similar a una cooperativa. Este modelo se da mayormente en el subsector productor de huevos. La producción de carne se basa en integraciones de tipo vertical, donde la misma empresa tiene las fases mencionadas anteriormente y a su vez funciona como integrador al poseer un grupo de *façoneros* que venden su trabajo y sus instalaciones. Dentro del subsector de los pollos parrilleros se derivan distintos productos, entre los que encontramos: pollos enteros (con y sin menudos) frescos y congelados, pollos trozados, gallinas de descarte faenadas y productos elaborados (crudos y cocidos). A su vez, se pueden detectar otros subproductos que no están destinados al consumo humano que surgen de la producción avícola: garras de pollo, grasa, aceite, harina de vísceras, harina de plumas, vísceras cocidas, cama, estiércol, etc.

Existen dos modelos en las granjas de producción de carne, por un lado las granjas que producen pollos con autonomía respecto de la industria faenadora (granjas no integradas) y por el otro, las granjas que tienen una importante vinculación con una empresa perteneciente a la industria faenadora, denominados “esquemas integrados”, donde la empresa provee de distintos tipos de insumos y servicios a las granjas y éstas se comprometen a entregar la producción con exclusividad a esta empresa.

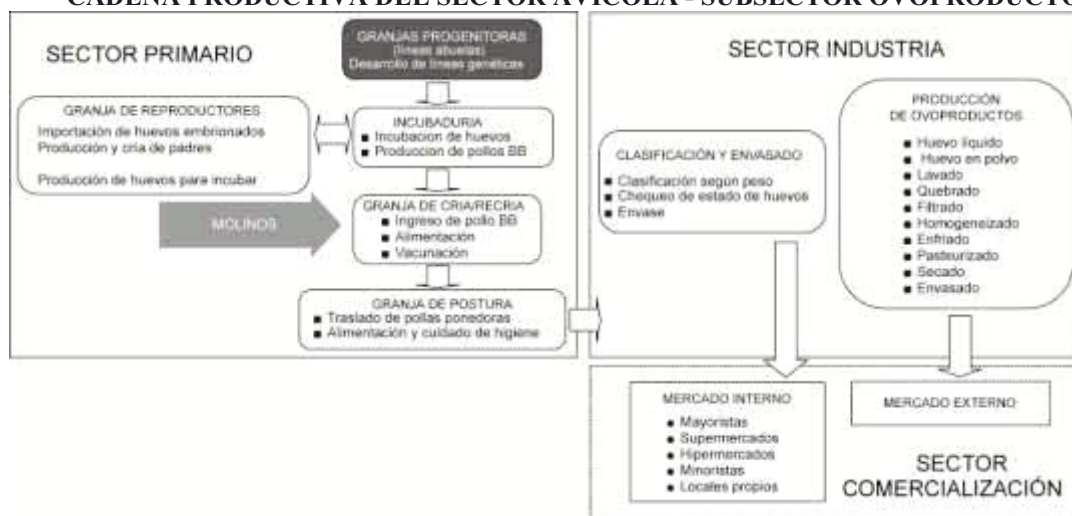
Con la aplicación del método de esquema integrado la industria logra garantizar un mayor grado de estabilidad al disminuir el riesgo de la provisión tercerizando el engorde en granjas de “productores integrados”, manteniendo bajos los costos (se requiere tecnología de punta, control de procesos, los insumos se compran o elaboran en grandes volúmenes) y optimizando los procesos de faena y comercialización. A su vez, se logra simplificar la estructura de personal y administración al dejar el manejo de las aves en manos de terceros (en granjas modernas se requiere un empleado cada dos galpones).

**DIAGRAMA 2**  
**CADENA PRODUCTIVA DEL SECTOR AVÍCOLA - SUBSECTOR POLLOS PARRILLEROS**



Fuente: En base a datos del Centro de Empresas Procesadoras Avícolas (CEPA), 2014.

**DIAGRAMA 3**  
**CADENA PRODUCTIVA DEL SECTOR AVÍCOLA - SUBSECTOR OVOPRODUCTOS**

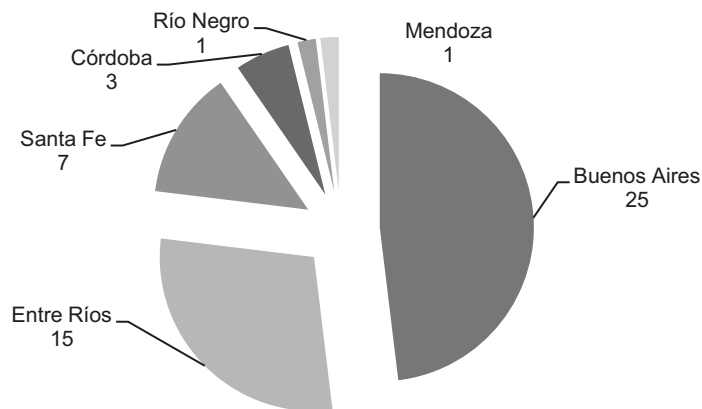


Fuente: En base a datos del Centro de Empresas Procesadoras Avícolas (CEPA), 2014.

El alimento de las aves es habitualmente producido por las empresas integradoras, y luego facilitado a las granjas de integrados, pudiendo en algunos casos realizarse acuerdos particulares con aquellos productores que son, a su vez, agricultores y cuentan con sus propios granos. La base genética está desarrollada esencialmente por empresas internacionales que proveen huevos fértiles de reproductores. Este modelo logra una reducción de los costos dando como resultado una mejora significativa en el funcionamiento de la cadena. De acuerdo a estadísticas del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), las granjas integradas son las que prevalecen, constituyendo casi el 95 % del total de granjas del país. Este modelo es particularmente fuerte en Entre Ríos y Buenos Aires, donde el 99 y 92 % de las granjas, respectivamente, son integradas.

En lo referente al eslabón industrial, y en base a informes del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) en el 2010, operaron en total 52 plantas faenadoras, 25 de ellas localizadas en la provincia de Buenos Aires, 15 en la provincia de Entre Ríos, 7 en la provincia de Santa Fe, 3 en la provincia de Córdoba, 1 en la provincia de Río Negro y 1 en la provincia de Mendoza (ver gráfico 4).

**GRÁFICO 4**  
**PLANTAS FAENADORAS POR PROVINCIA, 2010**



Fuente: En base a datos del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), 2010.

## 5. Sector vitivinícola

El sector vitivinícola internacional se ha caracterizado por la existencia de un grupo de países dominantes que concentran gran parte de la industria del vino mundial: España, Francia e Italia. Este grupo de países lidera la superficie cultivada de viñedos, la producción de uva, así como la elaboración de vinos. Pero desde hace unas décadas, han aparecido en escena un conjunto de nuevos países como Estados Unidos, China, Australia, Argentina, etc. que poco a poco se han ido consolidando en este sector, disminuyendo el peso de los países del viejo continente (Fernández Portela, 2013). Entre 2008 y 2012, el consumo global creció 3,23%, a 2663 millones de cajas de 9 litros, que equivalen a unas 31.956 millones de botellas (4,6 envases de 750 mililitros por cada habitante del planeta). Y, hasta 2017 se espera que el consumo crezca otro 4,97% (Vinexpo e International Wine and Spirit Research, 2013).

La producción mundial de vino ha aumentado en más de 20,8 millones de hectolitros con respecto a la producción de 2012. Italia ha producido (sin incluir los zumos y mostos) casi 45 millones de hectolitros y España es, con 42,7 millones de hectolitros (aún sin incluir los zumos y mostos) vinificados, el segundo productor mundial de vino en 2013, seguido de Francia, con 42 millones de hectolitros. Se identifican producciones importante también en Estados Unidos, con 22 millones de hectolitros de vino (sin incluir los zumos y mostos) y récord de producción en Chile, con 12,8 millones de hectolitros. Argentina inventarió en 2013 una producción de vino conforme a su potencial (15 millones de hectolitros frente a los 11,8 millones de hectolitros del año anterior, lo que supone un aumento del 27%). En cuanto a Sudáfrica, la producción de vino alcanzó un nivel muy elevado, con casi 11 millones de hectolitros (frente a los 10,6 millones de hectolitros de 2012: 4% más). La producción australiana continuó su recuperación y alcanzó los 12,5 millones de hectolitros (un 1% mayor que en 2012) y Nueva Zelanda registró un nuevo récord: 2,5 millones de hectolitros por encima de la cifra de 2011 (que fue de 2,35 millones de hectolitros). Cabe destacar, sin embargo, el ligero decrecimiento de 2,1 millones de hectolitros de la producción china (11,7 millones de hectolitros, lo que supone un descenso del 15% con respecto al año anterior) (OIV, 2014).

**CUADRO 13**  
**PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE VINO**  
(En miles de hectolitros)

País	2.009	2.010	2.011	2.012	2013	Variación 2013/2012 en volumen	Variación 2013/2012 en porcentajes	Puesto
Italia	47 314	48 525	42 772	43 816	44 900	1 084	2	1
España	36 093	35 353	33 397	31 123	42 700	11 577	37	2
Francia	46 269	44 381	50 764	41 059	42 016	957	2	3
Estados Unidos	21 965	20 887	19 187	20 510	22 000	1 490	7	4
Argentina	12 135	16 250	15 473	11 778	14 984	3 206	27	5
Chile	10 093	8 844	10 464	12 554	12 800	246	2	6
Australia	11 784	11 420	11 180	12 315	12 456	142	1	7
China	12 800	13 000	13 200	13 816	11 700	-2 116	-15	8
Sudáfrica	9 986	9 327	9 725	10 550	10 972	422	4	9
Alemania	9 228	6 906	9 132	9 012	8 300	712	-8	10
Portugal	15 868	7 133	5 610	6 308	6 740	432	7	11
Rumanía	6 703	3 287	4 058	3 311	4 276	966	29	12
Grecia	3 366	2 950	2 750	3 115	3 700	585	19	13
Hungría	3 198	1 762	2 750	1 776	2 618	842	47	14
Nueva Zelanda	2 050	1 900	2 350	1 940	2 484	544	28	15
Austria	2 352	1 737	2 814	2 125	2 354	229	11	16
Bulgaria	1 427	1 224	1 237	1 337	1 305	32	-2	17
Total mundial	272 217	264 495	267 413	255 891	276 701	20 810	8	

Fuente: En base a datos de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV), 2014.

## Industria vitivinícola en Argentina

Los pilares básicos de la reestructuración vitivinícola, en la década del noventa en Argentina, han sido la modernización productiva y el cambio tecnológico que se expresa en el surgimiento de un nuevo modelo de organización empresarial basado tanto en la innovación de procesos y productos como en la organización del trabajo, para el aumento de la competitividad a nivel de empresa sobre la base de la diversificación productiva y el aseguramiento de la calidad e inocuidad de los vinos (Bocco, Dubbini, Rotondo y Yoguel, 2005).

Favorecida por óptimas condiciones climáticas y de suelo, la vitivinicultura manifestó un amplio y acelerado desarrollo. Durante los últimos años Argentina ocupa un importante lugar en el contexto vitivinícola mundial (5° productor en el mercado internacional) y comienza a posicionarse como un exportador altamente competitivo (9° exportador a nivel global). A lo largo de los últimos 10 años, la superficie vitícola nacional se ha incrementado de 207 mil hectáreas en 2003 a 224 mil hectáreas en 2013, lo que representa un aumento cercano al 8%.

Las regiones vitícolas están distribuidas principalmente en Mendoza, San Juan, Salta, Catamarca, Neuquén; Río Negro, Córdoba. El ranking de hectáreas cultivadas lo encabeza la provincia de Mendoza con el 71%, seguida por la de San Juan, 21,37%; La Rioja 3,26%; Salta 1,31%; Catamarca 1,18%; Río Negro 0,75%; Neuquén 0,75% y otras provincias 0,38% (Observatorio Vitivinícola Argentino en base a datos del Instituto Nacional de Vitivinicultura -INV-, 2013).

En el encepado nacional predominan las variedades de vinificar y en éstas las tintas. Las cifras del año 2012 muestran que con 25.207 viñedos Argentina ha aumentado en un 1,20% la cantidad de establecimientos vitícolas con relación al año 2011 que fueron 24.905. El 66% de los viñedos del país se encuentran en la provincia de Mendoza, el 21% en San Juan, el 5% en La Rioja y el 5% en Catamarca. (INV- Registro de viñedos 2011- 2012.)

En la cosecha 2013 se elaboraron vinos por un total 14.983.800 hectolitros con un ascenso del 27,22% con relación a la cosecha 2012 y mostos por 6.607.805 hectolitros con una suba del 33,64% respecto al 2012 (ver cuadro 14). En la producción total país de vinos por color se apreció un incremento del 39,76% en la elaboración de vinos blancos, del 25,46% en los rosados y del 20,96% en los tintos con relación al año anterior (ver cuadro 15).

**CUADRO 14**  
**ELABORACIÓN TOTAL PAÍS DE VINOS Y MOSTOS PERÍODO 2012/2013**  
(En hectolitros)

Detalle	2012	2013	Porcentaje de variación
Vinos	11 778 029	14 983 800	27,22
Mostos	4 944 299	6 607 805	33,64

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.

**CUADRO 15**  
**ELABORACIÓN TOTAL PAÍS DE VINOS POR COLOR PERÍODO 2012/2013**  
(En hectolitros)

Detalle	2012	2013	Porcentaje de variación
Blancos	3 864 846	5 401 341	39,76
Rosados	245 206	307 637	25,46
Tintos	7 667 976	9 274 822	20,96
Total	11 778 028	14 983 800	27,22

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.



La producción y elaboración de vinos se concentra sobre todo en la región centro-oeste del país. Compuesta por las provincias vitivinícolas de Mendoza y San Juan, se elaboraron en esta región 14.098.728 hl de vinos y 6.394.113 hl de mostos (ver cuadro 16 y 17). Mendoza elaboró el 83% de los vinos y el 58% de los mostos, San Juan el 17% y el 41% respectivamente. En cuanto a la elaboración de vinos por color el total de: blancos 3.845.802 hl., rosados 1.490.667 hl. y tintos 8.762.259 hl.

**CUADRO 16**  
**REGIÓN CENTRO OESTE ELABORACIÓN DE VINOS Y MOSTOS, 2013**  
(En hectolitros)

Detalle	Mendoza	San Juan	Total
Vinos	11 775 478	2 323 250	14 098 728
Mostos	3 720 606	2 673 508	6 394 113
Total	15 496 084	4 996 758	20 492 841

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.

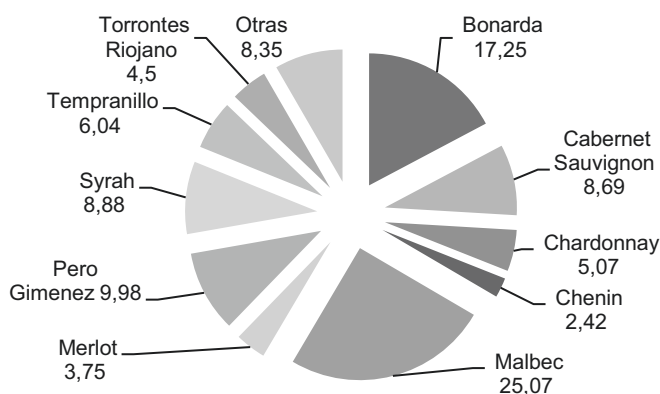
**CUADRO 17**  
**REGIÓN CENTRO OESTE ELABORACIÓN DE VINOS POR COLOR, 2013**  
(En hectolitros)

Color	Mendoza	San Juan	Total
Blancos	3 805 009	40 793	3 845 802
Rosados	259 535	1 231 132	1 490 667
Tintos	7 710 .934	1 051 325	8 762 259
Total	11 775 478	2 323 250	14 098 728

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.

En la provincia de Mendoza: el 66% de los vinos elaborados correspondió a vinos tintos, el 32% a blancos y el 2% a vinos rosados. Se destacan las variedades Malbec, Bonarda, Syrah y Cabernet Sauvignon (ver gráfico 5). Se obtuvieron 11.775.478 hl de vinos, 3.720.606 hl de mosto. El total de la elaboración alcanzó a 15.496.259 hl.

**GRÁFICO 5**  
**MENDOZA - VARIEDADES DE ALTA CALIDAD ENOLÓGICA INGRESADAS BODEGAS PARA ELABORACIÓN DE VINO, 2013**  
(En porcentajes)



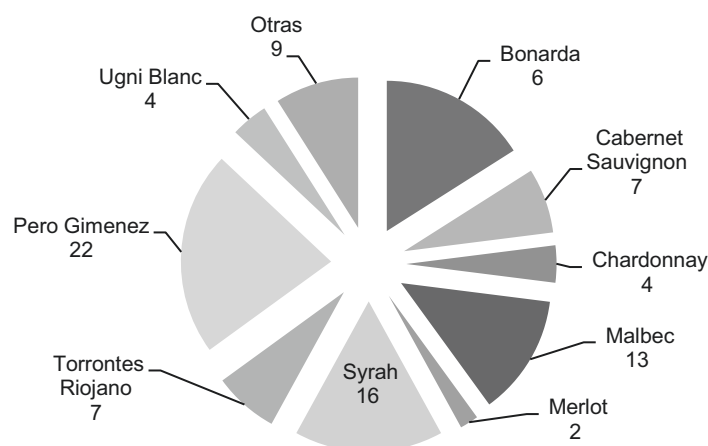
Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.



En la provincia de San Juan: el 53% de los vinos elaborados correspondió a vinos tintos, el 45% blancos y el 2% rosados (ver gráfico 6). Se destacan la variedad Pedro Giménez, Syrah, Bonarda, y Malbec. Se elaboraron en total 2.323.250 hectolitros de vinos y 2.673.508 hectolitros de mostos.

En la región noroeste, compuesta por las provincias de La Rioja, Salta, Catamarca y Tucumán, se elaboraron 709.577 hl de vinos, 210.605 hl de mostos (ver cuadro 18 y 19). El 53% del total de vinos elaborados fue tintos, el 47% blancos y el 1% rosados.

**GRÁFICO 6**  
**SAN JUAN - VARIEDADES DE ALTA CALIDAD ENOLÓGICA INGRESADAS BODEGAS**  
**PARA ELABORACIÓN DE VINO, 2013**  
(En porcentajes)



Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.

**CUADRO 18**  
**REGIÓN NOROESTE ELABORACIÓN DE VINOS Y MOSTOS, 2013**  
(En hectolitros)

Detalle	Catamarca	La Rioja	Salta	Tucumán	Total
Vinos	65 837	415 170	225 867	2 703	709 577
Mostos	44 881	164 462	1 263		2 010 606
Total	110 718	579 632	227 130	2 703	920 183

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.

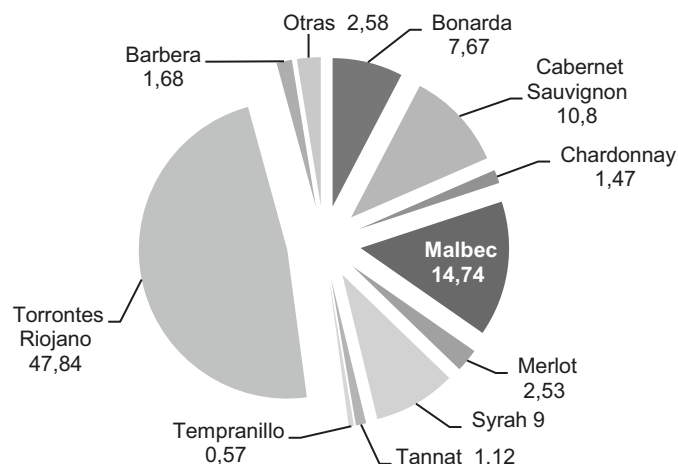
**CUADRO 19**  
**REGIÓN NOROESTE ELABORACIÓN DE VINOS POR COLOR, 2013**  
(En hectolitros)

Color	Catamarca	La Rioja	Salta	Tucumán	Total
Blancos	16 564	192 246	121 477	818	331 105
Rosados	2 027		3 088	138	5 253
Tintos	47 246	222 924	101 303	1 747	373 220
Total	65 837	415 170	225 867	2 703	709 577

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.

Ingresaron a bodegas para elaboración de vino un total de 1.072.726 quintales de uvas blancas y tintas de alta calidad enológica, destacándose las variedades Torrontés Riojano, Malbec, Cabernet Sauvignon y Syrah, entre otras (ver gráfico 7).

**GRÁFICO 7**  
**REGIÓN NOROESTE, VARIEDADES DE ALTA CALIDAD ENOLÓGICA INGRESADAS**  
**BODEGAS PARA ELABORACIÓN DE VINO, 2013**  
(En porcentajes)



Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.

En la región Sur, compuesta por las provincias de Río Negro, Neuquén y La Pampa se elaboraron 165.174 hl de vinos y 3.067 hl de mostos (ver cuadro 20 y 21). El 79% de los vinos elaborados fue tinto, el 20% blancos y el 1% rosados.

**CUADRO 20**  
**REGIÓN SUR ELABORACIÓN DE VINOS Y MOSTOS, 2013**  
(En hectolitros)

Detalle	Río Negro	Neuquén	La Pampa	Total
Vinos	57 238	103 134	4 802	165 174
Mostos	674	2 393		3 067
Total	57 912	105 527	4 802	168 241

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.

**CUADRO 21**  
**REGIÓN SUR ELABORACIÓN DE VINOS POR COLOR, 2013**  
(En hectolitros)

Color	Río Negro	Neuquén	La Pampa	Total
Blancos	16 065	15 980	844	32 889
Rosados	1 597	250		1 847
Tintos	39 576	86 904	3 958	130 438
Total	57 238	103 134	4 802	165 174

Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), Estadísticas y Estudios de Mercados (SEATI), 2013.

## Cadena de valor del sector vitivinícola

En términos secuenciales, el proceso productivo que tiene como producto final al vino en sus distintos formatos, comienza con la obtención de plantas de vides para establecer un viñedo (sector primario).

En la cadena de valor vitivinícola se identifican áreas, según la etapa del proceso productivo que desarrollan, que están directamente relacionadas con la producción de uva y elaboración y comercialización del vino. Estas áreas van desde el proveedor de uva (agricultor propietario de una viña vinífera, que entrega la producción para ser procesada en otras bodegas), continuando por el productor de uva y vinificador dependiente (productor de uva que encarga el servicio de vinificación a terceros y vende el vino con una marca propia), pasando por el productor de uva y vinificador integral (grupo compuesto principalmente por empresarios viticultores que vinifican, en sus bodegas, al menos el 90% de la uva proveniente de viñas propias). Seguidamente se encuentra el productor de uva y vinificador parcial (viticultor que procesa parte de la producción en su propia bodega y vende el resto a terceros) y el vinificador y productor parcial de uva (viticultor que procesa en su bodega uva de su producción, pero una gran parte del volumen vinificado corresponde a uva adquirida de terceros, vendiendo vino con marca propia).

Continuando con el proceso, se debe considerar al vinificador (es quien procesa la totalidad de la uva adquirida de terceros, vendiendo vino con marca propia), el prestador de servicios de vinificación (es el productor que procesa uva de terceros, prestando solamente el servicio de elaboración, guarda y/o embotellado) y finalmente, concluyendo el proceso, el comercializador vitivinícola, empresario que se integra a la cadena como intermediario de ventas, ya sea en el comercio nacional como en el internacional.

En términos secuenciales, el proceso productivo que tiene como producto final al vino en sus distintos formatos, se inicia el proceso con la recepción y coordinación del ingreso de la uva y la selección de la uva para vinificación, dicha selección puede realizarse de forma mecanizada o manual. Prosigue en la etapa de vinificación que se desarrolla a través de: operaciones mecánicas (molienda y prensado), maceración y fermentación, clarificación y filtración, prensado, crianza y envasado. A continuación se describe brevemente de qué trata cada uno de estos procesos:

- i) Molienda y prensado: los racimos enteros ingresan a una máquina moledora que junto con darles un leve apriete a los granos, separa a estos del escobajo. El producto obtenido se ingresa a una prensa neumática que realiza un apriete del conjunto para obtener un mosto de gran concentración.
- ii) Maceración-fermentación: el mosto se mantiene varios días depositado en cubas de acero inoxidable controlando la temperatura de fermentación.
- iii) Clarificación y filtración: tras concluir los procesos de fermentación, el vino pierde temperatura y se precipitan al fondo del depósito los elementos sólidos. Es el momento del descube y trasiego a los depósitos de almacenamiento donde tienen lugar las operaciones de clarificación, filtración.
- iv) Prensado: las partes sólidas decantadas son comprimidas para separar el vino que resta de los orujos.
- v) Crianza: en esta parte del proceso se distinguen dos fases bien diferenciadas: En la primera, el vino empieza a desarrollar cualidades gustativas y adquiere limpidez y estabilidad. En la segunda, de envejecimiento propiamente dicha, el vino alcanza su desarrollo y calidad óptimos.
- vi) Envasado: es la etapa previa a la comercialización.

**DIAGRAMA 4**  
**CADENA PRODUCTIVA DEL SECTOR VITIVINÍCOLA**



Fuente: Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), 2012.

Asimismo, cabe destacar que la industria vitivinícola ha incorporado la protección ambiental como un elemento central de su gestión, debido a su alta dependencia de recursos naturales como agua, suelo, radiación solar, entre otros. Este concepto se ha ampliado y profundizado en el último tiempo, abarcando actualmente desde el cuidado y buen uso de los recursos hasta el tratamiento de los residuos y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

## **E. Innovación sustentable en el sector de alimentos: importancia, marco institucional y casos de éxito en Argentina**

En la actualidad la industria alimenticia se vincula y compromete cada día más con el medio ambiente. Este compromiso se ve reflejado en la continua implementación de planes de producción más limpia. Las exigencias del mercado han hecho que la industria nacional en muchos subsectores se vean exigidos a desarrollar por ejemplo la huella de carbono para poder exportar o seguir exportando a mercados del primer mundo; como es el caso del sector vitivinícola y el de alimentos procesados, el bovino, el aviar, entre otros.

En Argentina existen numerosas iniciativas tendientes a reducir el impacto medioambiental por parte del sector alimenticio como así también un gran potencial para introducir innovaciones de tipo sustentable trabajando fundamentalmente en la fase inicial de su proceso.

Argentina produce alimentos en cantidad y calidad para un mundo en expansión que crece en población y en demanda de alimentos, además lo efectúa de una forma sustentable con un alto grado de resultado que está dado por productores y empresarios abiertos a las tecnologías de insumos y de procesos, a la investigación y desarrollo de insumos y nuevas tecnologías. La dinámica actual del sector alimenticio, se ve obligada a subirse al carro de la I+D+i para poder seguir manteniendo unas cifras de crecimiento ascendentes, tal y como se refleja en los últimos años. El aprovechamiento de los subproductos generados en la industria alimentaria requiere esfuerzos y decisión a la hora de realizar los diferentes proyectos de I+D, cuya finalidad son la obtención de una solución medioambiental,

optimización de recursos y generación de una nueva fuente de ingresos, que hace que a las empresas ejecutoras les resulten inversiones rentables.

La industria de alimentos en Argentina cuenta con un significativo apoyo del sector público a través de diversas instituciones. Se destacan el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), así como el apoyo a desarrollos científicos aplicados para la innovación en la industria alimenticia por parte del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

Desarrollos innovadores y nuevas tecnologías impulsan el crecimiento del sector como resultado de la convergencia de estos factores, junto con la incorporación de la biotecnología, la industria alimentaria argentina ha ido afianzándose en el mercado mundial.

## **1. Importancia y marco institucional - Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGyP)**

Previo a detallar los “Casos identificados de Innovación Sustentable”, se deben abordar los numerosos programas y herramientas que brindan el marco institucional para el desarrollo de las iniciativas de innovación sustentable en Argentina. En este sentido, la creación del programa promulgado por el MAGyP en julio de 2011, denominado “Programa Nacional de Prácticas Agrícolas Sustentables”<sup>6</sup> fue la base para la instalación de las buenas prácticas agrícolas en el país, como lo son: el manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas, la gestión responsable de envases de agroquímicos, la fertilización racional y otras prácticas agronómicas y que impulsa su adopción por el mayor número de productores posible. Este programa define las principales herramientas que apuntan hacia una Agricultura sustentable, que se componen de la siembra directa, la reposición de nutrientes, la biotecnología, y el manejo por ambientes, entre otras. Asimismo señala la importancia de avanzar en aspectos que contribuyen a una “agricultura inteligente” como son el ordenamiento territorial, el análisis de riesgo y las buenas prácticas agrícolas y ganaderas, al igual que el desarrollo de la bioenergía<sup>7</sup>. Entre las mejores prácticas a destacar en este Programa están:

- La siembra directa: en Argentina se han difundido distintas herramientas que van en esta dirección y que han adoptado la siembra directa, la cobertura del suelo con rastrojos, la rotación de cultivos, el manejo integrado de plagas y enfermedades, y la fertilización balanceada. Esta tecnología no solo permitió revertir el proceso de degradación de los suelos, mejorando la sustentabilidad de la producción de granos, sino que facilitó la expansión de la agricultura a nuevas regiones y mejoró la rentabilidad de los productores. Además de generar soluciones en lo tecnológico y aportes en lo ambiental, el eje constituido por la siembra directa y el glifosato como herbicida total, impactó sobre la competitividad del productor argentino. Investigaciones realizadas por el INTA determinaron que “la siembra directa posee menor emisión de gases de efecto invernadero (GEI) por tonelada producida respecto de la labranza convencional, para cualquier tipo de región climática y cultivo en Argentina”.
- Fertilización y nutrición balanceada: Entre los años 1960 y 1970 la llamada “Revolución Verde” significó la aplicación de altos niveles de fertilizantes nitrogenados, tendencia a nivel mundial que no dejó de acentuarse hasta alcanzar hacia los inicios del Siglo XXI. Sin embargo un creciente conocimiento sobre el manejo nutricional de los cultivos condujo a la agricultura hacia una fertilización balanceada, resultando mayores

<sup>6</sup> Creado a través de la Resolución 570/2011.

<sup>7</sup> Ver en documento “Agricultura inteligente: la iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en la producción de alimentos y energía” Lorenzo R. Basso [et.al.]. - 1a ed. - Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2013.

rendimientos unitarios y mayor eficiencia del agua consumida por el cultivo. Además se produjo una interacción muy positiva entre la siembra directa y este incremento en el uso de los nutrientes, sumándose luego la adopción de genética de mayores techos de rendimientos (híbridos simples en maíz, germoplasma europeo en trigo) con eficientes paquetes fitosanitarios. Para consolidar este proceso, el MAGyP crea el Sistema de Apoyo Metodológico a Laboratorios de Análisis de Suelo (SAMLA) que apunta a la normalización de los procedimientos y la unificación de criterios de análisis.

- Intensificación sustentable (o el uso más eficiente de los recursos disponibles, ya sea en el tiempo o en el espacio). Entre los usos más comunes de esta práctica está la secuencia de un cultivo de invierno como el trigo, seguido de uno de verano como la soja. El uso de cultivos de cobertura, es decir, aquellos que no son de cosecha sino que mantienen la tierra ocupada durante el periodo de barbecho, son otro ejemplo de este proceso de intensificación de la agricultura. Otra modalidad tecnológica práctica para la intensificación es la intersembrado, técnica basada en dejar hileras sin sembrar con trigo, donde en la primavera se implantará la soja con sembradoras diseñadas a tal efecto. De esta manera es posible ganar entre 30 y 35 días en la fecha de siembra respecto de una soja de segunda. El fundamento es que, resignando un porcentaje menor en el rendimiento del trigo se mejora sustancialmente el de la soja. También se ha avanzado en la asociación de cultivos, es decir de dos cultivos conviviendo durante el ciclo agrícola, el ejemplo más común es el de girasol y soja. Finalmente, inducir una mayor rotación acompañada por una intensificación sustentable constituye un objetivo deseable para la producción sustentable de cultivos.
- Indicadores de la sustentabilidad: Tal como mencionado anteriormente, el INTA, en el marco del Programa Nacional de Gestión ambiental Agropecuaria, ha propuesto analizar el impacto ambiental de la producción agropecuaria argentina a través de indicadores, denominados Agro-Eco-Index (AEI), que ofrece la posibilidad de evaluar la gestión ambiental a distintas escalas geográficas.
- Genética y biotecnología: Durante todo el Siglo XX, el Estado argentino incentivó la investigación genética y generó un marco normativo para el desenvolvimiento de la tarea de mejoramiento genético. El rol del sector público de ciencia y tecnología, y del MAGyP mediante las estaciones experimentales del INTA trabajaron en el desarrollo de germoplasma y el programa de mejoramiento de trigo del CIMMyT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). Es así como Argentina se posicionó como uno de los primeros países que entendieron que la biotecnología debía ser una herramienta que, una vez pasado una estricta evaluación, ayudaría al productor a mejorar los rendimientos de sus cultivos, contribuyendo además a una mayor sustentabilidad de la producción agrícola. El MAGyP, cuenta con la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA) cómo órgano de consulta y asesoramiento en la materia, con una conformación multidisciplinaria e interinstitucional. Bajo esta definición, la política oficial presenta varios ejes de acción. Por un lado, en 2010-2012 se actualizó el marco regulatorio con el objeto de incrementar la accesibilidad de estas tecnologías por parte del productor, lo cual llevó a un notorio incremento en el ritmo de autorizaciones de OGM en maíz, soja, algodón y otros cultivos. Asimismo se mantiene una importante presencia en foros internacionales vinculados a la cuestión biotecnológica y se profundizaron las relaciones con los países de la región y los socios comerciales.
- Agricultura de precisión: el INTA presentó, oficialmente, en 1997 el Programa de Agricultura de Precisión (AP), instalándolo en la Estación Experimental de Manfredi (Córdoba), y acompañado por la expansión de las tecnologías de posicionamiento satelital o georeferenciación a escala mundial. Esta agricultura de precisión permite analizar las causas de la variabilidad, gracias a los mapas de rendimiento y otras capas de información (fertilidad, materia orgánica, posición en el terreno) hasta lograr la correlación entre esos factores y el potencial de rendimiento esperado. Otra tecnología clave para la agricultura



de precisión fueron los equipos capaces de aplicar los insumos en forma variable, sean semillas, fertilizantes o fitosanitarios. Además son cada vez más usados los sensores remotos para la aplicación variable en tiempo real de nitrógeno, herramienta que permite aplicar el nutriente en aquellas zonas del lote donde se percibe un estado sub-nutricional. Este Programa AP estima que en un futuro próximo, entre el 15% y el 25% del valor de una maquinaria agrícola estará dado por sus componentes inteligentes, es decir electrónica, software y comunicación, por lo cual resulta estratégico para el país desarrollar esta industria de alta complejidad (en 2010 la Argentina junto con Brasil lideran en Sudamérica la adopción de esta tecnología de avanzada).

- Desarrollo de nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC): éstas permiten la transmisión de datos desde los equipos agrícolas a los tomadores de decisión. Incluso en algunos equipos se están usando los sistemas de control a distancia (colocados en las sembradoras, pulverizadoras, cosechadoras, tolvas, balanza, etc.), para transmitir por GPRS/GSM mensajes de texto, comunicando el funcionamiento de la maquinaria que se encuentra trabajando en el campo. Con este equipamiento se pueden observar en tiempo real la velocidad, la densidad de siembra y dosis de fertilización en sembradoras como así también el caudal de aplicación en pulverización junto con las condiciones óptimas de trabajo registrado por una estación meteorológica. Las TIC han sido ampliamente adoptadas en la cadena agroindustrial argentina, integrándose a la competitividad sistémica de la actividad. La transmisión de información por medio de dispositivos telefónicos móviles o Internet ha facilitado sensiblemente la gestión de la producción y la empresa agropecuaria, incrementando el rendimiento del factor humano.
- Mecanización inteligente y sensores remotos: este es utilizado muchas veces para la aplicación eficiente de los insumos. A continuación se mencionan las nuevas tecnologías que se están incorporando de manera creciente en la mecanización agrícola:
  - Desarrollo de sensores para detectar malezas;
  - Algoritmos para fertilización variable en maíz, trigo y caña de azúcar basados en sensores remotos activos;
  - Mejoras en la determinación de proteína y aceite mediante el empleo de sensores montados sobre la cosechadora;
  - Evaluación de sistemas de auto guía en el cultivo de maní, trigo y soja;
  - Evaluación de equipos de electro conductividad para guiar la aplicación de correctivos de suelo en forma variable;
  - Detección de napas y tosca mediante geo-radar y capacitación y orientación técnica a empresas fabricantes e importadoras de maquinas precisas.

Por otra parte los sensores tienen una cantidad de utilidades bioeconómicas y sustentables que están comenzando a difundirse en el mercado:

- Sensores de índice verde y biomasa activos y pasivos para regular la dosis de nitrógeno en gramíneas.
- Sensores de índice verde en picadoras autopropulsadas de forraje para regular en tiempo real el largo de picado de maíz.
- Sensores de flujo de material en cosechadoras, sensores de potencia consumida, para adecuar automáticamente la velocidad de avance de las cosechadoras al rendimiento del cultivo y al índice de alimentación total de la cosechadora.
- Máquinas guiadas satelitalmente o por sensores en su dirección.
- Cosechadoras con sensores tipo láser para posicionar la barra de corte con el ancho exacto.

## 2. Casos de éxito

Relacionado con algunos de estos programas o desarrollos tecnológicos se identificaron ciertos casos exitosos de innovaciones sustentables ya implementadas que vale la pena destacar:

- La siembra “inteligente” de soja: la soja es el cultivo más importante de Argentina por área, por facilidad de manejo, por rentabilidad, por su adaptabilidad a la siembra directa y por su alta fijación biológica de nitrógeno. Los técnicos argentinos han demostrado que para que la siembra de soja sea sustentable debe mejorar el balance del carbono y también el balance nutricional de N, P y S. Para que ello ocurra se aconseja realizar una secuencia de cultivos donde se incluyan cultivos gramíneas con alta fertilización para aumentar la captura de carbono, a través de la interseembra: soja con trigo, girasol o maíz. La tendencia mundial actual hacia la siembra “inteligente” con variación de insumos según ambientes, la distribución neumática de la semilla, la inoculación “en línea” en la sembradora, los modelos de sembradoras Air Drills, la variación hidráulica de la distancia entre hileras, monitores de detención de fallas, etc., son tendencias que se deben tener en cuenta para lograr implantaciones de soja cada día más uniformes en el espacio y en situaciones cada vez más diversas, acompañando a los avances en genética de este cultivo, hacia el logro de un rendimiento cada vez mayor por hectárea, incrementando la calidad y su sustentabilidad.
- La caña de azúcar: considerar el azúcar como resultado fundamental del cultivo de la caña de azúcar es un resultado cada vez menos interesante, debido a fuertes competencias de edulcorantes alternativos como el Jarabe de Maíz Rico en Fructuosa (JMRF) y en especial la Stevia. La caña de azúcar ofrece una amplia gama de posibilidades de obtención de derivados a partir de subproductos y residuales, lo que permite la creación de nuevas industrias sustentables, como por ejemplo:
  - el excedente de bagazo del proceso de producción de azúcar tiene buenas características como combustible ecológico, al mismo tiempo que permite la cogeneración de energía eléctrica durante el proceso de fabricación de azúcar;
  - las mieles finales u otras corrientes del proceso de fabricación de azúcar permiten obtener alcohol, de gran importancia en su condición de combustible líquido renovable;
  - la producción de biogás a partir de los mostos de las destilerías es una alternativa que en la actualidad y tiene gran difusión en los países desarrollados;
  - además del objetivo de obtención de energía a partir del bagazo, existen un sin número de alternativas para obtener otros sub-productos: tableros, pulpa y papel, y la amplia gama de productos de la industria fermentativa (aminoácidos, ácidos orgánicos, solventes, enzimas, proteínas unicelulares) y productos de industria farmacéutica;
  - el uso de la cachaza como abono orgánico en sustitución de compuestos químicos.
  - y en general, los residuales del proceso de la caña (aguas residuales y lodos provenientes de la obtención de biogás) pueden utilizarse ventajosamente para sustituir el empleo de fertilizantes obtenidos por síntesis química o para alimentación animal donde tiene la ventaja de que no compite con la alimentación humana.
- Cultivo de colza: se usa tanto para alimentación humana (aceite) o como producción de biocombustibles. Además los residuos de los granos (luego de la extracción del aceite) se secan y se compactan en gránulos que tienen alto valor proteico (35%), para la alimentación de bovinos, porcinos y aves.
- Cereales: El principal residuo de los cultivos de cereales es la paja y los rastrojos, que presentan baja humedad, alto contenido en celulosa y alrededor de un 10% de lignina. La mayor parte de la paja producida se destina a la ganadería, donde se utiliza para la

alimentación o como lecho. Otros posibles usos de la paja son en la obtención de papel paja, obtención de glucosa y el “furfural”, compuesto químico y usado en la fabricación de tableros, aislante y material de relleno en materiales de construcción, empleo como combustible, obtención de estiércol artificial, agente de aireación y/o fuente de carbono para el compostaje de residuos pastosos o excesivamente ricos en nitrógeno.

- Piñones: el piñón es el fruto de la araucaria. Tradicionalmente, los frutos son dejados secar para posteriormente ser vendidos, consumidos tradicionalmente cocidos, en forma de algunos licores o convertidos en harina. Últimamente se ha descubierto que la cascara del piñón puede ser usado como producto cosmético de calidad antialérgico para el cuidado de la piel. Por otra parte estudios destacan propiedades industriales por la pureza del almidón que produce el piñón.
- Mango: Los principales residuos del procesamiento de mango son la cáscara y la semilla, los cuales corresponden al 35-60% del peso total del fruto. El aceite de la semilla de mango es una prometedora fuente de aceite comestible y ha atraído la atención debido a su perfil de ácidos grasos y triglicéridos, similar a la de la manteca de cacao. Por lo tanto, la legislación ha permitido recientemente el uso de aceite de semilla de mango como un sustituto de la manteca de cacao. Adicionalmente, la semilla de mango se puede utilizar también como fuente de antioxidantes naturales. Adicionalmente, los extractos etanólicos de semilla de mango son un antimicrobiano de amplio espectro.
- Residuos de vides: alrededor del 80% de la cosecha total de uva se utiliza en la elaboración del vino, y el orujo representa aproximadamente el 20% del peso de las uvas procesadas. El orujo tiene una gran variedad de productos como etanol, tartratos, ácido cítrico, aceite de semilla de uva, hidrocoloides, y fibra dietética; esta última constituye uno de los productos naturales con mayor capacidad antioxidante, y usado por la industria cosmética. Por otra parte, gracias a sus radicales libres, mejora la circulación, y es usado por la industria farmacéutica como prevención de accidentes cardiovasculares. Los sarmientos y la madera provenientes de la poda de la vid presentan un contenido medio-bajo de humedad y un alto contenido en celulosa y lignina. La relación C/N de estos materiales es muy elevada, entre 150 y 250. La mayor parte de estos residuos se quema en la propia explotación tras ser retirados del campo. De forma alternativa, estos materiales pueden ser aplicados al suelo para su descomposición y humificación. Esta alternativa, que hace unos años era muy poco frecuente, se va implantando lentamente. Debido a la elevada relación C/N de estos residuos es preciso aportar una fuente nitrogenada, ya sea de naturaleza orgánica (estiércol, abonos orgánicos, purines, abonado en verde) o inorgánica (abonos amoniacales o ureicos), que aceleren su descomposición. El residuo triturado puede dejarse sobre el suelo, a modo de acolchado orgánico de lenta descomposición, o proceder a su incorporación superficial en el suelo, mediante la realización de la labor adecuada.
- Medición de gas metano en rumiantes: consiste en un sistema electrónico que se instala en la región dorsal del bovino utilizando un arnés para su fijación. Se acopla a través de microfistulas ruminales a un sistema de cánulas que permiten la comunicación directa con el interior del rumen, lugar anatómico donde se forman los gases ruminales que contienen en su composición metano. Los gases formados en el interior del rumen producto de la fermentación del alimento ingerido que normalmente son emitidos hacia el exterior del bovino a través de la eructación. En este caso son redireccionados al sistema de medición ubicado en el arnés que se coloca en el lomo del animal a través de las cánulas ruminales. Estas tienen acopladas válvulas unidireccionales que evitan el reingreso del gas al interior del rumen.
- Gen para combatir la sequía: El descubrimiento patentado se da a partir de la inserción de un gen, HB4, en plantas de soja, trigo, alfalfa y maíz para generar especímenes más

resistentes. Pero además de incrementar notablemente la tolerancia al estrés hídrico y salino, permitirá producir plantas con un aumento del rendimiento de entre el 10% y el 100%. Fue desarrollado por un grupo de investigadores del Instituto de Agrobiotecnología del Litoral, creado en 2008 por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicet) y la Universidad Nacional del Litoral (UNL) en la provincia de Santa Fe. El desarrollo fue posible gracias a la unión pública-privada del Conicet, la UNL y se estima que el producto estará en el mercado internacional en el año 2014-2015.

- Trazabilidad y nuevas tecnologías: desarrollado por el Proyecto TRAZ.AR, financiado conjuntamente por el FOMIN-BID (Fondo Multilateral de Inversiones - Banco Interamericano de Desarrollo) y ACDI (Asociación Cultural para el Desarrollo Integral). El sistema TRAZ.AR, a nivel de campo, utiliza como identificación animal las caravanas oficiales visuales y como complemento la identificación electrónica. Cada establecimiento ganadero cuenta con un equipo captura de datos en el cual se registran todos los eventos relativos a animales individuales tales como nacimientos, movimientos, peso y sanidad, entre los principales. La información registrada en los colectores de datos portátiles, es enviada periódicamente vía telefónica a la Base de Datos Central donde se almacenarán todos los datos, previo control de autenticidad y coherencia. También se comunica a ella la industria (frigoríficos), empresas de logística y distribución. La Base de Datos Central está alojada en el data center del Centro Regional de Investigación y Desarrollo de Santa Fe (CERIDE) dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SeCyT).

## F. Casos identificados de innovación sustentable

La innovación es la actividad de carácter científico, tecnológico, organizativo, financiero o comercial que se lleva a cabo con la finalidad de obtener productos, procesos tecnológicos y servicios totalmente nuevos o significativamente mejorados. El proceso de innovación se considera la principal fuerza motriz del crecimiento económico. Razón por la cual la inversión en I+D+i y el cambio tecnológico han ido cobrando importancia, año tras año, en las políticas económicas de los países y en las decisiones estratégicas de las diferentes compañías. Las empresas desarrollan una estrategia tecnológica activa con el objetivo de extender la gama de productos, mantener la cuota de mercado y abrir otros nuevos, mejorar la flexibilidad de la producción, rebajar sus costos, mejorar las condiciones de trabajo y reducir los impactos medioambientales. No basta con exportar materias primas, sino que se hace necesario innovar, para generar producciones más limpias y con una escala mayor de elaboración, producir compost, generar su propia energía y en general crear nuevos usos y beneficios para reutilizar esos residuos. En la actualidad la industria alimenticia se vincula y compromete cada día más con el medioambiente. Este compromiso se ve reflejado en la continua implementación de planes de producción más limpia, y donde las exigencias del mercado han hecho que la industria nacional en muchos subsectores se vean exigidos a desarrollar por ejemplo la huella de carbono para poder exportar o seguir exportando a mercados del primer mundo; como es el caso del sector vitivinícola y el de alimentos procesados, el bovino, el aviar, entre otros.

En Argentina existen numerosas iniciativas tendientes a reducir el impacto ambiental por parte del sector alimenticio así como también un gran potencial para introducir innovaciones de tipo sustentable trabajando fundamentalmente en la fase inicial de su proceso.

Prueba de ello son, actualmente, la implementación de diversas metodologías innovadoras desarrolladas por el INTA, que contribuyen a reducir las emisiones de GEI como el “Modelo AgroEcoIndex (AEI)” que contiene 18 indicadores agroecológicos especialmente diseñados para empresas agropecuarias cuya aplicación les permite diferenciarse de acuerdo a su nivel de adopción

de tecnologías ambientalmente adecuadas. Este AEI analiza las sinergias y “*trade off*” entre los factores económicos, sociales y ambientales en el sector rural. Usa como indicadores el consumo de energía fósil y la eficiencia de la misma, balance de nutrientes, riesgos de contaminación por nutrientes, riesgo de contaminación por plaguicidas, riesgo de erosión de suelos, intervención del hábitat, y los balances de carbono en el sistema, emisión/secuestro de gases invernadero. Esta metodología de cálculo de la sustentabilidad agropecuaria es estimable a nivel de productor, y desde hace algunos años y en distintos países las empresas agropecuarias y productores han incorporado esta metodología de Agro Eco Index a la gestión productiva, como forma de obtener un balance del impacto ambiental de sus prácticas.

Otra innovación ha sido la creación de un dispositivo electrónico instalado en el rumen del bovino para medir los gases generados a partir de la fermentación entérica (metano). Por su parte el Programa Nacional de Bioenergía utiliza un software para calcular la generación de GEI en la producción de biocombustibles a base de soja en distintos escenarios geográficos. Finalmente, la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) lleva adelante un proyecto de Agricultura Certificada. Se trata de un sistema de gestión de calidad de los procesos productivos que permitirá optimizar la eficiencia en el uso de los recursos. Existen múltiples posibilidades de desarrollar innovaciones en la industria de alimentos, potenciando la producción y comercialización de productos. Aunque en nuestro análisis es posible apreciar un gran avance en distintos ámbitos, queda todavía un amplio espacio para incorporar y desarrollar nuevas iniciativas. Esperamos que los resultados de este estudio contribuyan tanto al sector público como al privado, de modo de seguir avanzando en los aspectos que aún están pendientes. Por otro lado, las oportunidades identificadas para la industria de alimentos son abordadas considerando todos los niveles de nuestra sociedad, y es importante destacar que la innovación en algunos aspectos de la cadena de valor puede contribuir considerablemente a mejorar el acceso de la población a este mercado.

## 1. Sector bovino

La ganadería es uno de los sectores que genera más emisiones de gases causantes del efecto invernadero, generando impactos directos e indirectos en el medioambiente.

La composición del estiércol, depende de la dieta del ganado, los animales en feedlot, con dietas altamente energéticas, generan estiércol con gran capacidad de producción de metano, mientras que el ganado alimentado con forrajes de baja concentración energética, producen estiércol con la mitad de capacidad de formación de metano. Asimismo la cantidad de óxido nitroso que se origina es variable, dependiendo de factores como la composición del estiércol y la orina, del tipo de bacterias involucradas en el proceso y de la cantidad de oxígeno y líquido en el sistema de manejo (en sistemas líquidos o que se recolecta y almacena en forma sólida). Para poseer un acabado conocimiento del problema, cabe aclarar que el dióxido de carbono es el gas que en la atmósfera contribuye en mayor medida al calentamiento global (efecto invernadero). Según FAO el sector ganadero es responsable del 9% de las emisiones antropogénicas globales, tomando en consideración dentro de este porcentaje la degradación de tierras a través de la deforestación y posterior conversión de las tierras en pastizales y tierras destinadas a cultivos forrajeros. Por otro lado, el metano (que se produce mediante la descomposición anaeróbica del estiércol) es el segundo gas de efecto invernadero más importante. Después de su emisión, el metano permanece en la atmósfera aproximadamente de 9 a 15 años y su poder de retención de calor es unas 21 veces superior al del dióxido de carbono. La fermentación entérica (procesos de fermentación microbiana) y el estiércol generan en conjunto cerca del 80% de las emisiones de metano procedentes de la agricultura y aproximadamente el 35% al 40% del total de las emisiones antropogénicas de metano. Para finalizar, el óxido nitroso es el gas más potente de los tres principales gases de efecto invernadero (296 veces el potencial de calentamiento global). El sector pecuario es responsable del 65% de las emisiones de óxido nitroso, este se forma como parte del ciclo del nitrógeno, a través de la desnitrificación del nitrógeno orgánico presente en el estiércol y en la orina del ganado (reducción del nitrógeno, catalizada por bacterias aerobias del suelo, bajo condiciones anaerobias).

**GRÁFICO 8**  
**EMISIONES MUNDIALES DE GEI POR GAS, 2013**  
(En porcentajes)



Fuente: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – 2014.

Las alternativas que se manejan actualmente a nivel mundial para la recuperación de los residuos del sector bovino centran su interés tanto en el aprovechamiento de los residuos como fuente energética, como en el aprovechamiento de los residuos orgánicos como fuente de abono.

#### **a) Aprovechamiento de estiércol a través de una planta de biogás**

El estiércol animal es una fuente de emisión de gases contaminantes, causantes del efecto invernadero como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nítrico y el amoníaco, así como de la eutrofización de cuerpos de agua (presencia excesiva de materia orgánica) y sobrecarga de nutrientes en suelos de cultivo provocando impactos ambientales negativos.

A través de las plantas de biogás, las bacterias anaeróbicas son las encargadas de transformar la biomasa en biogás, que puede ser aprovechado en la generación de energía térmica y/o eléctrica, obteniendo además de lodos residuales de los biodigestores (digerido) un subproducto que puede ser utilizado como biofertilizante devolviendo nutrientes al suelo.

El aprovechamiento de estiércol a través de una planta de biogás posee numerosos impactos en el sector y fundamentalmente en el medioambiente. Entre los que se destacan la producción de energía no contaminante ni en el proceso de su producción ni en su combustión, reduciendo la necesidad de combustible fósil y permitiendo cubrir las necesidades de la planta; el cuidado del medioambiente a través de la mitigación de la emisión de gases de efecto invernadero (reducción del volumen de estiércol); la utilización del efluente como bio-abono en diferentes cultivos, reduciendo de esta manera el uso de fertilizantes químicos, cuya producción y aplicación tiene consecuencias negativas para el medioambiente. Cabe destacar que el efluente, como fertilizante, posee una alta gran eficacia ya que después de haber transcurrido el proceso de biodigestión, todos los nutrientes y más de la mitad de la materia orgánica se concentran en el mismo.

En relación a los avances y las líneas de trabajo existentes, cabe destacar el proyecto llevado adelante por Biogás Argentina, que consiste en el desarrollo de un reactor anaeróbico para la generación de energía y fertilizantes a partir de los desechos de animales.



**CUADRO 22**  
**CANTIDAD PROMEDIO DE DEYECCIONES PRODUCIDAS POR ANIMAL/DÍA**

Animal	Edad (meses)	Deyecciones producidas (orina + heces kg/día)
Ternero	3-6	7
Vaca	24+	28
Vaca lechera	24+	45

Fuente: Robertson, 1977. Farm wastes handbook. Scottish Farm Building Investigation Unit, Craibstone, Bucksburn, Aberdeen.

Pese a ser un emprendimiento muy joven, incubado en la Facultad de Agronomía de la UBA (FAUBA), Biogás Argentina ya está realizando proyectos de gran escala, con la construcción de una planta para producir biogás y biofertilizante, y comercializar energía<sup>8</sup>. Mientras finaliza la obra, sus integrantes esperan los resultados de la línea de financiamiento EBT Empretecno, presentada con el apoyo del Programa UBA Emprende, para montar un laboratorio y seguir creciendo.

Actualmente, este proyecto se está llevando a cabo en un campo de 280 hectáreas ubicado en Carlos Tejedor, provincia de Buenos Aires, donde se produce sorgo y maíz para abastecer a un rodeo vacuno de 1000 cabezas. Allí, en los próximos dos meses esperan terminar la construcción de un reactor anaeróbico (con una capacidad de 500 m<sup>3</sup>) y una platea de hormigón para los corrales donde se alimentan 500 novillos pesados. El objetivo es producir biofertilizante y biogás a partir del estiércol vacuno y el silo de sorgo y maíz. Y, a mediano plazo, vender el excedente a la red de energía eléctrica, incidiendo en los beneficios sobre la economía y la ecología del campo: generando dos unidades de negocio, con la venta de energía y del biofertilizante.

Además, la aplicación de biofertilizante aumenta la calidad de los suelos y el uso del estiércol con el biodigestor permite disminuir el impacto ambiental que se genera en los corrales, un factor destacado porque la explotación está ubicada a sólo 2,5 kilómetros del pueblo. Al realizar una enmienda orgánica con el biofertilizante producido en el biodigestor, aumenta la receptividad del campo y, a largo plazo, se podría llegar a prescindir de la fertilización convencional. A su vez, es una oportunidad de negocio para la venta del excedente del biofertilizante producido y de energía eléctrica a la red. Por lo tanto el productor aumentaría la rentabilidad del campo, sin crecer en escala.

Si bien esta tecnología es aplicable en el campo y en la industria (en frigoríficos o industrias lecheras, por ejemplo), y cada explotación requiere un biodigestor diferente, pensado y concebido para ese establecimiento en particular, es de esperar que en un futuro no muy lejano este tipo de tecnología se vaya masificando.

## **b) Tratamiento de purines a través de lagunas anaeróbicas**

El principal residuo generado en las lecherías y engordes a corral es el purín, que corresponde a la mezcla de excreta, orina, agua de lavado y restos de los constituyentes de camas como paja. Este residuo líquido se genera en el tambo durante el período de tiempo en que el ganado se encuentra en piso falso o en suelos de baja permeabilidad y en los corrales de engorde, generando malos olores por evaporación de compuestos amoniacales, transferencia de óxidos nitrosos a la atmósfera (lluvia ácida), contaminación de aguas superficiales y subterráneas, etc. Hasta ahora, la forma más natural de eliminar los purines de las granjas es incorporarlos directamente al suelo de cultivo.

<sup>8</sup> En 2013, se presentó el proyecto a Empretecno – EBT, y esperando contar con esta línea de financiamiento de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, instrumentada a través del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), para constituirse formalmente como un empresa referente en la construcción de biodigestores. El proyecto fue uno de los emprendimientos seleccionados por UBA Emprende, Incubagro e Incubacen para la presentación.

Ante la identificación de este problema, existe una gran oportunidad de mejora que consiste en el tratamiento de purines a través de lagunas anaeróbicas. La depuración en esta tipología de lagunas ocurre por la acción de bacterias anaeróbicas. En dichas lagunas, a causa de sus elevados porcentajes de carga orgánica y largos periodos de retención del efluente residual, el contenido en oxígeno disuelto se mantiene en porcentajes muy bajos o nulo durante todo el año. El principal objetivo de dicho sistema es retener la mayor parte posible de los sólidos, que pasan a incorporarse a la capa de lodos acumulados. Las lagunas anaeróbicas suelen operar en paralelo, es decir, dividiendo el afluente en varias partes, que alimentan a cada una de las lagunas, para posteriormente reunir el afluente y dirigirlo al resto de la instalación. Este sistema en paralelo permite además, paralizar una o varias de ellas para efectuar labores de limpieza sin que ello afecte la marcha de la depuración. Cabe destacar que no son difíciles de operar, siempre que se respeten los intervalos de carga o tiempo fijado de residencia de efluente.

La implementación de estas lagunas posee un alto impacto en el medio ambiente gracias, en primer lugar, a la fertilización del suelo por aplicación de purines. En este sentido, la descomposición de la materia orgánica por los microorganismos produce dióxido de carbono, agua y minerales de los nutrientes vegetales tales como nitrógeno, fósforo, azufre y metales. Por otro lado, se genera una gran influencia sobre el medioambiente gracias a la reducción de los fertilizantes artificiales y el mejoramiento de la fertilidad del suelo. A su vez, esta innovación produce un mejoramiento de la estabilidad estructural del suelo, y reduce su vulnerabilidad a la erosión y produce un mejoramiento del potencial del fertilizante inorgánico dado que la materia orgánica en el suelo incrementa la capacidad de absorción de minerales, reduciendo la pérdida de los elementos transportados con los fertilizantes. Para finalizar, los elementos absorbidos son liberados gradualmente para la nutrición de las plantas.

En relación a la oportunidad anteriormente descrita, es importante mencionar que en Argentina existen iniciativas vinculadas al tratamiento de estiércoles y purines para la producción de biogás, como vimos anteriormente y como se detalla a continuación.

En la actualidad los sistemas de producción intensiva se han acrecentado en gran medida, produciendo no sólo más carne sino también generando grandes volúmenes de purines, convirtiéndose en un verdadero problema medioambiental. En el pasado los residuos eran gestionados de manera más o menos eficiente ya que las excretas y purines se utilizaban dentro del propio establecimiento. Con el cambio de sistema de explotación y la gran demanda de fertilizantes inorgánicos por parte de la agricultura, se dejaron de consumir estos residuos como fertilizante. Es por esto que lo que antes era tratado como un recurso ahora es considerado un residuo. Sin embargo existe un sistema de tratamiento biológico basado en reacciones anaeróbicas llevadas a cabo a través de biodigestores que tienen múltiples ventajas. Entre ellas, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), ya que produce un biogás que se puede utilizar para innumerables fines: producir electricidad, energía térmica, hacer funcionar una cocina o un sistema de calefacción como también utilizar el efluente resultante como biofertilizante para el abono de cultivos. La digestión anaeróbica es un proceso biológico realizado por bacterias. El producto de esta digestión es una mezcla de gases, cuyos principales componentes son el metano (CH<sub>4</sub>) y el anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>). Se produce en forma natural a partir de los diversos residuos. Las excretas, vistas por muchos como un contaminante ambiental de importancia, pueden generar recursos muy valiosos mediante su procesamiento, de forma tal, que al reciclarse parte de la energía y de sus nutrientes, contribuyen a hacer sostenible la producción de especies animales integradas. La mayoría de los residuos animales y/o vegetales, cuando no son aprovechados como alimento animal o desde el punto de vista energético, pasan a ser un problema por la generación de olores desagradables y vertidos líquidos que poseen alta potencialidad como agentes contaminantes del suelo, del aire y de las fuentes naturales de agua. Es importante conocer algunos conceptos antes de entender el proceso de eliminación de residuos.

La generación de purines, depende del sistema de manejo y del estado fisiológico del animal y está compuesto por un 95% de agua. Si se pudiera cuantificar la cantidad diaria de excretas producida por el número total de cabezas que existen en el país en confinamiento (SAGyP, 2010), se obtendría

una cantidad cercana a los 10.000 m<sup>3</sup> diarios en promedio, lo que genera un problema real en lo que respecta a manejo de desechos. No obstante, la calidad y cantidad de excretas se verán afectadas por el tipo de alimento, el animal mismo y el tipo de instalaciones que condicionará su manejo. La producción diaria de excretas y purines varía en función del tipo y peso vivo de cada especie animal, del alimento que consume, temperatura y humedad en que vive y además, de la cantidad de agua de lavado que se utilice en caso de producciones confinadas. Los principales parámetros, que caracterizan al purín desde el punto de vista de sus constituyentes y el volumen producido, necesarios para el diseño de un sistema de tratamiento son: flujo medio total diario (m<sup>3</sup>·día<sup>-1</sup>), demanda biológica de oxígeno DBO<sub>5</sub> (mg·l<sup>-1</sup>), sólidos volátiles (mg·l<sup>-1</sup>), nitrógeno total (mg·l<sup>-1</sup>) y fósforo (mg·l<sup>-1</sup>) (Peralta, Araya y Herrera, 2005). Existen distintos tipos de lagunas de estabilización, las cuales se clasifican en aeróbicas (soportan cargas orgánicas bajas y contienen oxígeno disuelto en todo instante y en todo el volumen del líquido) y anaeróbicas (se proyectan para altas cargas orgánicas y no contienen oxígeno disuelto). El proceso es semejante al de un digestor anaeróbico sin mezcla, y facultativas: operan con una carga orgánica media. En las capas superiores hay un proceso aeróbico, y en las capas inferiores se tiene un proceso anaeróbico, donde se produce simultáneamente fermentación ácida y metánica.

Los objetivos de las lagunas anaeróbicas son tratamiento biológico y estabilización de residuos, control de olores, destrucción de patógenos (> 90%), reducción de P y K que son contaminantes, almacenamiento de aguas residuales y reducción de la DBO<sub>5</sub> (75 – 90 %) y DQO. La medida de la DBO<sub>5</sub> da como resultado la cantidad de materia orgánica biodegradable que contiene el efluente a estudio. La medida de la DQO muestra la cantidad de materia orgánica no biodegradable que presenta el agua a estudio. La diferencia es que los gramos o miligramos de oxígeno se refieren, en el caso de la DBO<sub>5</sub>, a los requeridos por la degradación biológica de la materia orgánica; mientras que en el caso de la DQO representan los necesarios para la degradación química de la materia orgánica (Braun, 2012). El cálculo se efectúa determinando el contenido de oxígeno de una muestra de agua y lo que queda después de un tiempo determinado (se toman 5 días como medida estándar) comparada con otra muestra (sería el blanco) semejante conservada durante este período a una temperatura dada (20° C) en un recipiente cerrado, fuera del contacto del aire y en la oscuridad, en orden a evitar el aporte de oxígeno por fotosíntesis. La diferencia entre los dos contenidos representa la DBO en 5 días (DBO<sub>5</sub>), (Braun, 2012).

Diariamente, se generan alrededor de 0,25 Kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y 0,75 Kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 kilos de peso vivo. El pH varía entre 6 y 8, tendiendo a la neutralidad en la medida que las excretas sean más frescas. La alcalinidad y conductividad son propiedades más propias del agua de lavado y de bebida que de la excreta (Braun, Cervellini, 2010).

Entre las ventajas de las lagunas anaeróbicas tenemos: que son fáciles de operar, reducen el potencial contaminante, y se obtiene un efluente adecuado para riego agrícola (sobrenadante y tratado en las aeróbicas). Las lagunas anaeróbicas pueden ser cuadradas, rectangulares, elípticas o circulares, en promedio la dimensión es de 5 m<sup>3</sup> por cada 100 kg de PV animal. Se recomienda un talud de aproximadamente 2:1 (horizontal: vertical) y contar con un parapeto de 0,6 m de alto por 1 m de ancho para evitar la entrada de agua de lluvia. Las lagunas nuevas deben llenarse inicialmente, con agua limpia hasta un 50% de su capacidad.

### **c) Producción de etanol a partir de los desechos de la industria láctea**

Esta oportunidad consiste en el aprovechamiento del lactosuero, que es considerado en general como un subproducto molesto de difícil aprovechamiento (por cada kilo de queso elaborado, se despiden nueve litros de suero lácteo, siendo que gran parte de estos residuos se destinan a alimentar cerdos o simplemente se desecha, contaminando las napas de agua). En primer lugar es práctica común separar la grasa y los finos de caseína que aun puede contener de forma de recuperar dos productos valiosos, y a la vez, el suero queda en mejores condiciones para su posterior aprovechamiento. Un equipo científico de Córdoba, Argentina, desarrolló un proceso por el cual se

puede conseguir alcohol, logrando por cada 37 litros de residuos obtener un litro de alcohol etílico, también conocido como etanol, además de obtener un kilo de dióxido de carbono para gaseosas y 35 litros de agua limpia. Si las queserías de la cuenca lechera argentina generaron 3.800 millones de litros de suero lácteo en 2008, potencialmente se podrían producir 102 millones de litros de etanol.

Con ello se podría atender más del 50% de la demanda (interna) de etanol, sin desmontar una hectárea de bosque nativo, o de algún cultivo alimentario, y la tecnología desarrollada podría generar un negocio de 70 millones de dólares al año. A gran escala el procesamiento industrial de desechos lácteos podría ser más económico que el procesamiento de la caña de azúcar. Las escalas de producción no deberían ser menores a una producción diaria de 60.000 litros de etanol.

Los productos que tradicionalmente se obtienen a partir de lactosuero son: suero en polvo, a base de concentrar los sólidos por evaporación y secado, suero en polvo desmineralizado, donde se eliminan previamente las sales minerales por intercambio iónico o por electrodiálisis, lactosa obtenida por concentración, cristalización y separación y concentrados proteínicos obtenidos por ultrafiltración del lactosuero. El alcohol etílico o Etanol, cuya fórmula química es  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ , es el componente activo esencial de las bebidas alcohólicas. Puede obtenerse a través de dos procesos de elaboración: la fermentación o descomposición de los azúcares contenidas en distintas frutas, y la destilación, consistente en la depuración de las bebidas fermentadas; su obtención puede darse de dos maneras: por hidratación del etileno o por fermentación de melazas (a veces de almidón); por tanto, sus fuentes primarias son el petróleo, la caña de azúcar y varios granos (2). El etanol se emplea como combustible, ya sea solo o mezclado en cantidades variadas (las mezclas más comunes corresponden al E10 y E85 con contenido de etanol del 10% y 85% respectivamente) con gasolina; este producto es conocido comoalconafta y su uso se ha extendido principalmente para reemplazar el consumo de derivados del petróleo.

La producción de etanol consiste en la fermentación alcohólica por vía bioquímica efectuado por las levaduras que actúan sobre materias primas con un considerable contenido de azúcares y sólidos, las cuales transforman dichos azúcares en etanol. Este proceso puede ser realizado de diversas formas, entre los más comunes están con recuperación de levadura y sin recuperación de levadura. Durante la producción se cumple tres etapas importantes: la esterilización (que consiste en la eliminación de los microorganismos presentes en una mezcla, teniendo en cuenta que para la eficiencia de fermentación se debe llegar a una probabilidad de encontrar microorganismos igual o menor que una unidad contaminada en un millón de unidades); la fermentación (la fermentación alcohólica se da por la inoculación con levadura de la materia prima; el cultivo empleado representa el aspecto más importante durante el proceso ya que son los responsables de la fermentación, y en esta etapa se deben manejar condiciones específicas de temperatura, pH, concentración de azúcares y nutrientes, para el desarrollo y buen desempeño de las levaduras); y la destilación y deshidratación (la destilación se usa para recuperar el etanol de la mezcla fermentada obteniendo etanol en diferentes concentraciones de acuerdo al tipo de mecanismo que se emplee, en tanto que la destilación fraccionada es uno de los métodos más empleados y consiste en hacer circular la mezcla por una serie de platos obteniendo un destilado que se recircula para una mayor concentración, brindando una eficiencia del 95% promedio).

#### **d) Programa carne del pastizal**

El proyecto “Pastizales y Sabanas del Cono Sur de Sudamérica: iniciativas para su conservación en Argentina” es co-ejecutado por Aves Argentinas-AOP (AA) y Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA), y fue impulsado desde Alianza del Pastizal, que integra el trabajo de ONG y organismos gubernamentales de todo el mundo. A su vez, posee un protocolo, procedimientos, un manual de calidad, establecimientos miembros que comercializan animales y operadores que elaboran cortes para el mercado bajo una producción comprometida con el cuidado del ambiente natural.

Así, la carne del pastizal proviene de campos que mantienen el hábitat natural y tienen buenos índices productivos. Es posible elevar la carga animal de 0,5 a 0,8 equivalente vaca, en un

buen pastizal de la pampa húmeda, estimando que se podrían obtener “hasta 40 kilos más de carne por hectárea” (INTA). Por los cambios en la vegetación autóctona, la fauna nativa ve afectado su hábitat y sus necesidades de alimento, refugio y sitios de reproducción. Así, muchas especies de aves y algunos mamíferos se encuentran amenazados. Pastos autóctonos, como el agropiro criollo —propio de la pampa deprimida de la provincia de Buenos Aires— y la cebadilla chaqueña —de la pampa mesopotámica de Entre Ríos— disminuyeron significativamente y hoy son difíciles de encontrar en esos ambientes. En la Argentina, 50 establecimientos ya producen carne de pastizal en un total de 116 mil hectáreas (la mayoría integra también el Programa de Certificación Carne del Pastizal), con márgenes que permiten conservar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Cuenta con el apoyo del INTA, la Administración de Parques Nacionales y el financiamiento del Fondo de Medio Ambiente Mundial (GEF), mediante el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento del Banco Mundial<sup>9</sup>.

En las pampas argentinas hay al menos 1.600 especies de plantas detectadas, de las cuales 374 son gramíneas o pastos (los pastizales naturales cubren aproximadamente entre 160 y 170 millones de hectáreas). Las especies nativas tienen numerosas ventajas: son más sustentables, generan altos rendimientos y no tienen limitantes técnicas, aunque sí requieren una mayor dedicación. Mientras el forraje responde a un patrón estacional, los pastizales se mantienen productivos todo el año, con pastos que crecen entre el otoño y la primavera y otros que se desarrollan entre primavera y otoño. La ganadería de pastizal es una buena manera de cuidar los recursos. Hay herramientas de manejo como los descansos estratégicos cada tres o cuatro meses para el rebrote de las especies que permiten, en menos de cinco años, aumentar significativamente la producción y obtener rendimientos mayores que con pasturas implantadas y, a su vez, preservar la biodiversidad.

La ganadería nacional se produce, en general, en sistemas extensivos, con niveles muy bajos de protección de los pastizales naturales: mientras en el mundo se resguarda el 4,6% de su superficie, en el país, las áreas protegidas apenas superan el 1%. El pastoreo continuo reduce drásticamente la proporción de los pastos que crecen entre el otoño y el invierno y de las especies preferidas por el ganado, provoca cambios en la dinámica del agua y afecta la diversidad de la fauna silvestre. Los pastizales mantienen los suelos fértiles, regulan el ciclo del agua, contribuyen al balance de gases de la atmósfera y contienen el 20% del stock de carbono en el suelo del mundo y ofrecen una excelente oportunidad para desarrollar ganadería sustentable. El primer paso hacia la ganadería del pastizal fue desarrollar modelos de manejo sustentables, que se implementaron en sitios piloto en las siguientes provincias: Buenos Aires (pastizales de la Bahía de Samborombón y la cuenca del Río Salado), Corrientes (campos del Río Aguapey), Entre Ríos (Gualeguaychú y zona de influencia) y Santa Fe (sabanas de San Javier).

La Ganadería Sustentable del Pastizal se basa en tres puntos fundamentales: que la ecología y heterogeneidad espacial y temporal de los pastizales son clave, que las especies nativas son las que más se adaptan al ambiente local y que el costo del manejo de los pastizales con tecnologías de procesos es mínimo comparado con las de insumos. Muchas de las prácticas que se procura erradicar están asociadas a la ineficiencia; la presencia de una misma carga ganadera en una superficie determinada a lo largo del año, mantiene una demanda constante de forraje que, con niveles diferentes de lluvia según la época, degradan el pastizal. La propuesta es salir de ese proceso de pastoreo continuo y entrar en un proceso más de tipo rotativo, adecuando el uso de los potreros en función de las especies que ofrecen mejor forraje en distintas épocas del año.

La estrategia del Programa de Implementación de carnes del pastizal consiste en mejorar la política y gestión comercial de la actividad ganadera basada en pastizales para aminorar la tasa de conversión de los pastizales naturales, logrando con ello “eco-innovación”, y fortaleciendo al mismo tiempo la generación de valor en origen con equidad en un marco de sustentabilidad ambiental y territorial.

<sup>9</sup> En un resumen de 10 proyectos relevantes llevados a cabo en Argentina vinculados con el crecimiento verde inclusivo, el Banco Mundial menciona el inicio de la venta de Carne de Pastizal en Argentina.



## 2. Sector avícola

La industria avícola si bien no es, según las estadísticas, la mayor contaminante con desechos orgánicos, maneja un número considerable de animales en superficies de área relativamente reducidas, generando un volumen elevado de residuos como ser excretas, material de cama, resto de alimentos, plumas, huevos rotos, etc., y su manejo inadecuado terminará afectando agua, suelos y aire que acarrearán serias consecuencias ambientales.

Las alternativas que se manejan actualmente a nivel mundial para la recuperación de residuos de sector avícola centran su interés en los residuos como fuente energética y de proteínas, y los residuos orgánicos como fuente abonos, lo que puede redundar en una ganancia de competitividad para el sector. En la actualidad, Argentina se encuentra trabajando fuertemente en el desarrollo de productos y procesos innovadores que permitan y fomenten el correcto tratamiento de los residuos. Ejemplo de esto es el proyecto llevado adelante por el INTI-Concepción del Uruguay e implementado por la empresa Las Camelias (San José, Departamento de Colón, Entre Ríos), donde se puso en marcha un novedoso sistema para el tratamiento integral de efluentes y la generación de biogás. El frigorífico avícola de la localidad entrerriana de San José puso en funcionamiento en su planta de tratamiento de efluentes un novedoso proceso por el cual recupera gases que afectan al ambiente y con ellos produce el equivalente al 10% de su consumo energético.

La industria avícola se planteó la necesidad de contar con un sistema de tratamiento de efluentes acorde a su volumen de faena y compatible con el entorno. En línea con esto, decidió elaborar un proyecto integral de tratamiento de efluentes que estuviera dentro de su programa de Responsabilidad Social Empresarial y en el marco de los lineamientos del Programa de Mejora Ambiental de la provincia. Se confeccionó un proyecto que fue puesto a consideración del Centro INTI-Concepción del Uruguay para su aprobación y seguimiento.

Así los residuos sólidos se tratan en una prensa que compacta cartones y plásticos. Para los efluentes líquidos se colocó un separador de grasas de acero inoxidable que permitió mejorar del 70% al 95% la recuperación de grasas del agua que ingresa al tratamiento de efluentes. Para reducir las emisiones de metano -responsable del efecto invernadero- y generar biogás para ser utilizado en la caldera de agua caliente sanitaria, se construyó un biodigestor sobre una laguna existente, instalando una cubierta de polietileno de alta densidad y su sistema de captación de biogás, que a través de tuberías se conduce a la planta compresora donde se los inyecta a la caldera. El biodigestor está produciendo 150 m<sup>3</sup>/h de gas, lo que permite cubrir aproximadamente un 10% del total de gas consumido por la planta.

Esta iniciativa pone a la empresa en camino a ingresar en el programa Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de las Naciones Unidas, el cual permite recuperar parte de la inversión realizada mediante bonos de compensación de reducción de emisiones. Para esto se firmó un convenio con la Facultad Ingeniería de Olavarría (Universidad del Centro de la Provincia de Bs. As.).

Actualmente la empresa continúa con el monitoreo a cargo del INTI y obtuvo el Certificado de Funcionamiento expedido por la autoridad provincial, convirtiéndose en la primera empresa entrerriana en alcanzar esta meta. Cabe destacar, en el marco de esta iniciativa, que el proyecto contribuye al desarrollo sustentable a través de la reducción de las emisiones de metano por medio de la recuperación del biogás contribuyendo a mejorar el sistema de tratamiento de efluentes, a disminuir la carga orgánica de los efluentes en la descarga, a mejorar la calidad del aire al disminuir la proliferación de olores, la reducción de las emisiones de dióxido de carbono a través del reemplazo de combustibles fósiles y la disminución del consumo de energía del proceso.

Asimismo, la cantidad de biogás producido por el biodigestor equivale a un 10 % del total de gas natural consumido por la empresa en dicha planta, dicha reducción de energía, medida en términos económicos representa un ahorro anual de U\$S 100.000.



### **a) Proyecto de recuperación de biogás**

La opción de producir agua caliente en una caldera convencional utilizando gas natural como combustible es la alternativa económicamente más ventajosa y que además coincide con la práctica usual de la mayoría de las industrias de procesos de Argentina. La opción de utilizar gas natural es aún más favorable en las zonas donde existe una red de gas natural como ocurre en la zona donde se encuentra ubicada la empresa, ya que el suministro es más accesible desde el punto de vista técnico y económico. La inversión que se necesita para capturar el biogás que se genera en la laguna anaeróbica, instalar el sistema de transporte a la caldera, filtrado de sulfuro de hidrogeno, adaptar el actual quemador de la caldera para la inyección del biogás, instalar el equipamiento e instrumental para la medición de caudal y composición del biogás, son actividades que requieren una inversión adicional cuyo período de retorno representa un desafío financiero para la empresa. Desde el punto de vista legal e institucional, no existen incentivos económicos a las inversiones adicionales que las empresas realicen para utilizar energías renovables para reemplazar combustibles fósiles, por lo que el ingreso adicional que podría contribuir a mejorar el retorno de la inversión, es el ingreso por la venta de CERS del proyecto y el ahorro de energía.

La captura del biogás que se genera en la laguna anaeróbica y la instalación de un nuevo sistema de alimentación de la caldera de producción de agua caliente requirió de un conjunto de actividades que estaban fuera de la práctica común de la empresa. Además se debió adaptar la caldera de producción de agua caliente para la incorporación del biogás como nuevo combustible, se debió adquirir e instalar nuevos instrumentos para de medición del biogás, para lo cual en algunos casos fue necesario desarrollar nuevos proveedores. Esto representó una barrera tecnológica que la empresa decidió vencer con la intención de reproducir esta primera experiencia en la región y convertirse en uno de los proyectos pioneros en la captura y utilización de biogás a partir de efluentes industriales. La búsqueda de nuevos proveedores, la adquisición del equipamiento de control y alimentación de biogás y la adaptación de la tecnología fue un desafío técnico que la empresa debió afrontar para vencer la práctica común.

### **b) Sanitización de residuos mediante el apilado profundo**

En el sector se presentan numerosos problemas de contaminación, debido a las grandes cantidades de sustancias como nitrógeno, fósforo y azufre, olores desagradables, contaminación de napas y microorganismos infectocontagiosos para las aves.

Ante esta situación, se detecta la posibilidad de sanitización de residuos mediante el apilado que consiste en un proceso de compostaje de donde se obtiene un producto final estable e inocuo desde el punto de vista ambiental sanitario, convirtiéndose en un suplemento para abono orgánico. Los residuos de la industria avícola (cama, excreta, mortandad, etc.) son sometidos a un proceso que busca elevar la temperatura con el fin de eliminar los microorganismos infectocontagiosos, antes de ser retirada del galpón de origen.

Esta innovación significa un gran avance gracias a la agregación de valor a un subproducto y la mitigación del impacto ambiental negativo que este puede ocasionar cuando no se procesa, por una mala utilización o disposición. A su vez, se produce una reducción del contenido de patógenos en los desechos tratados, garantizando la bioseguridad de la industria, una disminución del riesgo de contaminación por nitrógeno, se estabiliza la materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total, elimina patógenos y tiende a neutralizar al pH. Por otro lado, el material transformado adquiere una relación Carbono-Nitrógeno, que aporta buena cantidad de humus al suelo, reducción de pérdidas por erosión hídrica y eólica, reducción de las características fitotóxicas de los residuos utilizados y reducción de los malos olores.

### **c) Aprovechamiento de residuos de cama para producción de gas metano**

El residuo conocido como cama de pollo es la mezcla de guano, orina, plumas y cáscara de arroz. La mayor parte de este residuo se deja abandonado en el campo o se utiliza como relleno, con lo

que aumenta la posibilidad de contaminación del suelo y napas con sustancias químicas (anabólicos, antibióticos, etc.), y con organismos patógenos, principalmente salmonella, con el consiguiente deterioro de los ambientes naturales.

Ante la detección de este problema, la oportunidad de mejora está dada gracias a que los biodigestores se alimentan con sustratos orgánicos de origen residual que, en ambientes libres de oxígeno (anaeróbicos) sufren una descomposición en la que intervienen bacterias anaeróbicas, al tiempo que liberan gases. Con preponderancia del metano (50%), esos gases pueden utilizarse en calderas, termotanques, motores, o redes domiciliarias. El aprovechamiento de estos residuos impacta de forma directa en la disminución del consumo de gas utilizado para la calefacción de ambientes en las criadoras (especialmente en cría y levante), en la generación mediante la utilización de biomasa de energía eléctrica para autoconsumo, reduciendo el empleo de combustibles fósiles. En la reducción de bio-abono y en el tratamiento y valorización de los residuos de la actividad avícola.

En la actualidad existen líneas de trabajo como el Proyecto Piloto desarrollado por el INTI en materia de Energías Renovables en la ciudad de Concepción del Uruguay, Provincia de Entre Ríos.

La avicultura es la industria más fuerte de la provincia de Entre Ríos, el 50% de los pollos parrilleros del país proviene de aquí y por eso es necesario el abordaje de la problemática del residuo que genera, conocido como “cama de pollo”. Justamente es esta mezcla de guano, orina, plumas y cáscara de arroz la “materia prima” para la generación de biogás: luego de la biodigestión, un proceso en el que intervienen bacterias anaeróbicas (llamadas así porque no se necesitan aire), se extrae gas metano, similar al gas licuado envasado que utiliza el criadero hoy por hoy. Además, la “cama de pollo” genera un subproducto útil: abono orgánico, que se aplica directamente al campo.

Un fuerte argumento del INTI para entusiasmar a más criadores de pollos entrerrianos es que tienen la posibilidad de obtener de sus propios desechos un importante porcentaje del gas y la electricidad que necesitan para funcionar. Es el caso de la granja que ya participa en este proyecto de Energías Renovables —de tamaño mediano, tiene cuatro galpones de unos 1.200 metros cuadrados cada uno— cuyos números preliminares no dejan de sorprender: con la cama de pollo que generan se pueden producir nada menos que 6.922 metros cúbicos de biogás. Se calcula que la mayor parte se quemará para calefacción de los galpones de crianza, y que el resto se destinará a producir electricidad con un grupo electrógeno.

#### **d) Aprovechamiento del residuo cáscara de huevo**

Debido a la generación de residuos orgánicos como cáscaras de huevo y huevos no eclosionados que, en la mayoría de los casos, su disposición final es en basurales a cielo abierto, se presentan numerosos problemas ambientales por la permanente generación de gases derivados de la fermentación anaerobia (metano, ácido sulfhídrico, dióxido de carbono).

A raíz de ellos, la oportunidad que surge para el sector, ante la detección de este problema es el uso de la cascara de huevo como catalizador para la obtención de lactulosa. Este es un procedimiento de síntesis empleando únicamente constituyentes naturales, suero de quesería enriquecido en lactosa y cáscara de huevo. La lactulosa, en este caso, se produce por isomerización (proceso químico mediante el cual una molécula es transformada en otra que posee los mismos átomos pero dispuestos de forma distinta) de la lactosa presente en el suero de quesería y la cáscara de huevo actúa como catalizador de la reacción. Los estudios realizados permitieron conocer que empleando estas materias primas se logra una óptima producción de lactulosa (1.18 g/100 ml) y bajos de niveles de productos secundarios cuando se adicionan 6 mg de cáscara de huevo por ml de permeado de suero de quesería y se calienta la mezcla a 98°C durante 60 min. En el caso de que el producto esté destinado para la alimentación animal, el proceso de preparación es sumamente sencillo, dado que la mezcla resultante es una suspensión con lactulosa y fosfatos, apropiada como complemento del alimento, y no se haría necesaria la filtración. Es un procedimiento de fácil implementación, bajo costo, respetuoso con el medio ambiente y no requiere instalaciones específicas para su desarrollo.

El impacto altamente positivo está dado gracias a la disminución de impacto ambiental negativo por mal tratamiento de residuo, la aplicación farmacológica en tratamiento de encefalopatías humanas de origen hepático, la generación de un subproducto apto para la alimentación animal y en el tratamiento y valorización de los residuos de la actividad avícola.

Otra alternativa, con gran impacto medioambiental, es el uso de la cascara de huevo para tratamiento de aguas contaminadas. Las cáscaras de huevo se utilizan para separar materia suspendida en líquidos, gases o coloides que son atrapados en los poros. El efecto de esto es la formación de una capa gaseosa o líquida constituida por moléculas de la sustancia que se quiere separar. Las cáscaras se dispersan en el agua contaminada con cadmio, zinc, mercurio o plomo donde el contaminante es removido, dicha reacción se realiza en condiciones ambiente. A raíz de estas aplicaciones se logrará una gran disminución del impacto ambiental negativo por mal tratamiento de residuo y la captura de contaminantes tanto en el agua como en lixiviados.

#### **e) Tratamiento de efluentes líquidos avícolas por medio de pantanos secos artificiales**

Dada la falta de tratamiento de los efluentes líquidos avícolas, surgen numerosos problemas de contaminación, a raíz de las grandes cantidades de sustancias como nitrógeno, fósforo y azufre, olores desagradables, contaminación de napas por defectuosa disposición final de efluente.

La oportunidad ante este problema de contaminación, es reducir la degradación de las aguas superficiales y subterráneas debido a los nutrientes y microorganismos patógenos presentes en los desechos avícolas y reducir el consumo de agua.

Este tratamiento permitiría la implementación de un proceso de tratamiento del efluente en donde no se utilicen químicos (sedimentadores, floculantes, etc.), la disminución de la huella de carbono, una baja generación de sólidos resultantes del proceso, la eliminación de olores y ruidos que producen molestias en las cercanías inmediatas, y la reutilización del efluente final.

### **3. Sector vitivinícola**

En relación a este sub-sector, se destaca que el consumo energético de las bodegas está integrado fundamentalmente por energía eléctrica (80-90%). El consumo eléctrico por litro de vino elaborado es de 0,15 KW y de gas (de red o gas licuado del petróleo GLP) equivale a un 10-20%. En el proceso vitivinícola las etapas que generan una mayor demanda de energía eléctrica son la estabilización, fermentación y el proceso de guarda, por los requisitos de refrigeración o control de temperatura, los que en conjunto consumen casi el 60% del total de la energía. Otras fuentes energéticas de menor consumo en las bodegas incluyen el uso de gas, principalmente en calderas para calentamiento de agua, y petróleo para equipos eléctricos o climatización.

Dicho consumo energético presenta sus picos de demanda entre los meses de marzo y abril, que coinciden con la temporada de cosecha y elaboración. El resto del año el consumo corresponde a envasado y almacenamiento, y a las actividades oficinas, tienda, entre otros. El consumo anual de agua, en una bodega de vinos corresponde aproximadamente a un 50% durante la vendimia y en los trasiegos, un 35% para operaciones de tratamientos y guarda, y un 15% en las operaciones de estabilización y embotellado.

#### **a) Disminución del consumo energético mediante la reducción de la demanda frigorífica en los procesos**

La generación de frío determina una de las mayores demandas energética en el proceso de elaboración de vino, con aproximadamente 50 a 70% de la energía total utilizada. Esta energía podría ser mejor utilizada si se aplicaran reducciones como las que se describen a continuación:

i) *Reducción de la demanda frigorífica en el desbarrado de mostos blancos*

En el proceso de elaboración de vinos blancos, antes de la fermentación se emplea frío para decantar los coloides en suspensión. El vino claro se trasiega (separar el vino de los restos de las levaduras y otras sustancias sólida) y el sedimento se separa por el fondo.

A raíz de esto, la oportunidad está dada por la aplicación de un procedimiento, que no requiere frío y demanda menos tiempo, que consiste en burbujear aire o gas inerte que provoca la flotación de los coloides, que son separados con paletas en la superficie.

Gracias a la aplicación de la innovación el impacto se verá reflejado en la disminución del consumo energético, la reducción de la huella de carbono, la reducción de demanda energética en los procesos de enfriamiento utilizados durante la producción de vino y la optimización de costos y aumento de la competitividad.

ii) *Reducción de la demanda frigorífica por enfriamiento evaporativo en la fermentación alcohólica*

La fermentación alcohólica se debe mantener a una temperatura controlada entre 28 y 34°C. Como el proceso es exotérmico, es necesario refrigerar el mosto para mantener la temperatura.

Ante esta situación de alto consumo energético, la oportunidad se encuentra en alcanzar el mayor ahorro de energía en la refrigeración del mosto pre enfriándolo en un refrigerador evaporativo a la temperatura de bulbo húmedo. El refrigerador evaporativo consiste en un intercambiador de calor en el que el mosto circula por el interior de los tubos. Los tubos reciben exteriormente una lluvia de agua que ha sido enfriada hasta la temperatura de bulbo húmedo, haciéndola circular por un enfriador evaporativo, en contacto con una corriente de aire (el agua se evapora parcialmente a expensas de su calor latente de vaporización, extrayendo del mosto 580 Kcal por cada litro de agua evaporada) permitiendo un importante ahorro de energía en la refrigeración del mosto.

El impacto altamente positivo estará dado por la disminución del consumo energético, la reducción de la huella de carbono, la reducción de demanda energética en los procesos de enfriamiento utilizados durante la producción de vino y la optimización de costos y aumento de la competitividad.

iii) *Optimización de la demanda de frío para la estabilización tartárica*

La estabilización tartárica consiste en la refrigeración del vino a una temperatura próxima a su punto de congelación y su posterior almacenamiento en depósitos isotermos durante una semana para evitar la formación de cristales traslúcidos de bitartrato de potasio o tartrato de calcio. Cabe aclarar que esta es una operación con alta demanda frigorífica que requiere un enfriamiento del vino a -3°C en enfriadores, que separan los cristales que se depositan en la superficie de intercambio. Luego de enfriado, el vino es enviado a tanques aislados donde se deja reposar 5 a 7 días a -3°C para que los cristales se depositen en el fondo. Por último el vino es aspirado y enviado a un filtro que retiene los cristales pequeños que no han precipitado. Al finalizar debe aumentarse la temperatura del vino estabilizado a 12°C para embotellarlo.

Mediante Intercambiador de calor, se puede optimizar esta operación instalando un doble intercambiador de calor que pre-enfría el vino de 16°C a 5°C con el vino estabilizado y luego lo enfría a -3°C con el equipo frigorífico, pudiendo ahorrarse kcal/hs en aumentar la temperatura del vino y logrando con ello una reducción muy significativa de la potencia de la unidad de frío.

Gracias a la optimización de la demanda de frío para la estabilización tartárica se logrará una considerable disminución del consumo energético, reducción de la huella de carbono, reducción de la demanda energética en los procesos de enfriamiento utilizados durante la producción de vino y optimización de costos y aumento de la competitividad.

Por otro lado, debe considerarse la electrodiálisis. Esta técnica permite la separación de determinados aniones o cationes de los mostos o vinos, haciendo pasar éstos por un aparato

dializador, donde una corriente continua aplicada entre dos electrodos y unas membranas semipermeables, logran la eliminación o reducción de los niveles de calcio o de potasio, permitiendo de estabilizar los vinos frente a las precipitaciones tartáricas. Reduce el costo un 25% respecto al del tratamiento por frío tradicional.

La aplicación de esta técnica permite lograr la disminución del consumo energético, la reducción la huella de carbono, la reducción de la demanda energética en los procesos de enfriamiento utilizados durante la producción de vino y la optimización de costos y aumento de la competitividad.

#### **b) Disminución del consumo energético mediante la recuperación de calor en enfriadoras de líquidos**

Las implicancias de la recuperación de calor son distintas según la época del año, sea durante la vendimia o fuera de ella. A raíz de ello, durante la vendimia, el frío es requerido para maceración en frío, sala de barricas, sala de botellas, y confort de oficinas. A su vez el calor es requerido para calentamiento de chaquetas de tanques, limpieza y agua caliente sanitaria, mientras que fuera de vendimia se requiere en la sala de barricas, sala de botellas y confort de oficinas. El calor a su vez es requerido para calentamiento de chaquetas de tanques, limpieza y agua caliente sanitaria.

En este caso la oportunidad consiste en la recuperación de calor mediante un intercambiador que se instala en la línea de gas caliente entre el compresor y el condensador del sistema frigorífico para recuperar calor del vapor de refrigerante. El sistema permite una recuperación del 80 % del calor generado, disminuyendo el consumo de gas.

El impacto, nuevamente, redundará en la disminución del consumo energético, la generación de agua caliente que se puede emplear para termostatar las chaquetas de los tanques de fermentación, y como agua sanitaria para limpieza. La reducción de la huella de carbono y fundamentalmente la optimización de costos y aumento de la competitividad.

### **4. Centros de distribución y logística**

#### **a) Tratamiento de efluentes líquidos en centros de distribución y logística**

En esta oportunidad, una empresa del sector lácteo, implementó un tratamiento de efluentes innovador, llamado Pantanos Secos Artificiales (PSA). Los pilares que sustentan esta acción son el objetivo de reducir la huella de carbono y el compromiso de proteger los recursos hídricos, sobre todo cuando son escasos, y utilizarlos en armonía con los ecosistemas y las comunidades locales. La estrategia del grupo pone su foco en cuatro áreas: proteger el recurso, reducir el consumo de agua, contribuir a restaurar el ciclo del agua en el mundo y favorecer el acceso al agua.

Esta planta de PSA recrea un ecosistema con plantas nativas argentinas —junquillos y forrajeras— emulando los procesos físicos, químicos y biológicos de depuración tal como se desarrollan en los ecosistemas naturales. Se trata de un sistema simple y de fácil construcción que reemplaza el tratamiento convencional de efluentes, absorbiendo CO<sub>2</sub> y liberando O<sub>2</sub> como todo proceso natural de crecimiento vegetal.

Una gran ventaja es que prácticamente no consume energía eléctrica en su proceso de funcionamiento, el flujo del tratamiento es subterráneo y se moviliza por gravedad. Su mantenimiento es fundamentalmente de jardinería y otro poco mecánico (mantenimiento de bombas y cañerías) y debido a su flujo subterráneo no genera olores desagradables, no favorece la reproducción de insectos, y tampoco requiere fertilizantes ni productos químicos que puedan afectar las áreas aledañas.

Esta nueva tecnología, la cual se apoya en la sabiduría de la naturaleza para resolver de forma simple el tratamiento de nuestros efluentes, logra a través de su sistema de purificación, un efluente limpio. El sistema de PSA incluye: impermeabilización del fondo y de los taludes de los lechos para prevenir infiltración, lecho de arena como medio de cultivo en el cual puedan crecer las plantas de pantano, plantas que aportan oxígeno para que las bacterias presentes en los efluentes puedan,



procesar la materia orgánica del efluente, y así estas mismas plantas puedan crecer a partir de estos nutrientes y utilización de tuberías, accesorios y válvulas mínimas indispensables, que aseguren la consecución de los tiempos de retención adecuados para el tratamiento. Cabe destacar que existen numerosos campos de aplicación para esta innovación: industriales (lácteas, tambos, frigoríficos, destilerías, azucareras, farmacéuticas, etc.), en granjas de aves y cerdos, rellenos sanitarios (lixiviados) y metales pesados, una alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y nutrientes.

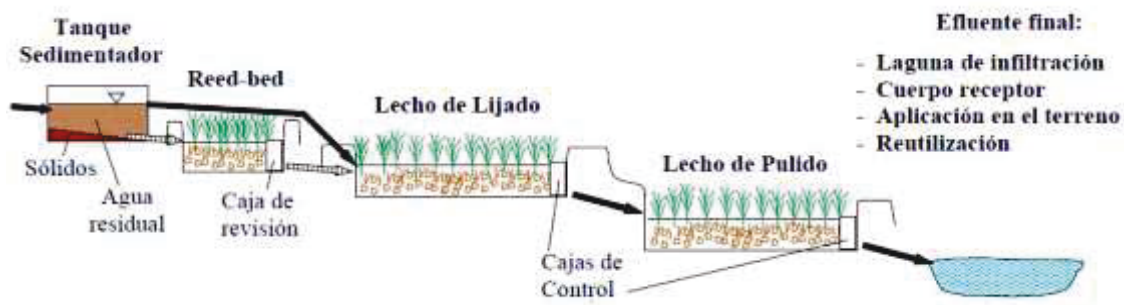
La principal característica de este sistema es que el residuo líquido a ser tratado es controlado hidráulicamente de manera de no permitir la existencia de espejo de agua, estando el nivel de agua siempre por debajo de la superficie de gravas y arenas; sobre esa superficie es donde crecen las plantas. Las mismas crecen hidropónicamente en el medio de cultivo, mientras el efluente pasa lentamente a través de sus raíces.

El sistema se dimensiona según el caudal, tipo y concentración de carga contaminante del efluente y es fácilmente ampliable (modular) a la hora de necesitar una expansión. El aporte de oxígeno, fundamental en todo tratamiento biológico es aportado al sistema por las plantas (capacidad de absorber metales pesados, nitrógeno, y fósforo para su propio desarrollo) a través de la fotosíntesis. Los pantanos secos artificiales son normalmente construidos con profundidades promedio de 1 metro, con algún tipo de material impermeable (lamina de polietileno PE de 1 milímetro de espesor con tratamiento UV) en el fondo y taludes, y con diques con altura suficiente para soportar los lechos y prevenir que aguas de lluvia y de escurrimiento puedan desbordarse. Los lechos están formados por una capa de arena por debajo de la cual están las tuberías de infiltración de agua, y el efluente circula lentamente por debajo de la superficie de la arena.

El agua contaminada, ingresa a una primer etapa llamada “separación de sólidos”. Esta se realiza en un decantador de hormigón sin elementos mecánicos. El agua que sale del decantador se dirige por gravedad a un primer lecho llamado “lecho de lijado” y de ahí a un segundo llamado “lecho de pulido”. En el lecho de lijado se realiza la mayor parte de la depuración y en el lecho de pulido se hace el ajuste final para que el efluente tratado cumpla con los límites de vertido exigidos. La permeabilidad de la arena tiene un valor inicial muy elevado que disminuye paulatinamente aun valor menor dentro de los primeros años de operación y permanecerá constante en el tiempo (ver diagrama 5).

El impacto positivo basado en la implementación de este sistema de tratamiento, redunda en el bajo consumo de energía eléctrica en su proceso de funcionamiento, así como en la eliminación de olores y de bio-sólidos, en la reutilización del efluente final (por ejemplo riego, agricultura, etc.) y en la absorción del dióxido de carbono, al tiempo que libera oxígeno.

**DIAGRAMA 5**  
**SISTEMA TÍPICO DE PANTANOS SECOS ARTIFICIALES**



Fuente: New England Waste Systems SA ([www.newswet.com](http://www.newswet.com)).



## G. Conclusiones

El Sector de Elaboración de Alimentos y Bebidas constituye uno de los sectores de mayor importancia dentro de la estructura productiva de la economía nacional. Tanto su producción para consumo interno como la mercadería elaborada para los mercados extranjeros se encuentran a la altura de los mayores estándares internacionales.

La evolución de los mercados alimentarios y de los hábitos de consumo ha sido y es uno de los factores claves que afectan a la industria agroalimentaria. En pocos años, y debido a la internacionalización de la empresa, la industria alimentaria ha tenido que hacer frente a los cambios sociales y a las especialidades gastronómicas de las distintas regiones y culturas del mundo. Esto ha supuesto, por un lado, una necesaria adecuación de los sistemas productivos y por consiguiente importantes inversiones; pero por otro lado ha supuesto también el acceso a mercados maduros, con nuevos productos. La industria debe profundizar su proceso de innovación para resguardar los recursos naturales y acompañar las tendencias de los mercados. Cada vez más empresas adoptan nuevas tecnologías y emprenden procesos innovativos, vinculados al medio ambiente.

La cadena alimentaria está constituida por muy diversos sectores tal como agrícola, industrial, proveedores, transporte, consumo y gestión de residuos, los cuales generan diferentes impactos en su entorno. Por ello, para la industria de alimentos y bebidas, la creación de valor en términos económicos, sociales y ambientales, se articula a través de la cooperación entre los distintos agentes implicados a lo largo de la cadena alimentaria, creándose por tanto un valor compartido para sus grupos de interés: consumidores, agricultores, y la sociedad y entorno en general en el que la industria opera.

La industria alimenticia en Argentina, viene participando activamente en el desarrollo de una producción más limpia y sostenible, a través de metodologías de evaluación ambiental e iniciativas para la mejora medioambiental continua, que sirvan de base para el establecimiento de medidas de ahorro energético, la implantación de medidas encaminadas a una agricultura sostenible (disminución y racionalización del uso de fitosanitarios y fertilizantes, desarrollo de biopesticidas, modernización de los regadíos, minimización del laboreo, practica de agricultura de precisión.etc.), racionalización de la gestión de los residuos en las explotaciones ganaderas, desarrollo de fuentes de energía renovables y biocarburantes y el aprovechamiento y valorización de residuos alimentarios a lo largo de la cadena.

Los temas de innovación y sustentabilidad ambiental ya están instalados a nivel de empresas, e instituciones intermedias como la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios, la Cámara Argentina de la Industria de Chacinados y Afines, la Cámara Argentina del Maní y en los principales centros tecnológicos del país que colaboran en diferentes líneas de investigación y desarrollo como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Facultad de Agronomía de la UBA (FAUBA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), e instituciones públicas como la Secretaria de Energía de la Nación (SEN). Esto se advierte a través de los casos de innovaciones sustentables ya implementadas como ser: la siembra inteligente de soja, la utilización del bagazo del proceso de producción de azúcar como combustible ecológico, el sistema electrónico para la medición de gas metano en rumiantes creado por investigadores del INTA y del CONICET, el desarrollo por un grupo de investigadores del Instituto de Agrobiotecnología del Litoral de un gen que se inserta en plantas de soja, trigo, alfalfa y maíz generando especímenes más resistentes para combatir la sequía, al igual que un gran número de desarrollos de innovaciones sustentables que revela la capacidad del sistema científico técnico local y que, debido a razones de espacio en esta informe y la cantidad de subsectores que forman el sector alimenticio, no fueron incluidos.

Asimismo, cabe destacar la valiosa participación para llevar a cabo este documento de las respectivas cámaras sectoriales, como así también la apreciada contribución de expertos y empresarios entrevistados, quienes contribuyeron en la identificación de un número de oportunidades de innovación sustentable en los sectores analizados y que son importante potenciar en el país, como por ejemplo: en el sector bovino el aprovechamiento de estiércol a través de plantas de biogás, el tratamiento de purines de

tambos por medio de lagunas anaeróbicas, el aprovechamiento del lactosuero para la producción de etanol, la ganadería sustentable del pastizal, en el sector avícola el aprovechamiento de residuos y tratamiento de efluentes de la industria, y en el sector vitivinícola las innovaciones aplicadas para la disminución del consumo energético. Los casos identificados de innovación sustentable que se desarrollan en el presente informe nos marcan una tendencia del fuerte compromiso del sector alimenticio en Argentina con la sustentabilidad ambiental, delineando a futuro un amplio ámbito de mejora en desarrollo competitivo de las empresas y a la seguridad de los consumidores mediante la investigación y la innovación tecnológica, y profundizando en el desarrollo de métodos sostenibles.

Ahora bien, para poder avanzar en este proceso, se hace necesario y fundamental un alto nivel de involucramiento y trabajo conjunto entre los diferentes agentes e instituciones que componen el sistema de innovación y productivo del país. Son necesarios esfuerzos no solo desde el ámbito productivo. El sector público, a través de un mayor apoyo a la innovación sustentable, tiene un rol fundamental en facilitar el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos, así como potenciar la generación de nuevo conocimiento en las instituciones de investigación y desarrollo científico del país, y una vinculación mucho más fuerte y permanente entre los actores del sistema.

## Bibliografía

- ALADI, Asociación Latinoamericana de Integración. [www.aladi.org](http://www.aladi.org). Alimentación. Italia, Roma.
- Andreadakis, A. D. (1992). “Anaerobic digestion of piggery wastes”. *Wat. Sci. Tech.* 25: pp.: 9-16. (<http://connection.ebscohost.com/c/articles/8402024/anaerobic-digestion-piggery-wastes>).
- ANPCyT, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. [www.agencia.mincyt.gov.ar](http://www.agencia.mincyt.gov.ar).
- Banco Mundial, (2011), “*Informe sobre el desarrollo mundial 2011: Conflicto, seguridad y desarrollo*” (IDM). [www.bancomundial.or](http://www.bancomundial.or).
- BM, (2011), Banco Mundial, Región de América Latina y el Caribe, “El Alto Precio de los Alimentos: Respuestas de América Latina y el Caribe a una Nueva Normalidad”, Washington, DC.
- Bocco, Adriana, Dubbini Daniela, Rotondo Sebastián., Yoguel Gabriel, (2005). “*Reconversión y empleo en la industria del vino. Estructura productiva y dinámica del empleo en el complejo vitivinícola: un análisis del sector bodeguero nacional*”. Investigaciones. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, Buenos Aires, Argentina.
- Bonsall; Lizzie, (2012), “*Brazilian beef: The China of Latin America?*,” Global Meat News. Reino Unido.
- Braun, R.O.; Cervellini, J.E. 2010. “*Producción Porcina: bienestar animal – salud y medio ambiente – etología - genética y calidad de carne – formación de recursos humanos – enseñanza de la disciplina en la universidad*”. Editorial Nexo di Napóli. 276 pp. ISBN: 978-987-05-8475-9. Buenos Aires, Argentina.
- Braun, R.O.; Scoles, G.E.; y Pattacini, S.H. (2012). “*Tratamiento ecológico para aumentar el rendimiento biológico de bacterias en las fosas bajo los slats en pistas de terminación de cerdos. Revista de Memorias XVII Jornadas de Actualización Porcina. XI Congreso Nacional de Producción Porcina. VI Congreso de Producción Porcina del Mercosur*”. Salta, Argentina. Supl. 1: 8.
- CEPA, Centro de Empresas Procesadoras Avícolas, [www.aviculturaargentina.com.ar](http://www.aviculturaargentina.com.ar).
- CIU Revisión 4 (2009), Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. ST/ESA/STAT/SER.M/4/Rev.4- ISBN 978-92-1-361237-8- Naciones Unidas.
- CIMMyT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. [www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org).
- CMA, (1996). “*Seguimiento de los objetivos de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación: informe de síntesis sobre los progresos realizados en la aplicación del plan de acción*”. [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Codex Alimentarius Commission . (<http://www.codexalimentarius.org/>).
- COMCYT - FUMEC. “*Estudio de Tendencias y Oportunidades para el Sector de Alimentos*” (s/f).
- COMTRADE, estadísticas de comercio exterior. <http://comtrade.un.org/>.
- CONABIA, Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria. [www.agrobiotecnologia.gov.ar](http://www.agrobiotecnologia.gov.ar).
- CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. [www.conicet.gov.ar](http://www.conicet.gov.ar).
- COPAL, Coordinadora de la Industria de Productos Alimenticios. [www.copal.com.ar](http://www.copal.com.ar).

- De Obschatko; Edith S.; (2003). *“Estudio I.EG.33.7 - Estudios Agroalimentarios Componente A: Fortalezas y Debilidades del Sector Agroalimentario” – Documento 2: “El Perfil Exportador del Sector Agroalimentario Argentino las Producciones de Alto Valor”*. Coordinación del Estudio: Oficina de la CEPAL-ONU en Buenos Aires, a solicitud de la Secretaría de Política Económica,
- Del Río González P., Carrillo J., Könnölä T. (2010). *“Enfoques y políticas de eco-innovación: una visión crítica”*, ISSN 0213-3865, N°. 75. N° de clasificación JEL: D21 O33, O38. Ministerio de Ciencia e Innovación de España.
- DNICA. Dirección Nacional de Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Departamento de Estadísticas. [www.senasa.gov.ar/seccion.php?in=10](http://www.senasa.gov.ar/seccion.php?in=10).
- Euromonitor International, Industrial Reports, Global Trends Report, World Travel Market. [www.euromonitor.com](http://www.euromonitor.com).
- FAO, (1965). *“Estado mundial de la agricultura y la alimentación análisis del segundo decenio de la posguerra”*. Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Pesca.
- FAO/ALADI, (2012). *“Seguridad Alimentaria y Comercio Interregional de Alimentos en la ALADI - Documento conjunto FAO-ALADI”*. (<http://www.fao.org/docrep/019/as383s/as383s.pdf>)
- FAUBA, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. [www.agro.uba.ar](http://www.agro.uba.ar).
- Fernández Portela J., (2013), *“La evolución reciente del sector vitivinícola internacional. Alicante: Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL) de la Universidad de Alicante”*. Vol. 4, n° 39, p. 173-194. [ISSN: 2173-1276]. España.
- Garzón; Juan Manuel, Torre; Nicolás, (2013). *“Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana (IERAL) de Fundación Mediterránea - Una Argentina Competitiva, Productiva y Federal”*. Documento de Trabajo N°130, Buenos Aires, Argentina.
- Global Harvest Initiative, (2010) *“GAP Report (Global Agricultural Productivity Report)”*, [www.globalharvestinitiative.org](http://www.globalharvestinitiative.org).
- Herrera, Daniel. (2004). *“El IICA y las cadenas alimentarias: avances y tareas pendientes. Intercambio”*. San José, Costa Rica.
- IHS Global Insight. ([www.ihs.com](http://www.ihs.com)).
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).
- INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar).
- INTI, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, [www.inti.gov.ar](http://www.inti.gov.ar)
- INV, Instituto Nacional de Vitivinicultura - Registro de viñedos 2011- 2012).
- INV, Instituto Nacional de Vitivinicultura. [www.inv.gov.ar](http://www.inv.gov.ar).
- IPCC, (2007): *“Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático”*, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación). IPCC, 104 págs. Ginebra, Suiza..
- Jacobo, Elizabeth (2012). *“Manejo de pastizales naturales para una ganadería sustentable en la pampa deprimida : buenas prácticas para una ganadería sustentable de pastizal : kit de extensión para las pampas y campos”* - 1a ed. - Fundación Vida Silvestre Argentina; Aves Argentinas Aop, 104 p. ISBN 978-950-9427-23-5. Buenos Aires, Argentina.
- Joshi, Ashok Gulati, Ralph Waldo Cummings, (2007). *“Agricultural diversification in South Asia, Beyond food security”*, IFPRI. India.
- Kopper Gisella ; Calderón Gloria; Schneider Sheryl; Domínguez Wilfredo; Gutierrez Guillermo. (2009) *“Informes Técnicos sobre Ingeniería Agrícola y Alimentaria, Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico - Estudios de caso en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua”*. FAO, Roma.
- Malassis Louis. (1979). *Economía agroalimentaria I, Economía de consumo y producción agroalimentaria* - Paris, Ed. Cujas.
- Marino, Gustavo Daniel. (2008). *“Buenas prácticas ganaderas para conservar la vida silvestre de las pampas: una guía para optimizar la producción y conservar la biodiversidad de los pastizales de la Bahía Samborombón”* . - 1a ed. - Buenos Aires: Aves Argentinas AOP, 2008.104 p.ISBN 978-987-22039-4-8 - 1. Producción Ganadera. I. Título CDD 636.2. Buenos Aires, Argentina.
- MDIC/SECEX, Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior- Oficina de Comercio Exterior, Brasil. [www.alicewebmercosul.mdic.gov.br](http://www.alicewebmercosul.mdic.gov.br).
- MinAgri, Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. [www.minagri.gov.ar](http://www.minagri.gov.ar).  
Ministerio de Economía de la Nación. Buenos Aires, Argentina.

- Ministerio de Industria, (2012 – 2020) - Secretaría de Planeamiento Estratégico Industrial “*Plan Estratégico Industrial Argentina 2012 – 2020*”. [www.industria.gob.ar](http://www.industria.gob.ar).
- Moreno Mejía; Luis Alberto, (2014). La próxima despensa global: cómo América Latina puede alimentar al mundo, informe BID Documento de Marco Sectorial (SFD) de Agricultura y Gestión de Recursos Naturales.
- Morón, Carmen, Dárdano, Cecilio. (2001). “*Importancia del Códex Alimentarius en la seguridad alimentaria y el comercio de alimentos. Santo Domingo*” - República Dominicana.
- New England Waste Systems SA. [www.newswet.com](http://www.newswet.com).
- Nikos Alexandratos, Bruinsma, Jelle (2012). “*World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*”, (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, ESA Working paper N. 12-03.
- OIV (2014). Organización Internacional de la Viña y el Vino, Informe estadístico sobre la vitivinicultura mundial.
- OIV (2013). Organización Internacional de la Viña y el Vino, Coyuntura Mundial.
- OMS/FAO, (2003). “*Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas: informe de una Consulta Mixta de Expertos*” OMS/FAO. ISBN 92 4 320916 7 (Clasificación LC/NLM: QU 145). Ginebra.
- OVA, (2013). Observatorio Vitivinícola Argentino, Cosecha Argentina 2013 - [www.observatoriova.com](http://www.observatoriova.com).
- Peralta, J.M., Araya, A., Herrera, C. (2005). “*Manejo de purines y tecnologías aplicables, Ministerio de Agricultura. Recomendaciones técnicas para la gestión ambiental en el manejo de purines*” . Colección INIA número 18. INIA, 206 p. Santiago, Chile.
- RENAVI, (2010). Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas - Estadísticas 2010. [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar).
- Robertson, A.M., (1977). “*Farm wastes handbook. Scottish Farm Building Investigation Unit, Craibstone, Bucksburn, Aberdeen*”, 114 p. AB2 9TR, Scotland.
- Rovira, S. y Scotto S. (2014). “Innovación sustentable en América Latina: oportunidades, retos y realidades”
- SAGyP, (2010) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca. 2010. Sistemas de biodigestión. Diario Oficial. Argentina.
- SAGyP, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca. [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar).
- SENASA, Servicio Nacional de Sanidad Agraria. [www.senasa.gov.a](http://www.senasa.gov.a).
- UIA, (2008). Unión Industrial Argentina, “*Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo*”, ANPCyT, PROFECyT - CABA. [www.uia.org.a](http://www.uia.org.a) - ([www.uia.org.ar/ceu.do?sid=4&tid=1&stid=5](http://www.uia.org.ar/ceu.do?sid=4&tid=1&stid=5))
- USDA, Foreign Agricultural Service, Livestock and Poultry: World Markets and Trade, Circulares varias.
- USDA, United States Department of agriculture, Data and Statistics. [www.usda.gov](http://www.usda.gov).
- USDA/FAS, United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service - Countries Regions, [www.fas.usda.gov](http://www.fas.usda.gov).
- Zeigler Margaret, (2012). “*GHI, 1. Food Security, Latin America. 2. Food security - Caribbean Area*”. Banco Interamericano de Desarrollo. III. Global Harvest Initiative. IV. Serie. IDB-MG-202 JEL Code: Q18. Washington D.C. Estados Unidos.

## Fuentes consultadas

- Carlos Ferrayoli, Centro de Excelencia en Productos y Procesos (CEPROCOR) – Gobierno de la Provincia de Córdoba.
- Carlos Sinesi Gerente del Centro de Empresas Procesadoras Avícolas (CEPA)
- Cintia Pin, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Rosario.
- Cora Espinoza especialista del área Avícola de la Dirección Nacional de Sanidad Animal del Servicio Nacional de Calidad Agroalimentaria (DNSASNA/SENASA).
- Cristian Vurcharchuc, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) – Rosario.
- Enrique Lipps; Asesor Ambiental de la Cámara Argentina de la Industria de Chacinados y Afines (CAICHA).
- Fabio Dalpiaz - Gerente Administrativo Indacor S.A.
- Guillermo J. Olivera; Director Ejecutivo de la Cámara Argentina del Maní.
- Hugo M. Pingray; Presidente de San Pedro Alimentos.
- Martín F. de Gyldenfeldt; Gerente de la Cámara Argentina de la Industria de Chacinados y Afines (CAICHA).
- Mercedes Nimo; Directora ejecutiva de la Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios, COPAL.
- Pablo Puyal. Presidente de New England Waste Systems SA
- Paula Abalde; - Gerente de Medio ambiente y Desarrollo Sustentable en Danone Argentina.
- Raúl Fisolo - Grupo Motta.

### **III. Oportunidad de mejoras en la competitividad industrial a través de la innovación sustentable en el sector autopartista argentino**

*Jorge Micolaucich*

#### **A. Resumen**

Una de las principales características del siglo XXI, es la celeridad y continuidad con que se producen los cambios tecnológicos en el mundo, esta dinámica de innovaciones, las podemos observar en diversas áreas como ser: la biotecnología y el desarrollo de nuevos materiales, las soluciones ofrecidas por la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC), todas ellas generando transformaciones profundas en nuestro estilo de vida y en el desarrollo de la economía mundial.

Por consiguiente, los países que no logren adaptarse a las transformaciones originadas por las nuevas tecnologías en los sectores de energía, industria, agricultura, medioambiente, entre otros, ponen en riesgo las posibilidades de desarrollo y bienestar de las generaciones actuales y futuras, y que se continúe profundizando la brecha tecnológica que los distancia del mundo industrializado.

El sector automotriz en la Argentina ha logrado un alto nivel de desarrollo y especialización manufacturera, que la colocan en el vigésimo puesto de los productores de automóviles en el mundo. Las principales firmas fabricantes de América, Europa y Japón operan en el país, desarrollando una cadena de valor con enormes oportunidades de elevar su contribución al desarrollo de la Argentina a través de la innovación tecnológica con visión de sustentabilidad.

El sector autopartista en Argentina representa alrededor del 9,1% del PBI industrial y el 1,4% del PBI total de la economía con una participación en el empleo industrial del 5%, mientras que las exportaciones del sector alcanzan a 2.603 millones de dólares. El sector está formado por aproximadamente 400 empresas núcleo, que emplean a 64.980 personas de manera directa y a otras 21.500 de manera indirecta. El sector se ha consolidado como una importante cadena de valor con enormes oportunidades de elevar su contribución al desarrollo del país. Su alto grado de desarrollo innovador, la incorporación de nuevas tecnologías y su compromiso con la sustentabilidad ambiental son las que impulsan el continuo crecimiento del sector afianzándolo en el mercado mundial.



El objetivo del presente estudio es analizar la industria automotriz, específicamente, del sector autopartista argentino, con la finalidad de detectar y relevar oportunidades de mejora en la competitividad de sus pymes. Para ello, se efectuó un relevamiento de la información existente disponible, como así también entrevistas a los distintos actores del sector y durante el desarrollo de talleres trabajo con el objetivo de identificar oportunidades de mejora en la competitividad industrial a través de innovaciones sustentables, identificándose una serie de oportunidades concretas aún no implementadas, pero con gran potencial a futuro como por ejemplo la mejora en los procesos de cincado, la reutilización de agua en los procesos, el desengrase biológico por medio de microorganismos, mejoras en el proceso de pintura, disminución del peso de la estructura del vehículo a través de la implementación de nuevos materiales y nuevas tecnologías, mejoras por la implementación de desarrollos nanotecnológicos, innovaciones en sistemas de seguridad activa, pasiva y elementos de asistencia, entre otras.

El sector no escapa a la tendencia actual de la sociedad de búsqueda de procesos sostenibles, ya sea a través de la reducción de la cantidad de materias primas empleadas o del empleo de métodos productivos más seguros y respetuosos con el medio ambiente, que es importante profundizar y potenciar.

## B. Introducción

La actividad productiva es uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico. Sin embargo, los residuos generados y el excesivo consumo de recursos naturales, pueden constituirse en agentes de deterioro del medio ambiente, restando sustentabilidad al crecimiento económico. Como consecuencia de ello, la sustentabilidad ambiental ha adquirido mayor importancia en el diseño de procesos, en la toma de decisiones de inversión y en la gestión productiva maximizando la eficiencia de utilización de los recursos y minimizando las pérdidas de materiales y de energía.

La compatibilidad entre crecimiento económico y sustentabilidad ambiental es posible, siempre y cuando los países logren implementar procesos de innovación que incorporen el cuidado del medioambiente en sus economías. En este contexto la innovación sustentable asoma como una de las herramientas que permitirán dar respuesta a este desafío. (CEPAL, 2010).

El objetivo del presente estudio es analizar la industria autopartista en la Argentina con la finalidad de detectar e identificar oportunidades de mejora en la competitividad de sus pymes. Para ello, entre el 20 de marzo y el 15 de mayo del presente año, se efectuó un relevamiento cualitativo de la información existente disponible, además de realizarse entrevistas a los representantes reconocidos dentro del ámbito como: la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC), informantes calificados dentro del ámbito de la investigación en universidades y centros de investigación y desarrollo, así como en el medio empresarial. Cabe mencionar, que en paralelo, se organizaron tres talleres participativos (Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba) con representantes de cámaras provinciales y empresarios del sector para trabajar sobre la identificación de oportunidades de innovación.

El sector automotriz no escapa a la tendencia actual de la sociedad de búsqueda de procesos sostenibles, ya sea a través de la optimización de materias primas empleadas o del empleo de métodos productivos más seguros y respetuosos con el medioambiente; los avances tecnológicos se dejan ver de manera clara en los procesos de producción de cualquier industria del sector. Asimismo, las mejoras en procesos existentes mediante automatización y un mejor control sobre su aplicación son otros de los campos en los que la innovación por parte de las empresas es mayor.

El sector automotriz es un sector clave para la mayoría de las economías, ya sean desarrolladas o en vías de desarrollo, por su volumen de negocio, la cantidad de personas empleadas en él, su grado altamente innovador en procesos productivos, convirtiéndose en una actividad articuladora de gran variedad de industrias proveedoras de las que depende la fabricación de vehículos (acero, aluminio, vidrio, plástico, caucho, componentes electrónicos y textiles, entre otros). Los temas innovación y



sustentabilidad ambiental ya están instalados a nivel de empresas, e instituciones intermedias como la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC) a través de la implementación del Programa de Mejora de la Competitividad (PMC), y en los principales centros tecnológicos del país que colaboran en diferentes líneas de investigación y desarrollo como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), y en el sector público-empresarial el Centro de Investigaciones Industriales de Tenaris-Siderca (CINI) que está llevando a cabo investigaciones en aleaciones metálicas nanoestructuradas para generar superficies superduras, síntesis de nanopartículas fluorescentes para generar firmas ópticas, entre muchas otras alternativas tecnológicas.

En el estudio se ha identificado una serie de oportunidades concretas como por ejemplo mejora en los procesos de cincado, reutilización de agua de procesos, desengrase biológico por medio de microorganismos, mejoras en el proceso de pintura, y otras aun no implementadas en Argentina, pero con gran potencial a futuro como ser mejoras por la implementación de desarrollos nanotecnológicos, innovaciones en sistemas de seguridad activa, pasiva y elementos de asistencia, entre otras.

El sector autopartista en Argentina representa alrededor del 9,1 % del PBI industrial y el 1,4 % del PBI total de la economía con una participación en el empleo industrial del 5 %, mientras que las exportaciones del sector alcanzan a 2.603 millones de dólares. El sector está formado por aproximadamente 400 empresas núcleo, que emplean a 64.980 personas de manera directa y a otras 21.500 de manera indirecta. Más del 50 % de las mismas son proveedoras directas de las empresas terminales. De ese total, cerca de 200 firmas se encuentran localizadas en el primer y segundo anillo, y existen alrededor de otras 400 firmas orientadas al mercado de reposición.

El documento está organizado en cinco secciones, incluida la presente introducción. En la segunda sección se analizan las principales características del complejo automotriz/autopartista, donde se incluye una breve descripción del contexto internacional, producción mundial de vehículos, y la tendencia mundial de la industria automotriz en los próximos años. En la tercera parte, se desarrolla más en detalle del sector en Argentina que da el marco para poder identificar áreas potenciales para la implementación de innovaciones sustentables en la cadena de valor automotriz. Mientras que en la cuarta sección se expone la importancia de la innovación sustentable como herramienta de desarrollo en Argentina, para luego, desarrollar los casos de oportunidades de innovaciones sustentables identificados en el sector, ya sea en el área de procesos, como en el desarrollo de nuevas tecnologías asociadas a la industria automotriz; en la quinta sección se exponen las principales conclusiones del estudio.

## C. Perfil sectorial

A nivel internacional, la industria automotriz en general, y el sector autopartista en particular, han ido generando un intenso y acelerado proceso de evolución en su producción, impactando significativamente en la economía mundial, y en especial, en las economías regionales.

En dicho proceso de evolución podemos percibir algunos factores de relevancia que han afectado sus principales características, dentro de los que se destaca el impacto de la globalización económica sobre la expansión del comercio internacional, la apertura de los mercados, y una creciente transferencia de tecnología, acompañada por una alta tendencia hacia la transnacionalización de los sectores productivos (Maceira, 2003).

Una característica que se destaca en el proceso de globalización es la creación de sistemas internacionales de producción integrada, reproduciendo a escala mundial procesos de especialización y contratación externa de una empresa en el mercado local. En estos esquemas de especialización internacional de la producción se encuentran las distintas tareas divididas entre los participantes de

este modelo. Entonces aparecen con el rol más predominante las empresas multinacionales radicadas en diferentes países, donde operan articuladamente dentro de redes productivas de tamaño global. Luego se encuentran las tareas más sencillas (entre otras el montaje y el ensamble), es decir, la tercerización de las actividades que son asignadas a áreas menos industrializadas (Piñeyro, Di Meglio y Piñero, 2009).

El sector automotriz no ha permanecido ajeno al proceso de globalización en curso, modificando algunos de los patrones centrales de la industria. Se ha acelerado un proceso de deslocalización de la producción desde los principales países desarrollados hacia un grupo de economías emergentes. Destacándose además, como la oleada de inversión extranjera directa y la expansión internacional de muchas empresas transnacionales ha sido tan relevante, que algunas de estas economías (Japón, la República de Corea y, en los últimos tiempos, China), se han transformado en importantes lugares de localización de los Sistemas Internacionales de Producción Integrada (SIPI) de las empresas automotrices que dominan la producción mundial de vehículos, intensificando la competencia entre los principales fabricantes en materia de marcas, innovación y desafiando la supremacía de los fabricantes estadounidenses y europeos. (CEPAL, 2013).

Se puede observar claramente en este proceso, cómo las empresas terminales o ensambladoras, en pos de fortalecer su presencia en los mercados de mayor potencial, deciden extender sus fronteras comerciales y productivas basándose en una integración internacional de sus productos. Por ende, el fortalecimiento de bloques comerciales aprovechando la conveniencia del comercio entre regiones, determinados por el libre comercio transfronterizo fueron, entre otros factores estratégicos, los que direccionaron a las empresas a un acomodamiento de sus estructuras de producción.

Un ejemplo de ello es lo ocurrido a partir de la firma, en 1991, del tratado de Asunción del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) y su posterior Acuerdo sobre Política Automotriz (MERCOSUR/CMC/DEC. N° 70/00) del año 2006, donde se establecen las bases y objetivos del libre comercio en el sector, impulsando un régimen automotriz como un centro de producción y consumo de base netamente regional, en el que Argentina y Brasil han ido desarrollado experiencia conjunta y especializándose en líneas de producción complementarias.

Los cambios, que paulatinamente las terminales fueron aplicando en el producto final y en su respectivo método de producción, determinaron en el sector autopartista la necesidad de una redefinición de los estándares de producción. Dicha redefinición estructural en la industria automotriz, llevaría a las terminales a profundizar sus requerimientos adoptando significativos cambios tecnológicos tanto de producto y proceso como de gestión. En términos globales, la industria automotriz se encontraba en un proceso de cambio de matriz de organización; dejando de lado el método tradicional “fordista” (de producción en masa, basado en la mano de obra con rutinas fijas, grandes escalas y un elevado grado de especialización por planta) e incorporando el método “toyotista” de organización, el esquema just in time (JIT), la flexibilidad del proceso productivo, la polivalencia laboral y una aproximación más estrecha entre terminales y proveedores.

Entre los principales cambios introducidos por las terminales podemos consignar los siguientes:

- La globalización de las operaciones;
- una mayor exigencia en la flexibilidad del proceso productivo, lo cual implica un esfuerzo de rápida adaptación, pero que está asociado inevitablemente a la escala y su consiguiente costo;
- una mejor calidad de los productos, con meta a la Calidad Total (excluir defectos en el momento que se descubre y lo antes posible, permite certificar la calidad en cada momento del proceso productivo);
- una mayor velocidad de respuesta a las necesidades de las terminales (“just in time”);

- la utilización de una misma plataforma para la fabricación de distintos vehículos en pos de ganar economías de escala (ventajas en términos de costos que una empresa obtiene gracias a la expansión) y facilitar el comercio entre regiones;
- una mayor concientización del impacto de los procesos productivos en el medioambiente y el desarrollo de programas sustentables.

Todos estos cambios darán como resultado lógico, un importante estrechamiento de las relaciones con los proveedores del sector, concibiendo en algunos casos una relación de largo plazo entre terminal–proveedor, forjando una integración vertical y desarrollando calidad en la cadena de valor, pudiendo estos últimos convertirse en los proveedores globales de los principales componentes.

Debido a esta redefinición estructural de las terminales se puede observar que aquellas empresas autopartistas que abastecen a escala internacional a las automotrices y que a través del proceso de transformación fueron acompañando estos cambios en las terminales presentan ventajas que concluirán siendo determinantes sobre los fabricantes autopartistas locales, ya que son las que en el proceso de cambio han desarrollado y provisto a la corporación las piezas y/o partes requeridas para los modelos nuevos.

El principal efecto de los cambios efectuados en el sector de las terminales sobre el sector de fabricantes de autopartes es una mayor transferencia de responsabilidades en materia de diseño por parte de las terminales sobre las empresas autopartistas (la terminal le establece al proveedor los detalles, especificaciones técnicas e información imprescindible para la interface de la pieza y/o conjunto que el proveedor debería desarrollar con el resto del vehículo, y espera del autopartista una solución tecnológica a la medida del requerimiento), generándoles el compromiso de proveerlas de soluciones tecnológicas eficientes en cualquier lugar del globo donde se produjera un modelo determinado. Todo ello seguido por un incremento en los niveles de comunicación e interrelación entre ambos.

El control jerárquico de las redes de aprovisionamiento es retenido por las terminales y se trata de una relación donde una de las partes está en condiciones claras de fijar las reglas de juego a la otra. Independientemente de los cambios que se señalaran, las terminales mantienen el control sobre tres variables que consideran claves en el negocio:

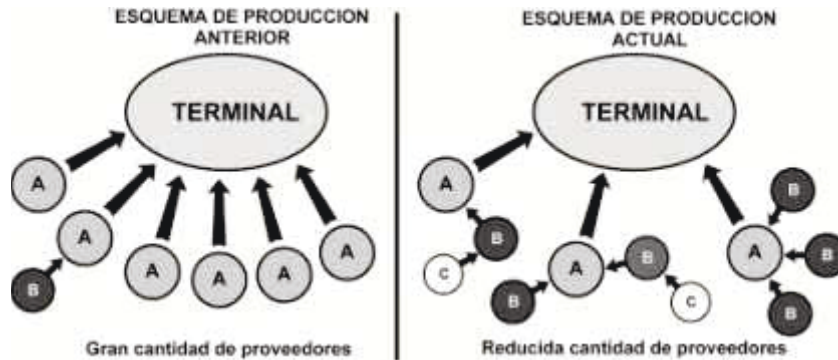
- El diseño de nuevos modelos
- la administración de la marca
- la relación con el cliente final, que abarca desde la financiación de las ventas de unidades, como así también la atención durante lo concerniente a la post venta y al periodo de garantía del producto. En este último punto, indefectiblemente, el consumidor para no perder la garantía del fabricante debe realizar el mantenimiento del vehículo en talleres oficiales.

Otro aspecto significativo a tener en cuenta de esta evolución, que fue desarrollando la industria automotriz, fue el paulatino cambio del tradicional suministro a las terminales de piezas individuales hacia la oferta de soluciones integrales. Este aprovisionamiento modular es la responsabilidad de investigación, diseño, fabricación y administración de su propia red de proveedores con una alta exigencia de desempeño, de los conjuntos funcionales, por los proveedores del primer anillo (sistemistas) quienes automáticamente, se transforman en responsables del diseño y desarrollo de lo producido por el segundo y el tercer anillo de proveedores.

En general estas empresas son multinacionales, o en su defecto empresas independientes de gran tamaño, con un fuerte vínculo estratégico con las terminales, y permanentemente generan una apreciable cantidad de fusiones dando como resultado una concentración progresiva de conocimientos y capacidades. En el esquema comparativo (véase el diagrama 6) se puede observar que en el modelo anterior era la terminal quien manejaba la relación con los distintos proveedores, mientras que en el

nuevo modelo la terminal contrata con su proveedor del primer anillo la provisión de sistemas completos y subconjuntos.

**DIAGRAMA 6**  
**ESQUEMA COMPARATIVO DE LA APLICACIÓN MODULAR**



Fuente: En base a datos de la Industria Automotriz.

### 1. Contexto internacional

El sector automotriz se ha convertido en una de las industrias más dinámicas de la era moderna y su importancia radica en el alcance social y económico que provoca, debido a su efecto multiplicador sobre otras industrias como la siderúrgica, la metalúrgica, la metalmecánica, la minera, la petrolera, la petroquímica, del plástico, vidrio, electricidad, robótica e informática (véase diagrama 7) y su contribución potencial a la creación de empleo y al desarrollo tecnológico en general.

**DIAGRAMA 7**  
**CADENA DE PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**



Fuente: elaboración en base a datos de la Asociación de Fábricas de Automotores (ADEFSA), 2014.

La industria de autopartes es uno de los eslabones importantes para la fabricación de un vehículo automotor, siendo los procesos más sobresalientes del valor agregado en la cadena de producción:

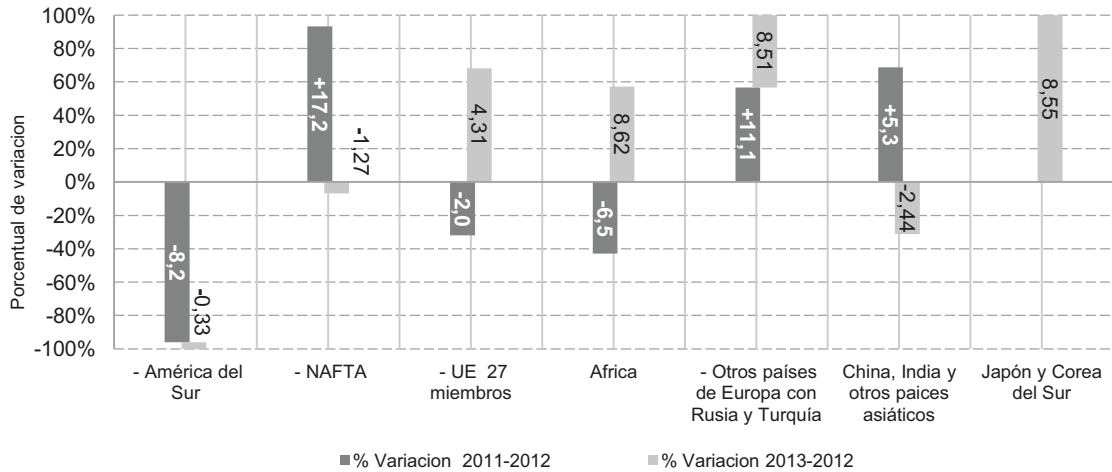
- Extracción de productos no metálicos.
- Fabricación de productos químicos y petroquímicos (como fibra de vidrio, autopartes de fibra de vidrio, productos de plástico y caucho).
- Fabricación de autopartes eléctricas y electrónicas.
- Extracción de minerales metálicos.
- Fabricación de productos metálicos.
- Fabricación de utilería mecánica.
- Fabricación de otras partes metálicas.
- Ensamble del vehículo (llámese camiones, autobús o automóvil).
- Comercialización de repuestos.

Con la determinación de ocupar los primeros lugares en producción y ventas en los mercados mundiales, las empresas integrantes del sector han estado en la búsqueda constante de innovaciones que les permitan fortalecer y hacer más competitivos sus procesos productivos. Como consecuencia de esta búsqueda y ante la necesidad de las empresas transnacionales automotrices de Estados Unidos y Europa por enfrentar el desafío que significaba Japón, surgió en la década del noventa una nueva forma de producción denominada “ensamblaje modular”. Este modelo busca hacer más rentable el diseño y la manufactura de vehículos, mediante el empleo de plataformas comunes que permiten una mayor coordinación y el uso múltiple de las partes, mientras se conserva la habilidad para adaptar modelos específicos de vehículos a gustos y condiciones de manejo locales. La producción de vehículos y partes tuvo un importante crecimiento en la década del noventa, sobre todo en los países en desarrollo (México, Brasil, Argentina, China, Tailandia, entre otros). En la industria automotriz actual es difícil encontrar espacios para nuevas economías de escala en la parte dedicada al ensamblado. Sin embargo, donde aún es posible encontrar dichas economías es en las áreas de fabricación de componentes y en la de diseño de vehículos. Los dilemas para la industria de componentes automovilísticos se centran en la escala de producción, por un lado, y en la localización para responder a las necesidades de sus clientes (las empresas terminales fabricantes de vehículos), por el otro. Este proceso afecta de forma distinta a los tres principales grupos de las empresas de autopartes: a los productores diversificados, a los grandes productores especializados en partes, y a las pequeñas y medianas empresas que tienen un papel de suma importancia en los distintos países en el mercado de autopartes (Kosacoff, 1998).

### **a) Producción mundial de automóviles**

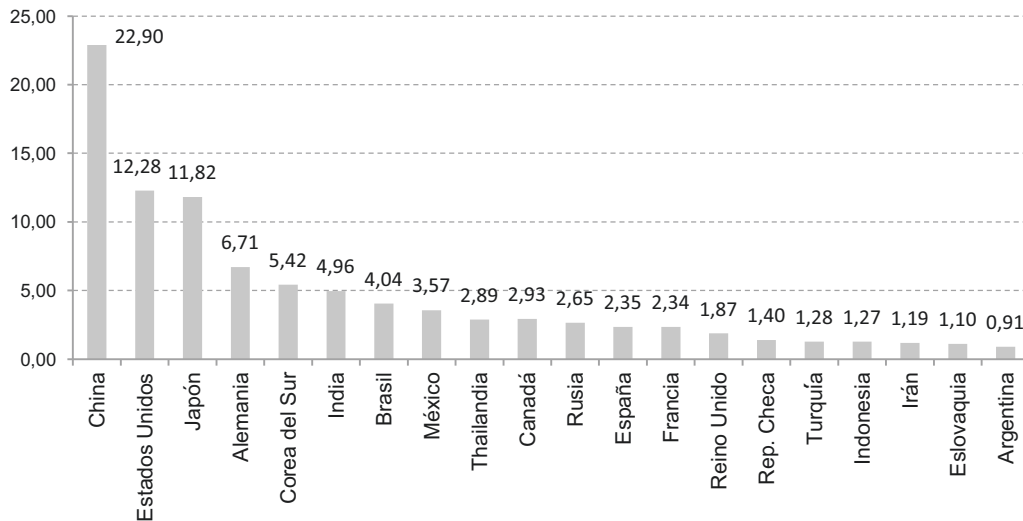
La producción mundial de automóviles creció un 5,3% durante los doce meses del año 2012, al compararlo con las cifras del mismo periodo del 2011 (ver gráfico 9). Estas cifras se desprenden de los resultados del informe que presentó la Organización Internacional de Constructores de automóviles (OICA), al concluir que en el año 2012 se produjeron 84,1 millones de vehículos de los cuales 63 millones fueron vehículos particulares y 21 millones comerciales en todo el mundo, destacando que China, Estados Unidos y Japón fueron los tres productores más importantes, ubicándose Argentina en el puesto 20° (ver gráfico 10).

**GRÁFICO 9**  
**ZONAS DE PRODUCCIÓN AUTOMOTRIZ, 2013**  
*(En porcentajes)*



Fuente: En base a datos de la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA) Ginebra 5 de Marzo 2014.

**GRÁFICO 10**  
**RANKING PRODUCCIÓN MUNDIAL DE AUTOMÓVILES, 2012**  
*(En porcentajes)*



Fuente: En base a datos de la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA) 2012.

Nota: La coordenada X indica la participación en porcentaje de los países en la producción mundial.

Tras una dramática caída hasta 61.8 millones de unidades en el año 2009, debido a la crisis del 2008, la producción mundial de vehículos se ha recuperado claramente a nivel global, sin embargo, con fuertes desigualdades en función de las diferentes regiones (ver diagrama 8).

Recorriendo en detalle cada una de las regiones, se puede observar que Asia mantuvo su liderazgo, con una producción total de 43.7 millones de unidades en 2012, seguido por Norte América Centroamérica y América del Sur con 20 millones, y Europa rezagándose con una cifra de menos de 20 millones.

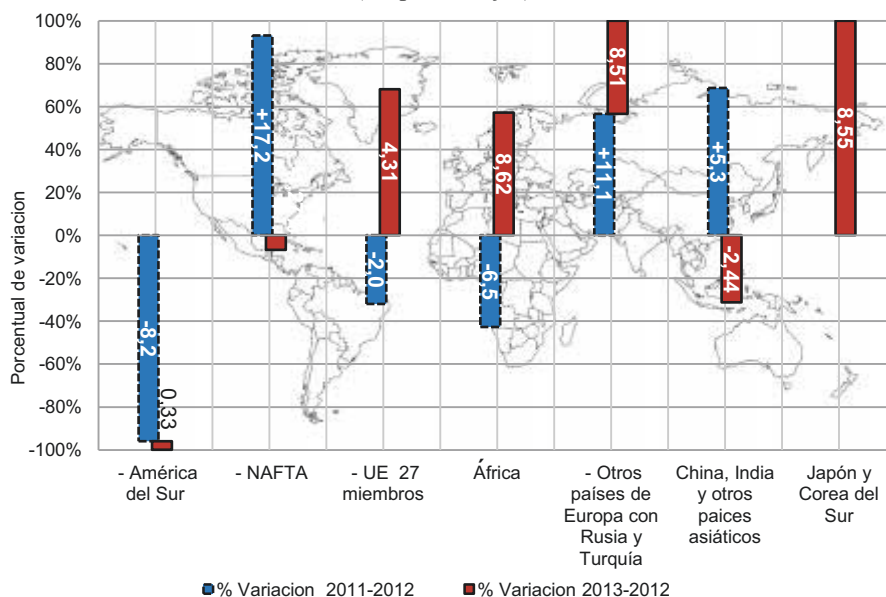


Europa, por su parte, redujo drásticamente su producción en 2012 (en un 8%), y su participación en la producción mundial de automóviles se encuentra ahora en sólo el 19%. Otros países europeos, incluyendo Rusia y Turquía, sin embargo crecieron, manteniendo su participación en la producción mundial en un 4%.

Continuando por los países que componen el NAFTA, la producción creció bruscamente en un 17%, lo que confirma la recuperación de 2011. Su participación en la producción mundial creció a un 19%. En América del Sur y Centroamérica, la producción se redujo ligeramente (-2 %), interrumpiendo la tendencia de crecimiento continuo observada desde 2003, mientras que la cuota global se mantiene estable en el 5 %.

En el caso de Japón y Corea del Sur, la producción aumentó un 11 %, lo que resulta en una cuota global del 17 %. Por su parte, China, India y otros países asiáticos lograron un aumento de la producción (6 %), aunque a un ritmo menor que en años anteriores. De todos modos, la participación en la producción mundial ha seguido aumentando, alcanzando ahora el 35 %. Finalizando el análisis con África, se ve claramente que la producción creció un 5 % con una cuota global estable en 1 %.

**DIAGRAMA 8**  
**ZONAS DE PRODUCCIÓN AUTOMOTRIZ, 2011-2013**  
(En porcentajes)



Fuente: En base a datos de la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA), Ginebra 5 de Marzo 2014.

Nota: Las denominaciones empleadas en este mapa y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

El sector automotriz, altamente correlacionado con la dinámica de la demanda interna, es actualmente uno de los motores del crecimiento económico en la región, contando con un espacio importante para su profundización tanto por capacidad instalada como por demanda potencial. En Latinoamérica aparecen en su orden de importancia Brasil, México y Argentina con 3.342.617, 3.001.974 y 764.495 unidades producidas en el 2012, respectivamente.

Para el mercado brasileño, del total de unidades facturadas, 2.6 millones corresponden a vehículos particulares y 718 mil unidades fueron vehículos comerciales, mientras que en el mercado

Mexicano, de las 3 millones de unidades corresponden a 1.8 millones de particulares y 1.2 millones de vehículos comerciales.

Por último, en la Argentina, las estadísticas se mantienen al producir durante el año 2012 cerca de 500 mil vehículos particulares y 267 mil vehículos pertenecientes al segmento comercial, cifras que se acrecentarían en 3,5% en el 2013, llegando a 791,007 unidades de las cuales 506.539 son vehículos particulares y 284.468 pertenecientes al segmento comercial. Desde 2004, de los 21 nuevos proyectos lanzados por las terminales, 17 fueron exclusivos para la región.

## 2. Tendencias de la industria automotriz

El aumento en los precios del combustible y el exceso de contaminación han obligado a las firmas automotrices a crear conciencia sobre el futuro del planeta. Actualmente uno de los vectores más importantes del sector automotriz mundial que marca la tendencia en la fabricación de vehículos y sus componentes a futuro se asienta en el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en la reducción de los niveles de contaminación, con el fin de mejorar la eficacia energética de los vehículos y su impacto ambiental reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub>, además de aumentar la disponibilidad energética marcando la tendencia de las tecnologías en cuanto a su disponibilidad en el futuro y la forma de obtención de energías alternativas.

En línea con esto, el sector se inclina por las tecnologías que mejoran las condiciones de confort del conductor y de los pasajeros, así como también de las innovaciones tecnológicas que ofrece la industria electrónica y el aumento de la seguridad (activa y pasiva) frente a situaciones producidas por accidentes.

Por otro lado, temas como medioambiente, sustentabilidad, economía, practicidad, seguridad y confort son algunos de los factores que, desde el punto de vista tecnológico, están determinando las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de los fabricantes de vehículos y de sus sistemas y componentes delineando el perfil del vehículo del futuro, en el que se enfatizan, algunos temas clave como lo son el mayor uso de componentes eléctricos y electrónicos en diferentes sistemas, la utilización de materiales más livianos y en algunos casos reciclables, mayor peso de la electrónica de motorización, control de admisión y acelerador, el creciente uso de transmisiones variables, conducción autónoma, nuevos sistemas de seguridad activa, pasiva y ambiental, avances en materia de confort, sistemas de navegación, comunicaciones y conectividad para vehículos y entre vehículos.

No solo los vehículos deberán cumplir con la sustentabilidad a nivel medioambiental, también existe una tendencia por parte de las terminales a desarrollar procesos productivos sustentables desde el punto de vista ambiental, como ser: la reducción del consumo de agua, el tratamiento de aguas residuales, la instalación de sistemas que eviten pérdidas de agua, reducción de los niveles de generación de residuos no reciclables, el uso de la energía solar para alimentar la iluminación de la planta y administración, entre otros.

### a) Área de propulsión

A partir del análisis de la información recopilada, se exponen las principales orientaciones en materia tecnológica que se están llevando a cabo sobre el rumbo de los distintos sistemas y componentes del vehículo automotor y sus expectativas a futuro.

#### i) Motores térmicos

Es importante analizar la función de los motores térmicos, los cuales utilizan fuentes de energía derivadas de combustibles fósiles, gas o biocombustibles (Nafta, diesel, GLP, GNC, biodiesel, etc.). La combustión de estos motores genera emisión de CO<sub>2</sub> y esta es proporcional a la potencia y a la relación que tiene con el peso de la masa transportada. En la actualidad se percibe una tendencia a reemplazar la motorización sin sobrealimentación por motores turbo que sí la tiene, y la aplicación del concepto denominado “*downsizing*” en su diseño.

Vinculado a los motores térmicos, se encuentran los turbocompresores, cuya función es incorporar mayor aporte de oxígeno al combustible para hacer más eficiente el proceso de combustión a los efectos de incrementar la potencia y reducir el consumo. Son el principal elemento sobre el cual gira el concepto de *downsizing*. Este concepto tiene como fin la reducción de cilindrada manteniendo prestaciones y potencia, y su fundamento es la relación de compresión (número que permite medir la proporción en volumen, que se ha comprimido la mezcla de aire-combustible dentro de la cámara de combustión de un cilindro).

La tendencia hacia el futuro, siendo el turboalimentador un componente central en el desarrollo de la tecnología de *downsizing*, marca una importante utilización de su aplicación en los nuevos motores. El considerable aumento de la presión y de la temperatura a la que son sometidas las mecánicas implica que sea necesaria la utilización de materiales de alta resistencia (aceros sinterizados) en ciertas partes del motor; debido a que la presión y la temperatura en los cilindros son más importantes, actualmente se busca mejorar las cifras de torque y obtener una mejor eficiencia.

Actualmente la necesidad de utilizar tecnologías limpias y eficientes hace que la turboalimentación se imponga como tendencia. Algunos ejemplos de la aplicación de la tecnología *downsizing* en motores son:

- Nissan 1.5 Dual Injectors HR15DE: Este motor cuenta con dos inyectores compactos por cada cilindro que permiten reducir el tamaño de las partículas inyectadas en la cámara de combustión en un 60%. Ello implica reducir el consumo de combustible en aproximadamente un 4% en comparación con otros motores de la misma clase.
- Fiat 500 Twinair bicilíndrico de 0.9 litros: Las ventajas de este motor son varias en comparación con motores de cuatro cilindros de similar potencia: es más compacto y su peso es menor, incluso hasta un 10 % de diferencia. Arrancará en los 65 CV de potencia, de forma atmosférica, y posteriormente ofrecerá 85 y 105 CV en las versiones sobrealimentadas. Sus consumos y emisiones de CO<sub>2</sub> son hasta un 30 % menor respecto a las de un motor de iguales prestaciones.
- Nissan 1.6 MR16DDT tetracilíndrico Turboalimentado de 190 CV: Combina diversas tecnologías como la inyección directa de nafta, un turbocompresor de bajo desplazamiento y el CVTC que permite conseguir la potencia de los motores actuales de 2.5 litros atmosféricos, con el consumo de un motor de 1.8 litros de similar potencia.

## ii) Motores eléctricos

La motorización eléctrica se funda en el aporte de energía eléctrica a motores que pueden convivir con el funcionamiento de motores térmicos (vehículos híbridos) o directamente ser responsables de la motorización integral del vehículo (vehículos eléctricos).

Entre las principales ventajas de este tipo de propulsión se pueden mencionar las siguientes: cero emisiones de CO<sub>2</sub>, no produce contaminación sonora, una eficiencia energética del motor de aproximadamente el 90 %, y no necesita un circuito de refrigeración líquida, ni aceite, ni caja de velocidades. Las desventajas de los vehículos eléctricos puros es su dificultad en la portabilidad de la energía eléctrica y por ende su autonomía.

## iii) Motores de aire comprimido

Finalizando con este breve análisis de los motores, se encuentran los motores de aire comprimido que basan su funcionamiento en la compresión del aire y constan de tres ciclos, compresión, inyección y expansión. Entre las ventajas de estos motores podemos mencionar: un gasto de mantenimiento muy bajo, ninguna emisión contaminante tras el proceso y el posible reaprovechamiento del aire frío en el sistema de aire acondicionado.

Algunas de sus desventajas son las siguientes: los tanques de almacenamiento de aire comprimido que aumentan el peso total del vehículo reduciendo la autonomía, la pérdida de potencia e

influencia del clima o humedad de manera muy negativa, la energía necesaria para comprimir el aire es más elevada que la de los motores eléctricos.

## **b) Vehículos híbridos**

Un vehículo híbrido es un vehículo cuyo sistema de propulsión combina dos o más fuentes de energía. Los vehículos híbridos podrían ser una configuración de transición entre vehículos convencionales y eléctricos puros. Como consecuencia del menor consumo energético, se obtienen beneficios económicos y ambientales.

Dentro de la categoría de vehículos híbridos, el mercado ofrece híbrido de gasolina, híbrido de aire comprimido e híbrido eléctricos. El ahorro de los híbridos puede alcanzar el 53% frente a un coche de gasolina, y hasta un 40% en un diésel; mientras que la eficiencia del combustible se puede elevar hasta el 64%, disminuyendo las emisiones de CO<sub>2</sub> en más de un 50%. Según el sistema utilizado, un vehículo híbrido puede tener una mayor eficiencia energética. Esto puede deberse al uso de un motor más pequeño, y la utilización de sistemas de recuperación de energía como frenos regenerativos.

### *i) Híbrido de gasolina*

Comenzando con el híbrido de gasolina, su principal ventaja redonda en el bajo impacto medio ambiental en su fabricación. Mientras que entre sus desventajas se destacan la mayor complejidad mecánica y el impacto limitado en el consumo en carretera.

### *ii) Híbrido de aire comprimido*

Los vehículos híbridos de aire comprimido son una alternativa al motor diésel, El sistema híbrido se compone de dos motores, un tricilíndrico de gasolina con y un motor hidráulico que es impulsado por un aceite comprimido mediante el uso de aire. En este la propulsión de soporte al motor de combustión interna no es mediante un motor eléctrico alimentado por una batería, sino de un motor hidráulico de aire a presión, denominado como sistema Hybrid-Air; este sistema es mucho más económico que el híbrido tradicional (eléctrico + batería). La clave en el sistema híbrido es la acumulación de aire comprimido durante deceleraciones y frenadas, permitiendo reutilizar ese aire para reducir el consumo en zonas urbanas hasta un 45%.

### *iii) Híbridos eléctricos*

Los vehículos híbridos eléctricos, son vehículos cuyo sistema de propulsión combina dos o más fuentes de energía. Se puede encontrar por ejemplo vehículos híbridos eléctricos, que combina un motor de combustión interna y uno o varios motores eléctricos; en otros tipos de propulsión híbridos incorporan una celda de combustible, súper-condensador, motor de aire comprimido o batería inercial, en combinación con un motor de combustión o eléctrico.

La desventaja de los vehículos eléctricos puros es la dificultad en la portabilidad de la energía eléctrica y por ende su autonomía como así también es el envejecimiento de las baterías.

En el caso de los vehículos híbridos eléctricos, se encuentra una gran variedad de vehículos híbridos como el paralelo ligero, que utilizan un motor eléctrico compacto en general (por lo general menor que 20kW) para proporcionar características auto-stop/start y para proporcionar energía adicional de asistencia durante la aceleración, y generar en la fase de desaceleración (conocido como el freno regenerativo).

Otra opción, dentro de los vehículos híbridos eléctricos, son los vehículos eléctricos de batería (BEV), que están propulsados únicamente por un motor eléctrico y la fuente de energía proviene de la electricidad almacenada en la batería que se debe cargar a través de la red. Por otro lado, los vehículos Eléctricos de Autonomía Extendida (EREV), son de iguales características que los vehículos (BEV) con el agregado de un motor de combustión interna para alimentar un generador eléctrico que funciona como fuente de energía secundaria.

Para finalizar, se encuentran los vehículos híbridos eléctricos enchufables (PHEV), donde la tendencia a futuro claramente se encuentra marcada por el desarrollo de baterías que minimicen los efectos relacionado con la portabilidad y el tiempo de recarga. La recuperación de energía cinética y conversión a energía eléctrica en el momento del frenado como el sistema KERS (Kinetic Energy Recovery System) que es un sistema de recuperación de energía durante el frenado almacenándola en un giróscopo a los efectos de devolverla en forma de energía eléctrica ante la demanda de aceleración logrando una reducción en el consumo de combustible.

Dentro de este tipo de vehículos se encuentra el Toyota Auris HSD, donde el sistema de motorización consta de un motor de gasolina del tipo VVT-i de 1.8 l de cilindrada, que desarrolla una potencia de 99 CV (73kw). Este motor es de ciclo Atkinson, que retrasa el cierre de las válvulas de admisión, con el fin de optimizar el ciclo térmico. El componente eléctrico del coche está compuesto por un motor/generador que proporciona una potencia de 60 kw equivalente a 80 CV y un par máximo de 207 Nm. Al ser el sistema Full Hybrid, puede funcionar con motor térmico, motor eléctrico ó ambos en conjunto. La velocidad máxima es de 180 km/h y el consumo medio es de 3,8 l cada 100 km.

### **c) Baterías de vehículos eléctricos e híbridos**

Las características principales que determinaran el comportamiento, rendimiento y duración de una batería son los elementos químicos que dan lugar a la reacción dentro de cada celda y la electrónica encargada de controlar todo el proceso de carga y descarga.

La vida útil esperada de las baterías que se incorporan en los vehículos eléctricos ya sean estos híbridos o puros se calcula en 10 años, cuya capacidad se reduce a un 80 % en los primeros cinco años quedando a un 75 % de la capacidad original en los restantes cinco, carga que ya se considera insuficiente para un vehículo.

Existen tres tipologías de baterías cuyo desarrollo actual las hace apropiadas para alimentar el motor de un vehículo eléctrico:

- baterías de plomo-ácido,
- baterías de níquel-metal hidruro (NiMH) y
- baterías de ion-litio.

Las primeras son las comúnmente conocidas y sus ventajas son poseer una tecnología comprobada, alta disponibilidad en el mercado y bajo costo. Dentro de sus desventajas, es que no están preparadas para niveles de descarga elevados, sus compuestos contaminantes como el antimonio y el arsénico, y poseen un impacto ambiental negativo.

En el caso de las segundas, se emplean en los vehículos eléctricos híbridos como dispositivo de almacenamiento de la energía para el motor eléctrico. Sus ventajas son que poseen una densidad de energía elevada, admiten cargas rápidas, no requieren mantenimiento. Sus desventajas es que tiene un efecto memoria perdiendo capacidad de almacenamiento y una alta auto-descarga.

Las últimas, baterías de ion-litio, son las más ligeras y potentes. Dichas baterías han permitido a los fabricantes crear vehículos híbridos enchufables y eléctricos con amplia capacidad de aceleración, una autonomía y durabilidad razonable. Sin embargo, el litio resulta caro. Posee elevadas prestaciones, de hecho, se espera que sea la tecnología más extendida en el futuro. Sus ventajas son que poseen el voltaje nominal más elevado de los tres tipos de baterías, un bajo efecto memoria y una excelente recargabilidad. Sus desventajas son el elevado costo y la degradación cuando se producen sobrecargas o sobredescargas.

Continuando por la reutilización de baterías agotadas, las baterías con un 75 % de su capacidad de acumulación activa se pueden utilizar en instalaciones de energía renovable solar o eólica, como un sistema de almacenamiento. En la actualidad, la tendencia a futuro es la utilización de baterías de litio-azufre y litio-aire, dado que las más prometedoras de la siguiente generación debido a

que la densidad energética teórica supera los 5.000 Wh/kg., una cifra cinco veces superior a las actuales baterías de iones de litio, rendimientos que les permitirían competir con el combustible fósil.

La tendencia es el desarrollo de una batería que no necesite de sistemas de refrigeración/calefacción que son en la actualidad imprescindibles en híbridos y eléctricos y que aportaría una alta tolerancia a la sucesión de ciclos de carga-descarga. Con respecto a las baterías de litio-aire no se espera este tipo de acumuladores en un vehículo de serie antes de 2030.

#### **d) Vehículos de hidrógeno con pila de combustible**

Un vehículo propulsado por hidrógeno es un vehículo eléctrico. La particularidad está en que en lugar de almacenar en baterías la energía eléctrica tomada de la red, generan su propia energía eléctrica a bordo mediante una pila de combustible alimentada por hidrógeno.

Estos vehículos utilizan generalmente el hidrógeno en uno de estos dos métodos: combustión o conversión de pila de combustible. En la combustión, el hidrógeno se quema en un motor de explosión, de la misma forma que la gasolina. En la conversión de pila de combustible, el hidrógeno se oxida y los electrones que este pierde es la corriente eléctrica que circulara a través de pilas de combustible que mueven motores eléctricos - de esta manera, la pila de combustible funciona como una especie de batería. El catalizador que hace posible la necesaria reacción química es de platino y cada vehículo necesita varios gramos de este valioso material (tanto más cuanto más potente sea). El platino no se produce en escalas que permitan abastecer la potencial demanda y su costo es muy elevado.

Existen numerosos prototipos y modelos de coches basados en la tecnología de la pila de combustible por ser de emisiones cero (el único subproducto del hidrógeno consumido es el agua, que adicionalmente puede también mover una micro-turbina), en contraste con los combustibles actuales más comunes. La pila de combustible es un dispositivo electroquímico de conversión de energía similar a una batería, pero se diferencia de esta última en que está diseñada para permitir el reabastecimiento continuo de los reactivos consumidos. Dichos vehículos parecen ser la única alternativa real a los combustibles fósiles tradicionales debido a las prestaciones en materia de autonomía. Algunos ejemplos al respecto son:

- Hyundai ix35 FCEV: puede alcanzar una velocidad de 160 km/h y 136 CV. Además gasta 0,97 litros de hidrógeno cada 100 kilómetros y debido a que tiene dos depósitos de hidrógeno con una capacidad total de 5,6 kilogramos, el vehículo tendría una autonomía de aproximadamente 577 kilómetros.
- El Mercedes-Benz Clase B F-CELL: es un vehículo propulsado por un motor eléctrico que se alimenta a través de una pila de combustible. Ésta funciona con hidrógeno (H<sub>2</sub>) en estado gaseoso. El motor eléctrico tiene una potencia máxima de 100 kW (136 CV) y un par máximo de 320 Nm. El Clase B F-CELL alcanza una velocidad máxima de 180 km/h. Además de la pila de combustible, el motor eléctrico recibe energía de una batería de iones de litio que actúa como overboost cuando se requiere la máxima aceleración y, en el caso de que se agoten las reservas de hidrógeno, permite que pueda seguir circulando durante 12 km más. La autonomía total es de unos 400 km.

#### **e) Vehículos a gas**

Continuando con los vehículos a gas, cabe destacar que la motorización de este tipo de vehículos es térmica y habitualmente los motores funcionan tanto con gas como con nafta. Entre las ventajas asociadas al uso del gas como combustible se pueden mencionar: alto octanaje, combustión más limpia respecto al diesel y nafta, menor dosis de partículas de desecho que dispersar a la atmósfera y bajo costo de reposición.



## f) Sistemas inteligentes de conducción automática y seguridad

La generalización de los sistemas de conducción automática podría transformar radicalmente la concepción del acto de la conducción, aumentando la seguridad y optimizando nuestro tiempo durante el desplazamiento. La posibilidad de introducir sensores de presencia 3D que permitan reducir la siniestralidad, sobre todo en adelantamientos o cambios bruscos de dirección por obstáculos en la autopista.

Acciones como bloquear la acción de adelantamiento al detectar la presencia de un vehículo próximo en sentido contrario, detener el vehículo frente a una señal de stop o adaptar la velocidad de nuestro vehículo a la del vehículo que tenemos delante, son solo algunas de las aplicaciones prácticas de estos sistemas.

- AEB (Autonomous Emergency Braking, frenado de emergencia automático), el frenado automático es una tecnología en automóviles para detectar una inminente colisión con otro vehículo, persona, obstáculos, o un peligro, respondiendo mediante la aplicación de los frenos para detener el vehículo sin intervención del conductor. Puede disponer de sensores, radar, vídeo, tecnologías de infrarrojos, ultrasonidos o de otra índole. Estos dispositivos pueden detectar peligros fijos, tales como postes o señales verticales de tráfico, a través de una base de datos de localización. En el caso de intervenir el conductor para evitar la colisión mediante alguna maniobra como, por ejemplo, pisar el pedal del freno o mover la dirección, el dispositivo se desactiva. Su sistema de frenado automático está pensado para que, en entornos urbanos a no más de 30 km/h, un despiste no termine en colisión. Básicamente el sistema está atento al entorno inmediato, es decir, a máximo diez metros por delante de nuestro coche, y si detecta que nos acercamos a una velocidad alta frena evitando la colisión. Si tras la frenada no pisamos el embrague, el coche se detiene e inmediatamente activa los indicadores de emergencia.
- ACC Stop (*Adaptive Cruise Control*, control de crucero adaptativo, envía señales de radar hacia los vehículos que circulan por delante y evalúa las reflexiones de dichas señales para calcular la distancia de separación y la velocidad relativa entre ambos vehículos, el sistema predice el recorrido que tomará el vehículo equipado con ACC y decide si algunos de los vehículos precedentes son relevantes para el control de la distancia de seguridad. En caso necesario, el ACC envía automáticamente órdenes al sistema de gestión del motor y/o, en combinación con el ESP, al sistema de frenos, con el fin de adaptar la velocidad a la situación actual.
- Proyecto OpEneR (Optimal Energy Consumption and Recovery): el objetivo del proyecto gira en torno a la optimización de los trenes de propulsión durante su funcionamiento, buscando el máximo grado de eficiencia que permitiera hacer un mejor uso de la energía eléctrica almacenada en las baterías. El proyecto se basa en la capacidad de predicción aplicada a la conducción, empleando un nuevo sistema de gestión energética capaz de conocer nuestra posición exacta vía GPS, tener acceso a una base de datos donde están almacenados mapas topográficos y analizar en tiempo real la demanda energética exacta que será necesaria para afrontar cualquier trayecto. El sistema asesorará al conductor para que éste haga uso de la mínima energía necesaria para afrontar cada viaje, consiguiendo aprovechar al máximo la orografía del terreno. Una parte concluyente en el desarrollo será la gestión energética y térmica de los packs de baterías, un aspecto fundamental donde en la actualidad se encuentra uno de los principales inconvenientes del comportamiento del acumulador. La meta fijada pasa por limitar la influencia de factores como la temperatura o las altas demandas sobre la autonomía global. Por otro lado, la estabilidad de los acumuladores frente a cargas de elevadas potencias también supondrá un punto muy importante de investigación para frenar el deterioro de las celdas. Los datos finales recogidos del proyecto demuestran una reducción del consumo eléctrico de hasta un 15% y un aumento de la autonomía por cada carga de hasta un 30%.

## D. El sector automotriz en Argentina

El inicio de la industria automotriz y autopartista argentina se remonta a la década del treinta, donde el sector se limitaba al armado de partes y carrocerías en su mayoría introducidas del exterior y a la fabricación de repuestos y partes, ocupaciones que desarrolló hasta el año 1954. Con la creación del IAME (Industrias Aeronáuticas y Mecánicas del Estado) entre los años 1951/1952, creado para promover la fabricación de aeronaves y automóviles, se comienza a sistematizar esfuerzos para crear mecanismos de comercialización de vehículos producidos en serie (Maceira; 2003).

Advirtiendo los denominados “nichos vacíos” de la actividad industrial en el año 1953 se dicta la ley 14.222 de Inversiones Extranjeras, y al amparo de esta se establece un Régimen de Promoción de la Industria Automotriz (decreto 3.693/1959), a partir del cual se experimenta un proceso de desarrollo a gran escala (ver gráfico 11). La industria automotriz argentina hasta finales de la década de 1980 se encontraba integrada verticalmente y alejada de los patrones internacionales de productividad internacional. En dicho contexto de la industria automotriz argentina podemos diferenciar tres períodos:

- i) Sustitución de importaciones (1959-1990);
- ii) Reestructuración y Régimen Automotriz (1991-2001) y
- iii) Ampliación de escala (a partir de 2002).

La primera etapa (1959-1990) se caracterizó por una elevada protección arancelaria, producción de escala reducida con modelos obsoletos en los países de origen, alta integración de partes locales, un excesivo número de terminales y una demanda insatisfecha y con muy débil o inexistente integración regional (Sourrouille, 1980).

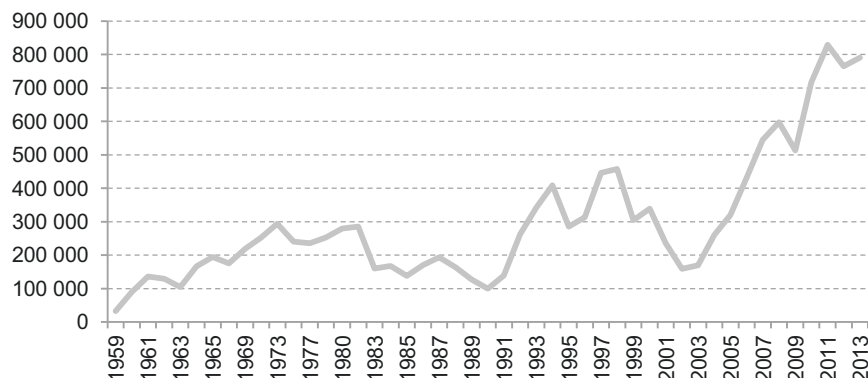
La segunda etapa (1991-2001) dio lugar a una reestructuración del sector desde una perspectiva primero regional y luego global (vuelven, gradualmente, a reinstalarse terminales que se habían retirado en los años previos), cuya característica es la producción de automóviles de gama internacional, con requerimientos en estándares de calidad y seguridad similar a países más desarrollados permitiendo su inserción en otros mercados, iniciándose una etapa de fuerte crecimiento de la producción automotriz.

En este contexto, Argentina se abrió al mercado internacional de autos y partes bajo un régimen especial que regulaba el comercio internacional en la industria (González, Hallak, Schott y Soria Genta, 2012).

La tercera etapa que se inicia en el 2002 y se prolonga hasta el momento manteniendo los lineamientos de la etapa anterior, pero bajo un conjunto de precios relativos más favorable que le permitió una ampliación de la escala, aumentos en la productividad y una fuerte expansión.

Una de las principales diferencias que presenta el complejo en relación al preponderante en países desarrollados es el menor nivel de desarrollo de los anillos de proveedores, particularmente los globales, que hacen necesaria la creciente importación de partes para atender las necesidades de la fabricación de vehículos. En el caso del mercado de reposición, su característica relevante es el nivel de atomización, con empresas de tamaño pequeño a mediano.

**GRÁFICO 11**  
**PRODUCCIÓN DEL COMPLEJO AUTOMOTOR ARGENTINO, 1959-2013**  
*(En miles de unidades)*



Fuente: Elaboración en base a datos de Asociación de Fábricas de Automotores (ADEFSA) 2014.

El sector automotriz en la Argentina está constituido por empresas multinacionales que constituyen el nodo sobre el que se articula la trama automotriz (ver recuadro 2) que poseen sus casas matrices en Estados Unidos, Japón y en países de Europa Occidental. Las terminales radicadas en nuestro país son:

**RECUADRO 2**  
**TERMINALES AUTOMOTRICES EN LA ARGENTINA**

Renault Argentina S.A.	Ford Argentina S.C.A.
Toyota Argentina S.A.	General Motors
Volkswagen Argentina S.A.	Fiat Auto Argentina S.A.
Honda Motor de Argentina S.A.	Mercedes Benz Argentina S.A.
Iveco Argentina S.A.	PSA Peugeot- Citroën S.A.
Honda Motor Argentina S.A.	Renault Argentina S.A.
Ford Argentina S.C.A.	Toyota Argentina S.A.
General Motors	Volkswagen Argentina S.A.
Fiat Auto Argentina S.A.	Honda Motor de Argentina S.A.
Mercedes Benz Argentina S.A.	Iveco Argentina S.A.
PSA Peugeot- Citroën S.A.	Honda Motor Argentina S.A.

Fuente: Elaboración en base a datos de Asociación de Fábricas de Automotores (ADEFSA), 2014.

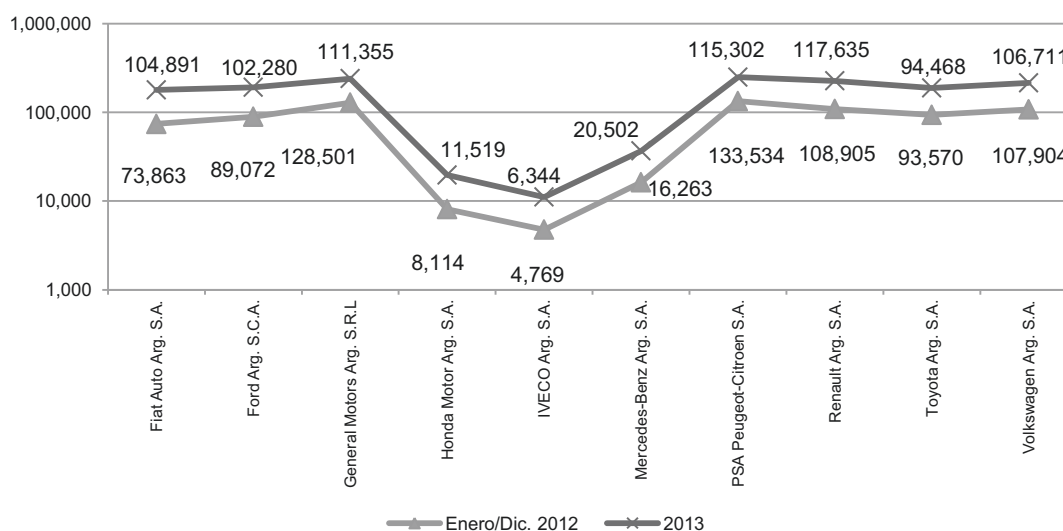
Estas empresas poseen una política de abastecimiento global y forman parte de redes internacionales, por lo que la industria automotriz en la Argentina no genera diseños locales, (el diseño se realiza por lo general en las casas matrices y cada nuevo proyecto de inversión que llega a la Argentina lo hace con las modificaciones adaptativas ya concebidas) circunscribiéndose a incorporar desarrollos externos, con limitado aporte tecnológico en el diseño por parte de los proveedores nacionales. Incluso, en algunos casos las filiales brasileñas asumen responsabilidades de diseño respecto de los modelos lanzados en la Argentina y también de adaptaciones en las plataformas de automóviles producidos en la Argentina.

## 1. Producción automotriz Argentina

Según las estadísticas publicadas por ADEFSA (Asociación de Fábricas de Automotores) la producción nacional automotriz (automóviles, utilitarios, transporte de cargas y transporte de pasajeros) cerró en 2013 con un volumen total de 791.007 unidades, lo que arrojó un crecimiento de 3,5% respecto de las

764.495 unidades que se produjeron en 2012. Analizando la producción por empresa en sus respectivas terminales argentinas durante el período Enero/Diciembre del año 2013 en comparativa con el período Enero/Diciembre del año 2012 (ver gráfico 12), podemos observar el crecimiento interanual sostenido de la industria.

**GRÁFICO 12**  
**PRODUCCIÓN AUTOMOTRIZ ARGENTINA POR EMPRESA TERMINAL, 2012-2013**  
(En miles de unidades)



Fuente: Elaboración en base a datos de Asociación de Fábricas de Automotores (ADEFSA) 2014.

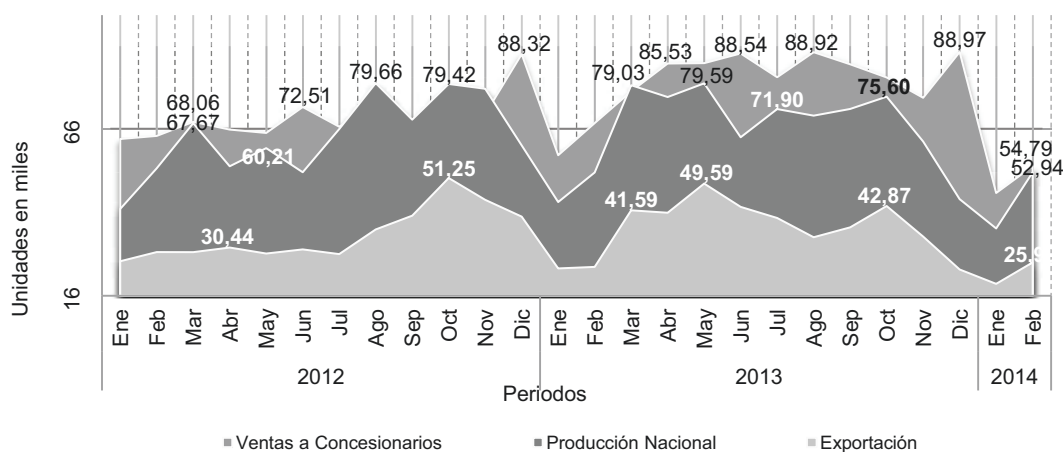
Al efectuar una comparativa de la evolución del mercado durante los años 2012/2013 y el período comprendido entre Enero/Febrero del año 2014 en los rubros de Producción Nacional, Ventas a Concesionarios, Exportaciones y Ventas a Concesionarios de Vehículos Nacionales (ver gráfico 13) se puede observar las variaciones en el total de la producción de las terminales argentinas por total de unidades producidas (automóviles, utilitarios, transporte de cargas y transporte de pasajeros), durante el período Enero/Diciembre del 2012 en comparativa con el período Enero/Diciembre del 2013, donde en este último se registra un incremento del 3,5 % respecto al 2012, con un total de 791.007 unidades producidas (ADEFSA, 2014).

De la misma forma haciendo una comparación dentro del período 2012/2013 (ver cuadro 23) podemos notar que los picos de mayor volumen que se registraron fueron:

- Para la Producción Nacional se evidencia un pico en volumen de producción para el mes de Marzo con 79.031 unidades, luego de una baja en el mes de Abril a 75.496 unidades, registra una recuperación en Mayo con 79.590 unidades y registrando un incremento de volumen en el mes de Julio con 71.895 unidades y en Octubre con 75.604 unidades, mientras que en el 2012 se registraron los picos en el mes de Marzo con 67.667 luego de una baja en Abril de 54.772 unidades, dándose la recuperación en el mes de Mayo con 60.206 unidades, y picos en los meses de Agosto con 79.664 unidades y en Octubre con 79.416 unidades.
- Para las Exportaciones se evidencia el pico de mayor volumen en el mes de Marzo con 42.591 unidades, luego en el mes de Mayo con 49.594 unidades y en Octubre con otro pico de 42.873 unidades, mientras que en el año anterior (2012) se observan en el mes de Abril con un pico de 30.442 unidades, luego en el mes de Octubre con otro pico de 51,253 unidades.
- En cuanto a entregas de unidades a la Red de Concesionarios para el año 2013, los registros más importantes y destacados se dan en los siguientes meses: Abril con 85.533,

Junio con 88.541, Agosto con 88.922 y Diciembre con 88.967. Así mismo, en el año 2012 los picos de entrega de unidades fueron registrados en los meses de Marzo con 68.055, Junio con 72.514 y Diciembre con 88.323 Unidades.

**GRÁFICO 13**  
**EVOLUCION MENSUAL DEL MERCADO AUTOMOTRIZ, 2012-2014**  
(En miles de unidades)



Fuente: Elaboración en base a datos de Asociación de Fábricas de Automotores (ADEFA) 2014.

**CUADRO 23**  
**EVOLUCION MENSUAL DEL MERCADO, 2012-2013-ENERO/FEBRERO 2014**  
(En miles de unidades)

Por mes	Producción			Exportaciones			Ventas totales a concesionarios		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Enero	42 011	44 061	36 156	26 344	24 195	19.570	62 941	58 070	46 766
Febrero	54 159	52 911	52 941	29 084	24 646	25.991	63 859	67 696	54 793
Marzo	67 667	79 031	n.d	29 067	41 591	n.d	68 055	77 185	n.d
Abril	54 772	75 496	n.d	30 442	40 864	n.d	65 760	85 533	n.d
Mayo	60 206	79 590	n.d	28 650	49 594	n.d	64 746	85 646	n.d
Junio	52 983	63 461	n.d	29 885	42 621	n.d	72 514	88 541	n.d
Julio	65 900	71 895	n.d	28 483	39 289	n.d	66 614	81 425	n.d
Agosto	79 664	69 922	n.d	35 853	33 528	n.d	73 595	88 922	n.d
Septiembre	68 726	71 928	n.d	39 982	36 489	n.d	65 661	85 300	n.d
Octubre	79 416	75 604	n.d	51 253	42 873	n.d	67 602	81 358	n.d
Noviembre	77 968	62 186	n.d	44 724	33 733	n.d	70 388	75 274	n.d
Diciembre	61 023	44 922	n.d	39 705	23 872	n.d	88 323	88 967	n.d
TOTAL	764 495	791 007	89 097	413 472	433 295	45 561	830 058	963 917	101 559

Fuente: Elaboración en base a datos de Asociación de Fábricas de Automotores (ADEFA), 2014.

## 2. Sector autopartista

La industria de autopartes ha evolucionado de acuerdo con los cambios de la industria automotriz. En un principio la industria automotriz diseñaba el vehículo, producía la mayoría de sus partes y lo ensamblaba y las empresas de autopartes tenían funciones muy claras en ese modelo productivo.

El primer nivel de proveedores (Tier 1) manufacturaba componentes; el segundo nivel (Tier 2) producía algunas partes sencillas que se integraban al nivel Tier 1; y el tercer nivel (Tier 3) proveía materias primas al nivel Tier 2.

Ese modelo de producción permaneció hasta la aparición del sistema “*Just in Time*” el cual promovía la entrega de productos de manera directa de los proveedores de autopartes a la ensambladora, generando un cambio en las actividades de cada uno de los niveles de producción de las autopartes. La consecuencia ha sido el surgimiento de grandes empresas de autopartes con presencia mundial.

En 2012, la producción mundial de autopartes fue de 1.399.302 millones de dólares, estimándose un crecimiento a una tasa promedio anual de 6.5% de 2013- 2020. Se espera que Latinoamérica tenga el mayor crecimiento de todas las regiones con un 7.8% (Global Insight, 2012).

### a) Sector autopartista en Argentina

En Argentina, el sector autopartista junto con el sector automotriz representa el 9,1% del PBI industrial. Está compuesta por aproximadamente 400 empresas “núcleo”, más del 50 % de las mismas son proveedoras directas de las empresas terminales. De ese total, cerca de 200 firmas se encuentran localizadas en el primer y segundo anillo y existen alrededor de otras 400 firmas orientadas al mercado de reposición.

En términos de distribución geográfica podemos apreciar que el 85 % de las empresas autopartistas se reparte principalmente entre las provincias de Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires, (agrupando esta última el 44 % de las firmas) con radicaciones en Mendoza, San Juan, San Luis y Tierra del Fuego.

Podemos reconocer diversos aglomerados productivos que se han conformado en torno a las terminales automotrices, como:

- Fiat en Ferreyra (Provincia de Córdoba)
- El agrupamiento industrial de Ford en Pacheco (Provincia de Buenos Aires)
- Peugeot en El Palomar (Provincia de Buenos Aires)
- General Motors en Rosario, (Provincia de Santa Fe)

A pesar de la existencia de estos aglomerados productivos, no existen en el país parques tecnológicos específicos de uso común. Una explicación de esto es que las terminales locales no suelen realizar desarrollos de producto y la tecnología viene proporcionada por las casas matrices. Sin embargo, podemos encontrar espacio para el desarrollo de tecnologías blandas, de gestión, calidad y organización productiva. En materia de innovación y desarrollo (I+D) en Argentina, sólo se ha logrado establecer actividades de adaptación de la tecnología de producto a satisfacciones o especificidades locales y en relación a la tecnología de proceso a las particulares y costos de las materias primas, insumos y componentes necesitados (Chudnovsky y López, 2006).

El contenido tecnológico de las autopartes argentinas no presenta grandes diferencias en comparación con las producidas en el resto de la región, salvo con Brasil, donde se advierte en lo referente a las inversiones y los progresos en materia de I+D, claros ejemplos de transitar un recorrido de políticas más pro-activas y eficientes vinculadas a su sector productivo en el cual las actividades de innovación realizadas por las terminales automotrices son mucho más significativas que en la Argentina, teniendo las terminales brasileñas un grado de automatización superior, estando más tecnificadas y contando con un parque de maquinarias utilizadas en promedio más modernas, lo cual



impacta positivamente en la dinámica tecnológica de los proveedores autopartista que interactúan con éstas (Anlló y Ramos, 2007).

El sector autopartista argentino se caracteriza por la coexistencia de distintos tipos de actores bien diferenciados: entre los fabricantes de partes y piezas predominan las empresas de capital nacional (originariamente desarrolladas a partir de un proceso de sustitución de importaciones, y que han mantenido su posición en el mercado mayoritariamente gracias a acuerdos internacionales o abasteciendo el mercado local), mientras que los de conjuntos y subconjuntos son mayoritariamente filiales de empresas multinacionales. Las tendencias de subcontratación y tercerización abren nuevas oportunidades para las pymes, al producir nuevas demandas de insumos intermedios, donde empresas pequeñas pueden cubrirlos. Asimismo, el tener un relacionamiento de largo plazo y estable con empresas de mayor tamaño, le permite a las pymes encontrar medios para progresar tecnológicamente.

Las pymes se enfrentan a distintos obstáculos para llevar a cabo las modificaciones en el marco productivo, tecnológico y organizacional, pero también su capacidad de sobrevivir y expandirse tiene una estrecha relación con el desarrollo de un marco institucional positivo. En donde una parte importante de este marco son las políticas públicas específicas, aplicadas tanto a nivel local, como provincial, nacional y supranacional (Kosacoff y López, 2000).

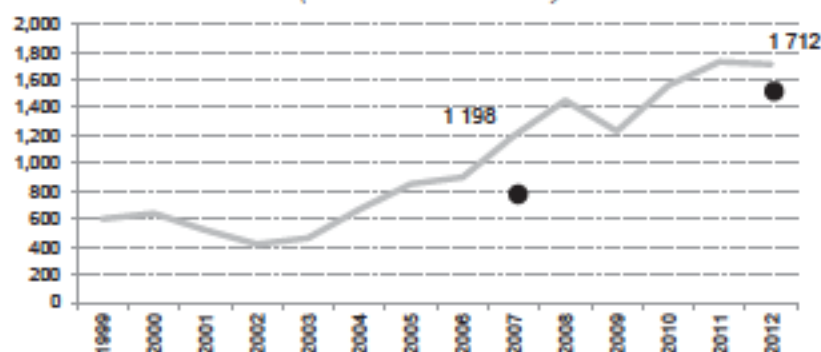
El diseño de una política destinada a promover al sector autopartista, dentro del actual marco macroeconómico, considerado en general optimista por las empresas, requiere de esfuerzos en cuatro direcciones: i) el desarrollo del sector automotriz, a fin de promover un efecto derrame sobre la industria de partes, especialmente aquellas con baja o nula capacidad de desarrollo propio, ii) el estímulo de la relación terminal-autopartista local dentro del contexto global de provisión, en el caso de conjuntos con experiencia exportadora, iii) el desarrollo de empresas autopartistas del tercer círculo, a fin de mejorar las condiciones de competitividad de las partes nacionales y d) el establecimiento de reglas claras de calidad al interior del mercado de reposición local (Maceira, 2003).

## b) Importación/exportación en el sector autopartista argentino

El sector autopartista, junto con el sector terminal, constituyen el tercer sector de la economía que más exporta. Las ventas externas de componentes representan actualmente el 13% de las exportaciones de manufacturas industriales, y expresan más del 4% de las exportaciones totales.

Según datos brindados por la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC), las exportaciones de autopartes hacia Brasil muestran un notable crecimiento. Desde el 2007, han aumentado aproximadamente un 43% (en valores nominales), pasando de 1.198 millones de dólares a 1.712 millones de dólares en el 2012 (ver gráfico 14).

**GRÁFICO 14**  
**EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE AUTOPARTES DE ARGENTINA A BRASIL, 1999-2012**  
(En millones de dólares)



Fuente: Fundación Exportar en base a datos de la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC), 2012.

Los artículos más destacados dentro de las exportaciones del sector a Brasil se encuentran dentro de los rubros de: transmisión; carrocería y sus partes; componentes de motor; motores; ruedas, neumáticos y cámaras. Dos empresas acumulan más del 50% de las exportaciones de autopartes ambas en el rubro de ejes y semiejes. Un 10% adicional está concentrado en cuatro empresas nacionales metalmecánicas básicamente vinculadas al mercado de reposición de piezas en diferentes países de América Latina. A partir del año 2000, comienzan a tener importancia creciente las exportaciones de cueros para asientos de automóviles.

Durante 2013, las importaciones del sector de autopartes llegaron a 12.741 millones de dólares, con un crecimiento del 3,6% respecto del 2012. Brasil siguió siendo en el principal proveedor extranjero con el 34,8% del total, seguido por China, con el 15%, que desplazó a Alemania al tercer lugar, con el 7,9%, seguidos por Estados Unidos 5,9%, Japón 5,3%, Francia 4,9%, Tailandia 4,1%, Italia 2,7%, España 2,5%, y México 2,%. (IES, 2013).

Las exportaciones de autopartes presentaron una contracción del 2, % en valores respecto del 2012 y llegaron a 2.763 millones de dólares durante el 2013, por lo que recuperaron el derrumbe del 19,4% de ese último año con relación al nivel de exportación de 2011 (IES, 2013).

En cuanto al destino de las exportaciones de autopartes en valores, Brasil continúa siendo el principal destino de nuestras exportaciones con una participación en el período indicado del 60% del total, seguido por Alemania con el 5,7%, Estados Unidos (5,6%), Chile (4,4%), Venezuela (4%), Uruguay (3,6%) y demás países con el 16,7%. El déficit total del sector autopartista fue de 9.978 millones de dólares con un ascenso del 5,5% respecto del 2012. Si se excluyera a Brasil, el déficit con el resto de los países habría trepado a u\$s 7.191 millones, con un crecimiento del 15%.

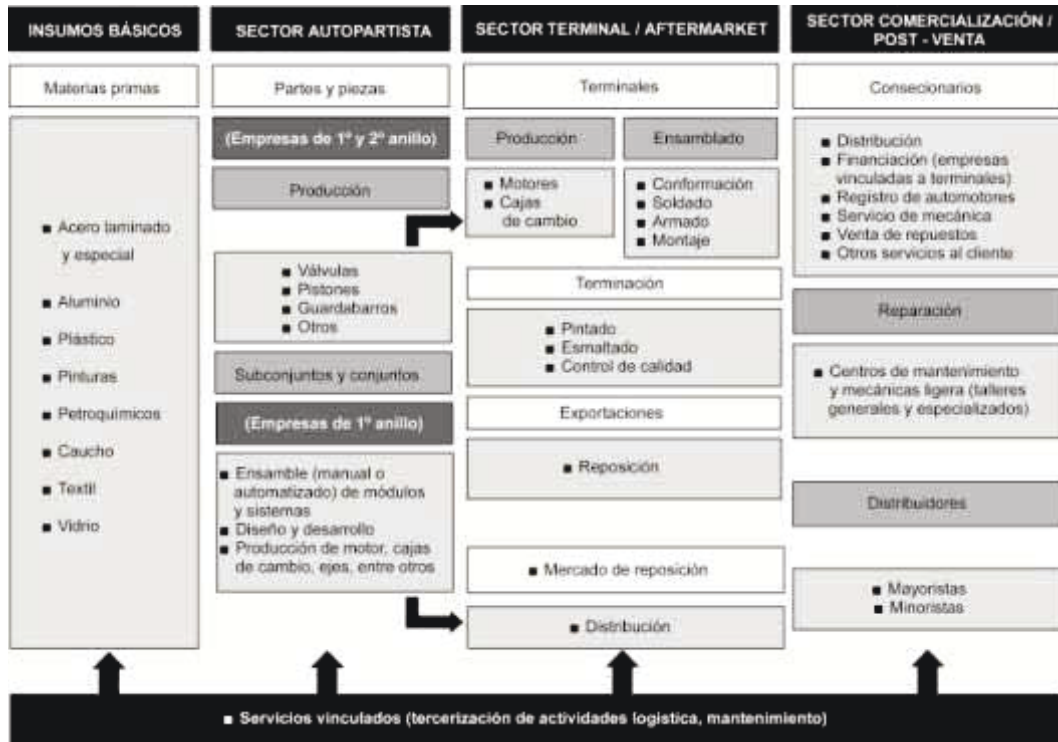
### **3. Cadena productiva del sector automotriz**

La cadena autopartista está constituida por diferentes sectores (donde coexisten empresas de capital nacional y empresas transnacionales), configurando una red que abarca desde las propias terminales automotrices, los autopartistas de conjuntos y subconjuntos (motor, caja de engranajes, ejes, aros de ruedas, amortiguadores, radiadores, bombas, tubos de escape, catalizadores, embragues, columnas y cajas de dirección, asientos, volantes, cinturones de seguridad, airbags, etc.), la producción de partes y piezas individuales (tornillos, forja, fundición, estampados, ruedas, etc.), la red de distribución y servicios (concesionarios de las terminales vinculados a la venta de vehículos como de repuestos) y la red de reposición externa a las terminales o “mercado de reposición” una fuente de actividad de suma importancia, estas dos últimas a través de la venta de partes y de servicios de mantenimiento y reparación (véase diagrama 9).

En términos generales, puede observarse que las características de la cadena de suministro del sector automotriz son bastante complejas debido a la gran cantidad de proveedores en su estructura vertical y horizontal en los eslabones más alejados de la empresa central. Ciertamente, en el contexto mundial cada uno de los proveedores tiene una gran cantidad de variantes en cuanto a los componentes que abastecen; la localización física de sus unidades de producción; y del tipo de relaciones comerciales que mantienen con sus clientes, lo que hace muy complicado caracterizar la cadena de suministro de este importante sector industrial (Holweg, Miemczyk. 2003).

Cabe señalar que a algunas empresas se las pueden catalogar a un mismo tiempo como pertenecientes al primer, segundo o tercer anillo, según el cliente al que abastezcan, en función a cómo se fue desarrollando cada negocio específico con una plataforma o modelo en particular. Al mismo tiempo, se da el caso de la existencia de proveedores de terminales que participan activamente del mercado de reposición, ya sea a través de la terminal y su red de concesionarios oficiales u ofreciendo el producto en forma directa. Para este último caso resultan necesarios ciertos acuerdos particulares por razones de propiedad intelectual y propiedad de los herramientas con que son fabricados los productos.

**DIAGRAMA 9  
CADENA TÉCNICA DE VALOR AUTOMOTRIZ**



Fuente: Elaboración en base a datos de ADIMRA - UIA (2008) y Sica (2009).

A modo de resumen, a continuación, se desarrollan las principales características de los distintos eslabones de la cadena<sup>10</sup>.

- **Terminales:** Realizan las etapas de ensamblado y terminación del producto. Dependiendo de la estrategia de cada empresa, en algunas ocasiones la terminal automotriz también se encarga de la producción de sistemas complejos como motores o cajas de cambio. La primera tarea es el armado y soldadura del chasis y demás partes del vehículo, mediante una línea de montaje totalmente robotizada. Luego, se traslada el producto a la zona de pintura y esmaltado, habiéndose previamente sometido a electrodeposición catódica (cataforesis) para incrementar la durabilidad y evitar la oxidación de las partes metálicas. A continuación, los vehículos ingresan a los hornos de secado y se concluye con el sellado. Por último, operarios especializados realizan las tareas de control de calidad. El incremento en la escala requiere repartir costos de diseño y marca. Las capacidades de innovación y diseño continúan siendo críticas, los primeros en acertar una innovación mantienen el liderazgo e incrementan las posibilidades de obtener una rentabilidad extraordinaria. Algunas compañías, como Ford, se concentran en el desarrollo de la marca y en las finanzas, dejando la parte productiva a terceros. Otras, como Toyota, mantienen el énfasis puesto en la excelencia de la manufactura.
- **Proveedores Mega-globales (PMG):** Estas firmas proveen a las terminales de los principales conjuntos. También son conocidos como los “Tier 0,5”, tratando con esto de explicar que su cercanía a las terminales es aún superior a la que tienen los proveedores

<sup>10</sup> Con base en “The global automotive industry value chain: What prospects for upgrading by developing countries”, United Nations Industrial Development Organization, Vienna 2003.

del primer anillo. Estas compañías necesitan tener alcance global, para poder seguir a las terminales a todos los lugares donde estas produzcan los modelos de autos para los cuales los proveedores le suministran los conjuntos. Las soluciones que proveen tienen una característica adicional, se tratan de soluciones “*black box*”, es decir el proveedor recibe un requerimiento detallado y aporta una solución integral. Usa su propia tecnología para alcanzar el nivel de desempeño esperado por la terminal.

- **Proveedores del Primer anillo:** Proveen de manera directa a las terminales. Algunas de estas empresas se han desarrollado como “proveedores mega-globales” (PMG). Estas empresas requieren capacidades de diseño e innovación, pero su alcance global será más limitado. Desarrollan partes del motor, sistemas de dirección y suspensión, sistemas de aire acondicionado, componentes electrónicos, entre otros. En esta etapa, las tareas que se destacan a lo largo del proceso productivo son: mecanizado, forja, soldadura, inyección a presión, troquelado, laminado, tratamiento térmico y superficial, pintura y ensamble mecánico, entre otras.
- **Proveedores del Segundo anillo:** Estas firmas trabajan habitualmente sobre diseños suministrados por las terminales o por los PMG. Con el objeto de alcanzar los requerimientos de costos y flexibilidad, necesitan contar con un buen nivel de habilidades técnicas (*engineering skill*). Adicionalmente para mantenerse en el mercado es necesario que logren certificaciones técnicas (ISO 9000, QS 9000). Estas firmas generalmente abastecen un mercado, con posibilidades de crecer en el comercio internacional. Elaboran partes forjadas, estampadas, partes de inyección de aluminio, partes fundidas, partes plásticas, partes maquinadas, etc. Las tareas que predominan son fundición, corte, plegado, estampado y conformado de los diferentes materiales. Luego, estas piezas son mecanizadas para dar origen a nuevos elementos que van a formar parte de los componentes.
- **Proveedores del Tercer anillo:** Estas firmas proveen productos relativamente básicos. En la mayoría de los casos se trata de productos con un mayor nivel de estandarización, donde las habilidades requeridas son menos sofisticadas. Tal es así que el nivel de inversión realizado en capacitación es más reducido. En este eslabón las empresas compiten entre sí principalmente vía precios. Elaboran partes, piezas y componentes de menor grado de sofisticación y mayoritariamente estandarizados, como bujías, horquillas, bielas, rodamientos, juntas, arandelas, frenos de disco o tambor, filtros de aire, etc. El conjunto de productos se del eslabón se destina a las empresas terminales para continuar con el proceso de fabricación del automóvil, o bien, a las distribuidoras del segmento de repuestos o aftermarket, como mayoristas y talleres especializados.
- **Mercado de reposición o aftermarket:** Una parte importante de la cadena de valor automotriz lo constituye el mercado de reposición. Es un sector en el cual muchas empresas de países en desarrollo comenzaron a trabajar, inclusive con anterioridad a la instalación de terminales locales. En nuestros días existe un mercado internacional para los productos de reposición. Las empresas en este sector compiten principalmente vía precios. El acceso a materia prima económica y a habilidad técnica es un elemento importante de este grupo de empresas. El diseño no es una habilidad requerida para este grupo, ya que en la mayoría de los casos se realizan copias de diseños realizados por terceros, sin embargo, la habilidad para adaptar y transformar determinadas piezas a las necesidades locales, constituye un elemento importante para este grupo.

## E. Casos identificados de innovación sustentable

No hay duda de que la asimilación y generación de innovaciones es uno de los factores que más significativamente ha contribuido a la introducción del cambio en las empresas y al mantenimiento de su competitividad, más aun si esa innovación va acompañada del concepto de sustentabilidad.



Dentro de este movimiento de nuevas tendencias y estrategias, la industria automotriz no se queda atrás. Continuamente, las empresas líderes del sector realizan esfuerzos constantes para reducir desperdicios y contaminación, con lo que mejoran y vuelven más eficientes sus procesos productivos. Dichas compañías ya utilizan nuevos materiales amigables con el medioambiente y transmiten prácticas de sustentabilidad y responsabilidad corporativa a sus proveedores. Asimismo, estas acciones les permiten ejecutar una cadena de valor sustentable. En el campo del confort los usuarios, tanto el conductor como los acompañantes, se quieren sentir cada vez más a gusto en el auto. Desde el punto de vista de habitabilidad del vehículo se buscan materiales que se adapten a los usuarios, sistemas de iluminación regulables, control de temperatura por zonas, etcétera. Para el conductor, el hecho de que el vehículo detecte situaciones de riesgo y actúe automáticamente en consecuencia, le facilite la visibilidad de su entorno (faros inteligentes, limpiaparabrisas automáticos, eliminación automática del vaho en los cristales) es algo muy valorado y que además tiene que ver con la seguridad.

La industria automotriz y el sector autopartista en Argentina cuenta con un significativo apoyo del sector público a través de diversas instituciones públicas tecnológicas como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Mincyt), a través del “Programa Nacional de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva”, el “Plan Argentina Innovadora 2020” que plantea una agenda de oportunidades de desarrollo que impulsan la competitividad sobre la base del conocimiento científico-tecnológico y la innovación y del sector privado como el Centro de Investigaciones Industriales de Tenaris-Siderca (CINI) que está llevando a cabo investigaciones en aleaciones metálicas nanoestructuradas para generar superficies superduras, síntesis de nanopartículas fluorescentes para generar firmas ópticas y otras alternativas tecnológicas.

En Argentina existen numerosas iniciativas tendientes a reducir el impacto ambiental por parte del sector automotriz como así también un gran potencial para introducir innovaciones de tipo sustentable trabajando fundamentalmente en la fase inicial de su proceso. A continuación se resumen las principales características de los casos seleccionados. El apartado “A” desarrolla las mejoras identificadas en procesos (proceso de cincado de piezas, proceso de pintura), donde se describen optimizaciones en distintas etapas de procesos de producción, que van desde el ahorro de materia prima, sustitución de materiales peligrosos, reutilización de aguas residuales hasta la gestión de residuos. El apartado “B” se refiere a la adopción de nuevas tecnologías que se podrían implementar, para disminuir el peso de la estructura del vehículo por medio de: la sustitución de procesos (*“hot stamping”* y piezas *“tailor welded”*), la utilización de nuevos aceros de alta resistencia o de plásticos reforzados de fibra de carbono. En el apartado “C” se desarrollan las mejoras logradas en la industria, con la implementación de nanotecnología en lubricantes, recubrimientos y lacas logrando la eliminación de componentes contaminantes, reduciendo la cantidad de materiales o residuos peligrosos y por último se describe la inclusión de nanobaterías en carrocerías de fibra de carbono. En el apartado “D” se describen dos sistemas para el ahorro de combustible en motores y el desarrollo de un módulo electrónico para ahorro de energía eléctrica. El apartado “E” se refiere a las innovaciones de seguridad activa, pasiva y elementos de asistencia que disminuyan las lesiones y muertes en accidentes de tráfico. Finalizando, el apartado “F” describen los programas de mejora de la competitividad implementados por la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC) con el objetivo de perfeccionar la productividad, reducir los costos de fabricación y optimizar el uso de energía en la industria automotriz.

## 1. Mejoras en procesos

### a) Mejoras en procesos de galvanizado

El proceso de galvanización en caliente consiste en la protección de la corrosión de los materiales construidos en acero o fundición, mediante un recubrimiento superficial que se obtiene por inmersión en cinc fundido. Al igual que otros procesos del sector de tratamiento de superficies, tiene numerosos problemas ambientales: emisiones, vapores y partículas a la atmósfera, vertidos alcalinos y

ácidos con metales, contaminación de suelos por escurridos y derrames, así como la generación de residuos y subproductos. A partir de estos problemas, se describe una serie de oportunidades de mejoras en el proceso de cincado para sistematizar estas modificaciones de mejora, en lo referente al impacto de su actividad en el medioambiente. El proceso de galvanización clásico se divide en las siguientes etapas: i) desengrase alcalino: solución a base de hidróxido sódico, ii) decapado: solución de cloruro de cinc y cloruro de amonio a 50°C-60°C., iii) galvanizado: cinc fundido a 440°C- 460°C., iv) enfriamiento: agua o aire, vi) entre las fases de desengrase y decapado así como la de decapado y fluxado se intercalan enjuagues en agua corriente para evitar la contaminación por arrastres de unos baños a otros.

i) *Reducción del arrastre de químicos durante los correspondientes baños en el proceso de cincado implementando buenas prácticas*

Aparte del efecto obvio del diseño de bastidores y la forma de las piezas tratadas, existen otros factores no tan evidentes que afectan al volumen de los arrastres. Estos parámetros son la viscosidad, la concentración de sales, la tensión superficial y la temperatura. La viscosidad de una solución galvánica puede describirse como su resistencia a fluir o a ser separada por otro líquido (en este caso el agua de un enjuague), debido a las fuerzas de atracción moleculares. En un proceso galvánico, el volumen de solución que se adhiere a la superficie de una pieza (ver cuadro 24) depende parcialmente de la tensión superficial. La tensión superficial aparece de forma significativa en el momento en que las partes inferiores de las piezas abandonan la solución al ser extraídas del baño. Esta fuerza y el volumen de arrastre resultante resultan altamente afectados por la orientación de las piezas respecto a la superficie del baño del cual son extraídas.

**CUADRO 24**  
**VOLUMEN DE SOLUCIÓN QUE SE ADHIERE A LA SUPERFICIE DE UNA PIEZA DURANTE EL PROCESO DE BAÑO**  
*(Expresado en l/m<sup>2</sup>)*

Posición de las piezas y tipo de escurrido	Arrastre por unidad de superficie (l/m <sup>2</sup> )
Superficie vertical bien escurrida	0,016
Superficie vertical escurrida	0,08
Superficie vertical muy poco escurrida	0,16
Superficie horizontal bien escurrida	0,03
Superficie horizontal muy poco escurrida	0,40
Superficie cóncava, muy poco escurrida	0,32-0,97

Fuente: Pennella, 2014.

Una de las pérdidas más importantes que se produce en los procesos de recubrimientos es el arrastre que producen las piezas hacia las funciones de enjuague. Este arrastre está constituido por el líquido adherido a la superficie de las piezas cuando son extraídas de un baño, y es en general la principal fuente de pérdidas de materias primas. Las piezas grandes o de geometría complicada deben ser procesadas en bastidores o gancheras, en lo que se denomina baños quietos, implicando esto un alto consumo de agua y productos químicos durante el proceso de arrastre en el cincado de piezas, con la consiguiente generación de aguas residuales y barros derivados de su tratamiento.

A raíz de esta pérdida, se ha detectado que la velocidad con que los bastidores son extraídos del baño de proceso tiene un marcado efecto sobre el volumen del arrastre, este es significativamente menor, cuando el trabajo se saca lentamente del baño y se transporta a otra cuba. Por lo tanto, capacitando el personal para un adecuado enganche de las piezas en el bastidor (transportador) y aumentando el tiempo de escurrido (drenaje) en el mismo a 20 segundos (incluyendo el tiempo de extracción más el tiempo de escurrido), se logra en los sucesivos baños una reducción de pérdida de la



solución adherida a la superficie de una pieza y por consiguiente el ahorro de las materias primas propias de los baños y soluciones del proceso, como así también la reducción de barros residuales.

Esta práctica produce una serie de optimizaciones durante los correspondientes baños del proceso de cincado como por ejemplo: la reducción del 40% en el consumo de agua de proceso y por consiguiente la reducción en la generación de aguas residuales en la misma proporción, generando esto último una disminución en la producción de barros con metales pesados en un 25%.

También se optimiza en un 30% el consumo de químicos en los correspondientes baños de cincado al disminuir los problemas de contaminación de baños subsiguientes, como así también se reduce en un 20% el consumo de químicos para tratamiento de aguas residuales.

Esta práctica al reducir la cantidad de agua de proceso (recursos naturales), la generación de aguas residuales y la cantidad de químicos a utilizar en su posterior procesamiento (contaminación por residuos y subproductos) disminuye el impacto ambiental que producen los baños de electrocincado. Por otra parte da como resultado una optimización de costos de producción y por consiguiente un aumento de la competitividad.

*ii) Reducción del arrastre de químicos durante los correspondientes baños incorporando modificaciones al proceso de cincado*

El alto consumo de agua y productos químicos durante el proceso de arrastre en el cincado de piezas, con la consiguiente generación de aguas residuales y barros derivados de su tratamiento, significa una gran debilidad en los procesos productivos y un potencial impacto en el medioambiente.

La oportunidad de mejora se encuentra dada por la implementación de una nueva secuencia de trabajo, (modificando la línea con la incorporación de una nueva cuba) de coste reducido encaminadas a evitar las pérdidas y la contaminación de los materiales utilizados en los procesos que cuenta con una etapa de “enjuague de entrada / salida” o enjuague estanco en la línea de producción.

Un enjuague estanco (o estático) es un pre-enjuague que retiene una parte de las sales arrastradas desde el baño de tratamiento. No es alimentado con agua en continuo sino que es periódicamente renovado. Este tipo de enjuague permite no sólo reducir el consumo de agua sino que permite, también, recuperar una parte de las sales arrastradas, que son devueltas al baño.

Según la temperatura del baño, su superficie y el número de enjuagues estancos que compongan la función de enjuague, la recuperación de productos puede estar comprendida entre un 70% y un 99%, evitando por añadidura que tengan que ser tratados en la instalación de depuración.

Con la implementación del enjuague de entrada/salida se logra la reducción del 19% en el consumo de agua de proceso y por consiguiente la reducción en la generación de aguas residuales en la misma proporción, logrando esto último una disminución en la producción de barros con metales pesados en un 12%. También se optimiza en un 40% el consumo de químicos en los correspondientes baños de cincado al disminuir los problemas de contaminación de baños subsiguientes, como así también se reduce en un 10% el consumo de químicos para tratamiento de aguas residuales.

Esta modificación en el proceso, por todo lo antedicho, disminuye el impacto ambiental que producen los baños de electrocincado. Por otra parte da como resultado una optimización de costos de producción y por consiguiente un aumento de la competitividad.

*iii) Sustitución de materiales peligrosos en baños de electrocincado*

El recubrimiento electrolítico de piezas metálicas de zinc, se realiza a menudo mediante un proceso de cincado alcalino cianurado. La toxicidad del cianuro utilizado dificulta su manipulación y el tratamiento de la fracción residual. Trabajar con compuestos cianurados también significa un riesgo añadido por las posibles fugas o la gestión defectuosa de este componente. Además, para eliminar los compuestos cianurados es necesario proceder a su oxigenación con hipoclorito sódico y precipitar los cianatos que se forman, proceso que resulta muy oneroso.

Los baños de electrocincado cianurados generan aguas residuales con metales pesados como cinc, hierro y aniones cianuros con efectos negativos al medio ambiente.

La sustitución de los baños de cinc cianurados por otros de baja o nula peligrosidad (cloruro de cinc, ácido bórico, cloruro de potasio) sería una solución y una oportunidad para las empresas argentinas. En este sentido, las soluciones nominadas, presentan una buena conductividad y un alto rendimiento eléctrico (aproximadamente un 95%), lo cual implica un menor consumo energético durante el proceso.

De esta manera se alcanzaría una disminución de los impactos ambientales y riesgos para la salud generados por el uso de cianuro en el tratamiento de superficies (cianuro de sodio, cianuro de cinc), y una mejora en el proceso de cincado por la sustitución de materiales peligrosos, debido a la simplificación en el tratamiento de las aguas residuales, al no ser gestionadas como residuos peligrosos, significando ahorros económicos considerables al reducir los costos de gestión ambiental y los costos de materia prima en los baños, por lo cual se logra una optimización de costos y aumento de la competitividad.

#### iv) *Reutilización de agua de proceso de enjuague*

El agua de enjuague debe estar suficientemente limpia, como para reducir la concentración de las sales en el arrastre en un periodo de tiempo razonable. El caudal de estos enjuagues se suele controlar manualmente y fluyen independientemente de si están siendo utilizados o no. Por lo tanto, el alto consumo de agua en enjuagues de baños, y la correspondiente generación de aguas residuales, implica un mal uso de los recursos y por lo tanto un incremento en los costos.

En este sentido, reducir el consumo de agua mediante la reutilización del agua de salida del enjuague de baños de cinc como alimentación de enjuague de activado es una gran oportunidad para mejorar el proceso y disminuir los costos. La solución consiste en dividir en dos el caudal de agua de alimentación de ambos enjuagues y aprovechar las características químicas del agua a ser reutilizada.

Algunos ejemplos concretos, dentro de esta oportunidad de mejora, son los siguientes:

- i. un enjuague posterior a un decapado ácido puede utilizarse para un enjuague anterior, después de un desengrase alcalino previo, de esta manera, además, se facilita la neutralización de la alcalinidad del desengrase, favoreciéndose la vida útil de decapado (técnica de *skip*);
- ii. un enjuague posterior a un baño de proceso puede utilizarse como enjuague a un baño de pre-tratamiento (activado o neutralizado); por ejemplo, un enjuague de níquel puede utilizarse como enjuague posterior a un decapado previo (técnica de *skip*);
- iii. reutilización del agua de enfriamiento de baños en circuito abierto para determinados enjuagues;
- iv. reutilización del agua de rechazo de ósmosis, si no está muy concentrada de sales, como enjuagues de desengrases, en los que la concentración salina no tiene efectos contraproducentes, siempre y cuando ello no agrave problemas de vertido por niveles altos de conductividad.

Con estas medidas, pueden alcanzarse valores de reducción en el consumo de agua de hasta un 40%, lo que supone reducir en el mismo grado las necesidades de depuración de aguas, consiguiéndose también una reducción del volumen de lodos residuales, dando como resultado una disminución del impacto al medio ambiente. En lo referente a los costos, estos se reducirán por una disminución del 5% en la utilización de químicos en los correspondientes baños, generando una mejora en el proceso y aumento de la competitividad.

#### v) *Desengrase biológico por medio de microorganismos naturales*

Un factor esencial para la preparación de los metales antes de cualquier proceso de acabado es que la superficie de los mismos se encuentre limpia y activa. Los baños de desengrase se encuentran

compuestos generalmente por productos tóxicos para el medio ambiente como ser sosa o potasa, fosfatos, silicatos, carbonatos, agentes complejantes (anión o molécula que se une a un átomo de un metal para formar un ion complejo) y tensoactivos. A medida que se utiliza el baño de desengrase, los aceites y las grasas se acumulan haciendo ineficaz el desengrase y momento en el cual es necesario cambiar el baño, por lo que su disposición final directa es imposible.

Para algunos procesos industriales existen opciones de biotecnología que, una vez en funcionamiento, producen menos desechos y menos emisiones que los procesos tradicionales, y sus beneficios son tanto en el plano ambiental como en el económico. Un ejemplo de ello es el uso de métodos biológicos para eliminar el exceso de solventes utilizados durante los procesos industriales. A pesar de los progresos en su desarrollo, la aplicación de la biotecnología a la depuración de los procesos industriales aún no se ha generalizado.

La biodegradación es un proceso orgánico mediante el cual microorganismos naturales reciclan compuestos tóxicos específicos y tras una serie de complejas reacciones químicas, estos residuos son metabolizados y transformados en agua, gas carbónico y otros subproductos no tóxicos. Estas reacciones químicas proporcionan la energía que las bacterias necesitan para desarrollarse, crecer y reproducirse.

La oportunidad se encuentra en la aplicación de un sistema de desengrase por medio de microorganismos naturales activados (uso de la biotecnología) en combinación con un sistema cerrado de agua de enjuague. Los desengrases biológicos están formados por una disolución neutra  $\text{pH} = 7$  a una temperatura media de aproximadamente  $45^{\circ}\text{C}$  y compuesta por una mezcla de tensoactivos (sin productos tóxicos, este líquido no es inflamable y no libera VOC) y bacterias desengrasantes. Las bacterias aseguran la degradación de la suciedad y la grasa presente en la pieza. Para asimilar estos “alimentos”, las bacterias utilizan enzimas que rompen los enlaces convirtiendo las grandes moléculas en otras más pequeñas capaces de atravesar sus membranas; debido a este proceso los hidrocarburos son destruidos y transformados por los microorganismos en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

El baño de desengrase debe cumplir las características adecuadas para la supervivencia de los microorganismos recirculándolo hasta otra cuba donde se realiza el ajuste del pH y las adiciones de concentrado para el mantenimiento del mismo. Estos trabajan a bajas temperaturas (hasta  $45^{\circ}\text{C}$ ) y presentan agitación por aire (bacterias aerobias), pudiendo ser utilizadas para todo tipo de metales (acero, zamak, latón, aluminio, etc.). El baño también presenta una solución nutritiva para asegurar el mantenimiento de los microorganismos. Los microorganismos empleados son inofensivos para la especie humana ya que se presentan habitualmente en los sistemas minerales en descomposición, y no se encuentran asociados a las bacterias que generan enfermedades.

Los lodos producidos en el proceso no contienen partículas nocivas para el medio ambiente y se pueden eliminar como residuos no peligrosos después de una verificación según la legislación vigente. Este sistema de desengrase puede ser empleado en numerosas industrias de tratamiento de superficies: en cadenas de cincado, de niquelado, de pintura, de galvanizado, para la preparación de metales como aluminio, cobre, aceros, entre otros.

Con la implementación del sistema de desengrase biológico por medio de microorganismos naturales, las principales ventajas desde el punto de vista del medio ambiente son la reducción de fangos residuales en un 50%, del consumo de agua en un 90%, y del consumo de productos químicos de desengrase (ya que la solución rara vez necesita ser reemplazada - 12 a 18 meses) por lo menos en un 20%. Aparte, se logra una reducción del consumo de reactivos neutralizantes cuando el baño necesita ser vertido lo que genera un menor impacto ambiental de los tensoactivos en el tratamiento de las aguas residuales, hay menores pérdidas por evaporación y por consiguiente menos necesidad de extraer los vapores de agua del proceso. Todo ello conlleva a una optimización de costos y aumento de la competitividad.

#### vi) *Gestión de barros de aguas residuales por deshidratación natural*

Para la mayoría de instalaciones, el residuo más significativo son los lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales. Su contenido en agua, tras su prensado, es de un 60 a 65%. Este lodo

es habitualmente considerado residuo peligroso que requiere de una gestión adecuada y cuyos costos de tratamiento y disposición final son elevados.

La cantidad de lodo generada depende, por un lado, de las condiciones de las piezas a ser tratadas y, por el otro, de los factores específicos de proceso. Como ejemplos de estas condiciones, se citan: i) entrada de contaminantes con las piezas, ii) decapado de óxidos de la superficie a tratar, iii) arrastre de soluciones de proceso, iv) conversiones de las capas de metal, v) vida útil de las soluciones de proceso y vi) sistema de depuración empleado (básicamente, reactivos usados). La cantidad de lodo que se genera puede estimarse, aproximadamente, conociendo las concentraciones de los baños de proceso y el factor de arrastre.

Por lo tanto, se debe considerar la deshidratación al aire de los barros, (colocándolos en bandejas y éstas en estanterías ubicadas en un sector semicubierto) como opción para dar un adecuado tratamiento a las aguas residuales.

Esta implementación significará la reducción de la humedad de los barros (de 60% a 5%), la reducción de 50% en los costos de tratamiento y disposición final de los barros y la optimización de costos y aumento de la competitividad. Es importante resaltar que este proceso no emite vapores contaminantes al medio ambiente ya que sólo se evapora agua de los barros.

#### *vii) Intercambio iónico para purificación y reciclaje de agua residual*

La carga contaminante de las aguas residuales generadas en el proceso productivo con sales arrastradas desde los sucesivos baños de tratamiento resulta un problema para las empresas que puede ser solucionado mediante el intercambio iónico.

Una ventaja clave del proceso de intercambio de iones es que permite la recuperación y reúso de contaminantes metálicos, este puede diseñarse para que sea selectivo frente a ciertos metales y brindar una remoción efectiva de las aguas residuales con altos niveles de contaminantes.

En un sistema de intercambio de iones, las aguas residuales pasan a través de un lecho de resina, esta contiene grupos limitados de carga iónica en su superficie, que se intercambian por iones de la misma carga en las aguas residuales. Este proceso de intercambio elimina temporalmente los iones que contaminan las aguas, principalmente metales pesados y los contraiones que les acompañan, reemplazándolos por otras especies químicas inertes o no tóxicas como  $H^+$ ,  $OH^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Na^+$ . Las resinas tienen una determinada capacidad de intercambio, superada esta ya no retiene más iones. En ese momento se dice que la resina está saturada debiendo proceder a su regeneración. El proceso de regeneración permite que las resinas queden en disposición de volver a trabajar. Para ello se introducen en el soporte sólido reactivos químicos, generalmente ácidos y bases, que diluyen los iones retenidos en las resinas pero a una concentración entre 50-80 veces superior respecto a la original de entrada al circuito.

Existen dos grandes grupos de resinas, catiónicas y aniónicas, cada una de ellas retienen los cationes y aniones respectivamente contenidos en una disolución, intercambiándolos por las especies químicas anteriormente citadas. Cada uno de estos grupos de resinas se subdivide a su vez en débiles y fuertes, dependiendo del porcentaje de iones que son capaces de retener. En función de la aplicación que se desee, la combinación de las cuatro resinas citadas podrá variar, aunque la secuencia de las mismas suele ser: catiónicas precediendo a las aniónicas, y débiles precediendo a las fuertes. Una resina usada comúnmente es el poliestireno copolimerizado con divinilbenceno.

Las resinas tienen por lo general una vida útil superior a los diez años, siendo capaces de soportar condiciones bastante agresivas en lo que se refiere a acidez/alcalinidad, oxidabilidad, corrosividad, etc.

La implementación de este sistema logra la purificación y reciclaje de aguas residuales, la recuperación de materias primas, el control de la contaminación en sistemas fin de línea, la minimización en más de un 90% del consumo de agua y la reducción en un 90% del tamaño de la depuradora a instalar, respecto a la situación anterior a la implantación de la tecnología.

### *viii) Sistema de electrocoagulación para tratamiento de aguas residuales de proceso*

Una de las grandes problemáticas de la industria de tratamiento de superficies es la eficiencia en el uso del agua, situación esta que la ha llevado a implementar programas de uso eficiente del agua, diseñando estrategias (el reúso, la recirculación, entre otras) para su manejo sostenible. Éstas deben satisfacer aspectos tales como ser adecuadas para el fin propuesto, tener una alta efectividad, costos bajos, y fundamentalmente traer ventajas ambientales

Como se mencionó anteriormente, las aguas residuales poseen un impacto ambiental negativo. Esto se debe a que se encuentran compuestas por efluentes caracterizados por su carga tóxica en términos de su contenido de cianuro, metales pesados, ácidos y álcalis. La solución, para evitar un posible daño al medioambiente y disminuir los costos operativos, es la implementación de un sistema de electrocoagulación para tratamiento de aguas residuales.

La electrocoagulación es un proceso que utiliza la electricidad para eliminar contaminantes en el agua que se encuentran suspendidos, disueltos o emulsificados. La técnica consiste en inducir corriente eléctrica en el agua residual a través de placas metálicas paralelas de diversos materiales (el material anódico se corroe eléctricamente debido a la oxidación, mientras que el cátodo permanece pasivo) dentro de los más comúnmente utilizados están el hierro y el aluminio (el cátodo puede ser de metal, grafito, fibras de carbón, acero o titanio). La corriente eléctrica provoca las reacciones químicas que desestabilizan las formas en las que los contaminantes se encuentran presentes, bien sea suspendidas o emulsificadas en el medio acuoso, generando que estos formen partículas sólidas que son menos coloidales y menos emulsificadas (o solubles) que en estado de equilibrio. Cuando esto ocurre, los contaminantes forman componentes hidrofóbicos que se precipitan y/o flotan y se pueden remover fácilmente por algún método de separación de tipo secundario. En este sentido, se estarían reemplazando las funciones de los compuestos químicos que se utilizan en el tratamiento convencional.

Este sistema tiene un gran impacto ya que genera lodos más compactos y en menor cantidad, que involucra menor problemática de disposición final, purifica el agua y permite su reciclaje y reduce el consumo de agua, debido a la reutilización de la misma. En cuanto a las ventajas de su implementación se destacan los altos porcentajes de remoción de metales pesados (80%) y la disminución de costos de operación, menores comparativamente con los de procesos convencionales.

### **b) Mejoras en procesos de pintura**

Los disolventes son uno de los grupos de productos químicos industriales de mayor uso para la fabricación de pinturas, lacas, colas, etc. Algunos disolventes contienen compuestos orgánicos volátiles (COV), sustancias muy volátiles e inflamables. Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) son una clase de sustancias orgánicas, o con estructura básica de carbono, que se evaporan a la presión y temperatura ambiental como, por ejemplo, el butano, propano, xileno, alcohol butílico, metiletilcetona, acetona, etilenglicol, y varios disolventes clorados como el tricloroetileno o el clorobenceno, entre otros, que suelen utilizarse en la formulación de pinturas al disolvente. Este tipo de pinturas pueden contener entre un 40% y un 50% en volumen de disolventes como base de disolución para los agentes activos.

Las emisiones de COV pueden ser muy dañinas tanto para la salud humana como para el medioambiente. Algunos de los efectos más importantes son, a corto plazo, la irritación de piel ojos y vías respiratorias, y, a largo plazo, efectos cancerígenos, reproductivos y neurotóxicos, además de afectar a órganos vitales como el riñón y el hígado. Por ejemplo, en un estudio efectuado en Suecia sobre los pintores de automóviles, se descubrió un aumento estadístico significativo de síntomas psiquiátricos como la irritabilidad y dificultades de concentración. La persistencia y bioacumulación de estos compuestos en el medio justifican su contribución a diversos problemas medioambientales como son la formación de ozono ambiental, la destrucción de la capa de ozono o el efecto invernadero. La principal preocupación con respecto a la introducción de disolventes orgánicos en los ecosistemas, al igual que todos los compuestos antropogénicas, se encuentra en que estas sustancias son ajenas al medio natural y, por tanto, presentan dificultades para la asimilación y eliminación de estas sustancias.



Conocer los equipos de aplicación de pintura, y todo lo referente a su uso y mantenimiento, así como dominar los métodos de aplicación y los temas asociados a clases, componentes, características y tipología química de las pinturas y demás productos utilizados para la terminación de manufacturados, garantiza el perfecto manejo y desempeño de los sistemas de recubrimiento seleccionados.

La formulación de pinturas y los procesos involucrados en la manufactura presentaron cambios sustanciales en los últimos años, debido fundamentalmente al desarrollo de modernos materiales y a los procesos de alta tecnología disponibles para la producción. Razones ecológicas que impulsan el control de la emisión de solventes volátiles a la atmósfera indujeron al desarrollo de pinturas constituidas sin solventes en su composición.

*i) Sustitución de pinturas en base solvente por pinturas en base agua*

Las pinturas y barnices de tecnología en base solvente generan un impacto ambiental negativo debido a las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), ya que su formulación es en base a sustancias químicas orgánicas cuya base es el carbono y se evaporan a temperatura y presión ambiental generando vapores tóxicos. El carácter volátil de los disolventes hace que éstos se evaporen rápidamente en el aire, alcanzando concentraciones importantes en espacios confinados, a su vez en el proceso de pintado se generan residuos de pintura que normalmente contienen cantidades de disolventes, partículas de pintura y agentes coagulantes los deben ser tratados como residuos peligrosos. En las instalaciones por inmersión y en épocas de calor se advierte una evaporación del disolvente que puede dar origen a una nube contaminante de éste, con elevados riesgos de explosión.

La implementación de pinturas en base agua evita la generación de una nube contaminante ya que el sistema de pintura de tecnología en base agua se compone de base, resina, agua como disolvente principal y sólo pequeñas cantidades de disolvente orgánico, que permite hacer pinturas completas en grandes superficies de la carrocería o pequeños retoques en cualquier tipo de sustrato. Reduce la emisión de contaminantes durante su aplicación y mejora las condiciones de trabajo de quienes están involucrados en el proceso. Las de tecnología en base a agua debido a su moderado contenido de disolvente orgánico constituyen una alternativa idónea desde un punto de vista medioambiental.

Mediante la sustitución de pinturas en base solvente por pinturas en base agua, se logra la reducción en más del 90% de la emisión de solventes y la reducción en un 95% de los residuos producidos. A su vez, se generaría un menor impacto ambiental ya que estas pinturas, al contar con un volumen ínfimo de agentes disolventes, tanto en la fase de aplicación como de secado, así como para su fabricación, reducen al máximo la emisión de disolventes contaminantes emitidos a la atmósfera. Por otro lado, se eliminan los habituales solventes de limpieza, tales como acetona, acetato y tolueno, así como también los riesgos derivados del manejo y almacenamiento de cubas de disolvente.

Para finalizar, se utiliza menos cantidad del producto respecto del sistema pintado tradicional (con un litro de mezcla con su viscosidad adecuada, se consigue pintar sobre 12 m<sup>2</sup> con un espesor de aproximadamente 12 micrones mientras que en el sistema convencional se pintan 7 m<sup>2</sup> con un espesor de 17 micrones aproximadamente) y el exceso de pulverizado sería reciclable ya que con la utilización de un coagulante en polvo se logra separar el componente sólido (resina y pigmentos) del líquido (agua), de la pintura sobrante.

*ii) Sustitución de pistolas aerográficas convencionales por pistolas aerográficas de alto volumen y baja presión (HVLP)*

En las pistolas aerográficas convencionales, la pintura y el aire comprimido a alta presión (2,5–4 Kg/cm<sup>2</sup>) salen de la pistola por conductos diferentes. El flujo relativamente lento de pintura se atomiza formando partículas de pintura por efecto de la alta velocidad del aire comprimido. Cuando este pulverizado a gran velocidad alcanza la pieza, tiende a rebotar arrastrando consigo partículas finas de pintura. Este material rebotado interfiere con el movimiento hacia delante del aire comprimido y la pintura que provienen de la boquilla de la pistola produciendo una mayor perturbación del pulverizado.



Esto provoca la característica niebla de pintura asociada a las pistolas aerográficas convencionales, restando eficacia de transferencia (el grado de efectividad medio para el sector del pintado con pistolas aerográficas convencionales se estima en un 35%) por lo que es necesario aumentar el número de manos de aplicación para mejorar el poder cubritivo de la pintura, generando un mayor consumo de materiales como pintura, solvente, etc.

La primera medida para reducir los residuos derivados del *overspray* o pulverizado sobrante es aumentar el grado de efectividad en la aplicación de la pintura. Las pistolas de alto volumen y baja presión, más conocidas como HVLP (*High Volume Low Pressure*), utilizan para atomizar el producto un gran caudal de aire a baja presión (0,7 Kg/cm<sup>2</sup>) medida en boquilla. Con ello se ha conseguido eliminar en gran parte la niebla de pulverización que se producía tradicionalmente al aplicar productos de pintura a presiones de trabajo próximas a los 4 bares (4 Kg/cm<sup>2</sup>). La inferior presión de pulverización de las pistolas HVLP repercute positivamente en el grado de efectividad de la aplicación (eficacia de transferencia), siendo éste entre un 10 y un 20% superior al de las pistolas aerográficas convencionales de alta presión. Su mayor eficacia de transferencia frente al sistema convencional, proporciona una reducción media en el consumo de productos de pintado de un 20%. La aplicación de estas medidas de reducción del impacto ambiental requiere que los aplicadores adquieran los conocimientos al respecto y se habitúen a su utilización para obtener los máximos beneficios de ellas.

La utilización de estas pistolas aerográficas de alto volumen y baja presión logran una reducción del impacto ambiental por emisión de solventes, al mismo tiempo que se obtendría una reducción media en el consumo de productos de pintado (pintura y solvente) de un 20 a 30%. En lo referente al consumo de pintura, este tendría una reducción de un 39% y por consiguiente la reducción de la cantidad de residuos generados en el proceso debido a la disminución de la niebla de pulverización al aplicar productos de pintura a presiones de trabajo próximas a los 4 bares (4 Kg/cm<sup>2</sup>), con la obtención de valores superiores al 65% de eficacia de transferencia (porcentaje de producto depositado en la superficie respecto al pulverizado por la pistola).

Otros beneficios logrados con esta mejora son la reducción de los riesgos para la salud del pintor, al disminuir la emisión de materiales a la atmósfera, y, para finalizar, una significativa reducción del tiempo de aplicación (costo horas hombre - energía), lo que se vería reflejado en la disminución de costos de operación menores comparativamente con los de procesos convencionales generando importantes beneficios para la empresa.

*iii) Sustitución en pistolas aerográficas del depósito de gravedad por depósito de aspiración o copa abajo*

Los depósitos de pintura tradicionales de aplicación (depósitos de sifón) desperdician pintura porque siempre existe un volumen residual (aproximadamente 25 ml de pintura) que no puede absorberse. Si esta cantidad residual, la multiplicamos por el número de trabajos realizados por semana, y proyectamos esta acumulación de depósito en el año, llegamos a una cifra de 240 litros/año de pintura desperdiciada (ver cuadro 25).

**CUADRO 25**  
**GENERACIÓN DE RESIDUOS DE PINTURA EN APLICACIÓN MONOCAPA O BICAPA**  
(Expresado en volumen)

	Tipo de trabajo	
	Monocapa	Bicapa
	Imprimación color sólido	Imprimación base bicapa barniz
Nº trabajos/semana	40	40
Nº de limpiezas de depósito/semana	80	120
Residuo mínimo	25 ml	25 ml
Residuo mínimo total/semana	2 000 ml	3 000 ml

Fuente: Martín D. Moine; División Plasma Coating - Román y Marinoni S.A. / CIRMAQ. 2014.

Mediante la utilización de depósitos de pintura de aspiración o copa abajo no se desperdicia nada de pintura siempre que se mezcle la cantidad correcta para cada trabajo. Además, cuando las pistolas se quedan sin pintura, la única pintura que quedará en el depósito será la pequeña cantidad que se adhiere a las paredes del depósito. De esta forma, gracias a la detección de desperdicio de pintura y mediante la adopción de pistolas con depósito de aspiración o copa abajo, se alcanzaría una gran reducción del consumo de disolventes para la limpieza de los equipos y por consiguiente, una disminución del impacto ambiental por la reducción de las emisiones de disolventes en dicha aplicación, una reducción de la cantidad de residuos peligrosos para su disposición final, una reducción del costo de operación (por reducción de material desperdiciado), generando la suma de estas reducciones una baja de costos y como resultante un aumento de la competitividad.

#### *iv) Implementación de equipos de reciclado de disolventes*

Generalmente la cantidad de solvente que ingresa al proceso de pintado es prácticamente similar a la cantidad de salida. Ejemplo: la pintura se diluye a un 10%, es decir que si se preparan 87 litros de pintura promedio por día, solo se usaran unos 10 litros para la preparación mensual, con lo cual se está generando unos 200 litros de solvente y pintura residuales.

Para dar solución a esta problemática, una alternativa es la implementación de máquinas de recuperación de disolvente, las cuales calientan los desperdicios, evapora el disolvente y recoge los vapores enfriados en un tanque aparte, normalmente aceptan 12 o 25 litros de residuos de una vez y necesitan alrededor de 8 horas para tratar una carga de desperdicios. Mediante la destilación de los disolventes sucios se separan los lodos de pintura de la fracción de disolventes que puede ser reutilizado. Una pequeña cantidad de residuos sólidos se queda en el tanque de desperdicios que se puede eliminar con el resto de los desperdicios sólidos. Los costos de funcionamiento de las máquinas de destilación de disolvente son muy bajos.

Además de beneficios económicos, con la implementación de este equipo, se logra la disminución del impacto ambiental por la consiguiente reducción de la cantidad de residuos peligrosos para su disposición final, como así también una reducción del consumo de disolventes para la limpieza de los equipos. Esto nos llevaría a la reducción de las emisiones de disolvente y disminución de gastos de eliminación de desperdicios, porque se recupera hasta un 90% del disolvente. Cabe destacar que el disolvente recuperado puede usarse como limpiador de pistolas, por lo que todo el proceso redundará en la optimización de costos y aumento de la competitividad.

## **F. Mejoras por disminución del peso de la estructura del vehículo**

### **1. A través de la implementación de nuevos materiales y nuevas tecnologías**

Aproximadamente el 20 % del peso del vehículo es el chasis; las puertas, capó, puerta trasera, elementos de suspensión y otros accesorios, adjudican alrededor del 60 % del peso de un vehículo a elementos de acero. Para poder conjugar la disminución de emisiones y la sostenibilidad, se ha de buscar disminuir el peso en la estructura del vehículo sin comprometer su resistencia, con el objetivo de mejorar el desempeño y la eficiencia en el consumo de combustible, buscando al mismo tiempo reducir los costos y el impacto ambiental. Está claro sin embargo que en aras de alcanzar mejoras en las sustentabilidad de los vehículos la reducción del peso del vehículo no debe evaluarse en forma aislada sino que debe complementarse con un análisis integral de ciclo de vida que considere todos los vectores de la sustentabilidad en todas las fases del producto incluida la de fabricación, la de uso y la de fin de vida o reciclaje del vehículo.

### a) **Sustitución del proceso de estampado en frío por estampado en caliente (*hot stamping*)**

El desafío que aquí se presenta consiste en disminuir el peso en la estructura del vehículo (*bumpers*, pilares, refuerzos, pisos...) sin comprometer su resistencia, con objeto de mejorar el desempeño y la eficiencia en el consumo de combustible, buscando al mismo tiempo reducir los costos y el impacto ambiental.

La alternativa, para superar el desafío es el estampado en caliente, proceso por el cual se somete a una chapa a una carga entre dos troqueles, siendo la temperatura de entrada de la chapa mayor a la temperatura de austenización (alrededor de 900°C). Este proceso aprovecha la alta ductilidad de la pieza debido a su elevada temperatura inicial y a continuación, se procede a un enfriamiento rápido internamente y templado bajo presión a una velocidad mínima de enfriamiento de 27°C por segundo. Esta velocidad mínima de enfriamiento logra el endurecimiento martensítico de la pieza. Las principales ventajas que plantea este proceso son: a) la reducción de las fuerzas de conformado debido al incremento de ductilidad que sufre el material a altas temperaturas; b) el incremento de resistencia del material, el cual puede alcanzar tensiones últimas superiores a 1.500 megapascal (MPa), duplicando los valores de las chapas de acero alta resistencia. Esto permite reducir el peso de las piezas manteniendo su resistencia global.

Los aceros para estampado en caliente son aceros templables al Titanio/Boro, que se encuentran en volumen disponible para abastecer a la industria automotriz tanto en la Argentina como en Brasil. En lo que respecta al *hot stamping* para lograr esta mejora competitiva, en Argentina aún no se dispone de esta tecnología mientras que en Brasil ya se encuentran instaladas 3 líneas de *hot stamping*.

El impacto positivo para el sector y el medio ambiente consiste en reducir el peso de las piezas manteniendo su resistencia (reducción del peso superior al 30% si se compara con la pieza estampada en frío), aumentar la eficiencia en el consumo de combustible reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> del automóvil (al aligerar las partes estructurales), mejorar del proceso de estampado y mejorar la seguridad en las colisiones.

### b) **Aceros avanzados de alta resistencia (AHSS)**

Para reducir en gran medida el peso de muchas de las partes que componen los vehículos, pueden usarse nuevos materiales tales como los aceros avanzados de alta resistencia (*Advanced High Strength Steels*, AHSS). Dichos aceros poseen elevado aumento de resistencia y tienen elevada capacidad de absorber energía durante el impacto. Pueden ser reemplazados por piezas fabricados con tecnología de *hot stamping* principalmente en lo que respecta a piezas estructurales. Cabe destacar que existe producción de estos aceros en Brasil y en México.

El reemplazo de estos materiales por acero avanzado de alta resistencia traerá aparejado la disminución del impacto ambiental, reducción del peso de las piezas manteniendo su resistencia (reducción de peso del 25%), eficiencia en el consumo de combustible reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> del automóvil (al aligerar las partes estructurales), optimización de costos (ahorro en el costo de los materiales del 19 %) y aumento de la competitividad y nuevamente, mejora en la seguridad en las colisiones.

### c) **Fabricación de piezas “tailor welded”**

Se trata de una pieza fabricada a partir de chapas de acero individuales de diferente espesor, resistencia y/o revestimiento que se unen entre sí mediante soldadura láser para lograr que una única pieza cuente con el material adecuado en el lugar correcto.

La ventaja clave de la utilización de este tipo de piezas es la reducción de peso, al eliminar la necesidad de refuerzos adicionales y de articulaciones superpuestas en el cuerpo. Además, el comportamiento estructural y la caída de la carrocería del vehículo se mejora: materiales más gruesos o de mayor resistencia se pueden utilizar en las zonas sometidas a grandes esfuerzos, mientras que las láminas

más delgadas o grados de embutición profunda se pueden usar en otras áreas. Es decir el uso de esta tecnología permite un diseño flexible que optimice las propiedades de los materiales disponibles.

Si bien esta tecnología ya se encuentra disponible tanto en Brasil como en México, la implementación en Argentina, implicará una disminución del peso, que se traduce en mejorar la eficiencia del vehículo (menos uso de combustible y menos emisiones durante su etapa de uso), reducción del número de piezas del vehículo, ya que la precisión de la estructura de la carrocería puede mejorarse, reducción de costos ya que sólo se utilizan materiales más caros donde es necesario, mejora en el rendimiento funcional, mejora la rigidez estructural, resistencia a la corrosión, etc. Además, se alcanzaría una mejor performance en caso de accidentes al permitir incorporar materiales de alta resistencia donde el diseño lo exige y optimización de los materiales.

#### **d) Plástico reforzado con fibra de carbono**

La reducción de peso en los vehículos modernos llegó a ser un aspecto esencial para reducir las emisiones. Es por ello que las tecnologías de construcción ligera están ganando terreno constantemente en la industria automotriz como una vía para disminuir el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Los materiales compuestos a base de fibras de carbono combinan ligereza en el peso con una fuerza enorme, por lo que también ofrecen características excepcionales en términos de seguridad y comportamiento en casos de colisión.

La fibra de carbono se incluye en el grupo de los materiales compuestos o composites, es decir, aquellos que están hechos a partir de la unión de dos o más componentes, que dan lugar a uno nuevo con propiedades y cualidades superiores, la fibra de carbono. Básicamente se combina un tejido de hilos de carbono (refuerzo), el cual aporta flexibilidad y resistencia, con una resina termoestable (matriz), comúnmente de tipo epoxi, que se solidifica gracias a un agente endurecedor y actúa uniendo las fibras, protegiéndolas y transfiriendo la carga por todo el material; por su parte el agente de curado ayuda a convertir la resina en un plástico duro.

Sus características principales son poseer un excelente conjunto de propiedades mecánicas, entre las que se destacan: su baja densidad, ligereza, resistencia mecánica y química, mantenimiento reducido y libertad de formas.

También, se destaca que brindan la seguridad gracias a una mejor resistencia a los impactos y al fuego, ofreciendo un alto aislamiento térmico y eléctrico. Si bien mejora la eficiencia en el consumo de combustible reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> del automóvil durante su etapa de uso (al aligerar las partes estructurales), es necesario considerar la totalidad de los impactos ambientales que este material genera en las etapas de fabricación y fin de vida útil, así como mejorar la seguridad en las colisiones

## **2. Mejoras por la implementación de desarrollos nanotecnológicos**

En los próximos años, la nanotecnología está llamada a desempeñar un papel fundamental en diversos segmentos de la industria, supondrá numerosos avances y nuevos materiales con propiedades extraordinarias (desarrollar materiales más fuertes que el acero pero con solamente 10% del peso), Podemos decir que muchos progresos de la nanociencia estarán entre los grandes avances tecnológicos que cambiarán el mundo y que ha dado comienzo una nueva revolución industrial. Los casos de aplicaciones concretas por parte de diversas empresas muestran que el uso de nanomateriales está a pocos años de ser masivos.

Los experimentos que se están haciendo por todo el mundo a partir de la combinación de los materiales actuales con nanomateriales (nanoarcillas, nanotubos de carbono, fullerenos, nanofibras, nanogranos, etc.) han llevado a crear un compuesto a base de nanotubos de carbono que es 100 veces más resistente que el acero y seis veces más ligero que el aluminio.

Dentro de la industria automotriz, ya son varias las marcas que están experimentando y aplicando nanotecnología como por ejemplo Toyota introdujo un compuesto de nylon con nanoarcillas en las bandas del engranaje de distribución, logrando mayor estabilidad y resistencia al calor. General



Motors (GM) también ha introducido nanomateriales (utilizó 3% de nanoarcillas y termoplásticos) en diversos componentes de algunos de sus modelos con lo que obtuvo una reducción de 3 a 21% en el peso de los mismos. Volkswagen, está aplicando nanocompuestos a parabrisas, ventanas y espejos para evitar que se empañen bajo ciertas condiciones climatológicas y busca crear un cristal que automáticamente elimine “el efecto de horno” que ocurre cuando el coche se estaciona bajo el sol.

Pero más allá de los avances estéticos y de desempeño que está aportando la nanotecnología a las industrias automotriz, están los beneficios de la seguridad, pues al contar con materiales más resistentes e inteligentes será posible evitar accidentes.

Significa entonces que la adopción de esta tecnología irá acompañada no sólo de menores costos de producción, sino de confort y, sobre todo, seguridad, ya que además sus componentes serán más amigables con el medio ambiente.

## **a) Lubricantes**

### *i) Lubricantes sólidos de alto rendimiento nanoestructurados*

Para reducir la fricción entre piezas metálicas se añaden lubricantes, de ordinario sustancias orgánicas que forman una película superficial que reduce el contacto entre las asperezas. Estos lubricantes están compuestos generalmente por Plomo, Cloro, Bario, Magnesio, Zinc, Fosforo, Cromo, Níquel, Aluminio, Cobre, Estaño y Azufre, contaminantes altamente tóxicos, siendo su tratamiento de disposición final como material peligroso. El aceite industrial empleado en los motores de los vehículos o la maquinaria industrial se convierte en un residuo muy contaminante, principalmente por su elevado contenido en metales pesados y su baja biodegradabilidad.

Para reducir el consumo de materias primas y el uso de lubricantes muy contaminantes, se desarrollaron con el aporte de la tribología (ciencia que se ocupa de la fricción, el desgaste y la lubricación de las superficies) de los materiales nanoestructurados, recubrimientos que permiten aumentar la carga permisible y la temperatura de operación en las juntas de fricción. Ofrecen una mejor resistencia al desgaste; están hechos de un material compuesto; en concreto, de una matriz metálica reforzada con inclusiones cerámicas de alta dureza, tales como partículas de carburo de silicio (SiC) o fases de cobalto-carburo de wolframio o cromo-cobalto-carburo de wolframio (WC/Co o WC/Co/Cr). Permiten alcanzar unas temperaturas de operación de hasta 900°C, soportan presiones de hasta 1200 megapascales (algo más de diez mil atmósferas) y poseen coeficientes de fricción de sólo 0,01 (unas 80 veces menor que el coeficiente de fricción del acero).

La utilización de estos materiales avanzados, con prestaciones tribológicas superiores, puede eliminar el uso de lubricantes, ofreciendo un ahorro económico considerable en la mayoría de los sectores industriales y una disminución del impacto ambiental. Los recubrimientos nanoestructurados resultantes podrán aplicarse a componentes industriales de motores.

A modo de conclusión, la utilización de lubricantes sólidos de alto rendimiento nanoestructurados produciría una disminución del impacto ambiental, eliminación de componentes contaminantes, reducción de la cantidad de residuos peligrosos para su disposición final y fundamentalmente optimización de costos.

### *ii) Sistema de microlubricación por medio de polvos nanoestructurados*

La falencia identificada consiste en el alto consumo de lubricantes durante el proceso de conformación de piezas metálicas, lo cual genera gran contaminación en aéreas de maquinado (piso) ya sea por pérdidas, salpicaduras, etc. al mismo tiempo que una cantidad importante de residuos peligrosos para su disposición final.

La oportunidad claramente se encuentra en la reducción del consumo de lubricante durante el proceso de conformación de piezas metálicas. Para ello, se encuentra disponible un nuevo sistema de preparación de recubrimientos basado en un depositado físico en estado de vapor (PVD) y de un solo paso. Este sistema, que puede trabajar a bajas temperaturas, permite recubrir las herramientas con

capas delgadas cuya superficie posee una nanoestructura predefinida. De ese modo, el nuevo proceso genera microporos en la superficie del recubrimiento que atrapan cantidades microscópicas de lubricante (microlubricación). Durante el ciclo de tratamiento del metal estos microporos expelen el fluido hacia las áreas críticas de contacto de la pieza o de la herramienta. Su utilización ayudará a reducir la cantidad de lubricante requerida para la conformación de metales, ya que controla el coeficiente de fricción en ese proceso.

El impacto redundará fundamentalmente en una mejora en el medio ambiente (gracias a la eliminación de componentes contaminantes), pero más allá de este aspecto habrá una gran mejora en el proceso ya que se reducirá la cantidad de materia prima utilizada y se reducirá la cantidad de residuos peligrosos para su disposición final.

*iii) Recubrimientos nanoestructurados resistentes al desgaste para aleaciones de aluminio*

En general, las aleaciones de aluminio se caracterizan por tener una pobre resistencia al desgaste lo cual requiere recubrir la superficie de contacto de las aleaciones con algún material altamente resistente. Pero estos recubrimientos empiezan a resultar inadecuados debido a los cambios recientes en las fórmulas de los lubricantes encaminadas a reducir su toxicidad.

La oportunidad identificada consiste en adoptar un nuevo recubrimiento compuesto por nanopartículas mediante proyección térmica. Este proceso de rocío sobre una superficie de materiales fundidos o calentados sirve para proteger el aluminio con recubrimientos de nanocompuestos de matriz de titanio. De este modo, el uso de aleaciones ligeras protegidas contra el desgaste permite obtener un mejor rendimiento de los combustibles; al mismo tiempo, contribuye a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en el transporte terrestre.

El impacto se ve de forma directa sobre el rendimiento de los combustibles por reducción de peso en las piezas, así como también sobre los costos, el medio ambiente y la competitividad de las empresas.

**b) Recubrimientos y lacas**

*i) Recubrimiento anticorrosivo con nano partículas*

Identificando como principal problema la eliminación de componentes contaminantes como plomo y cromo en recubrimientos anticorrosivos, se identificó el recubrimiento con nano partículas como una posible solución para disminuir el impacto en el medio ambiente y aumentar la competitividad de las empresas.

En este sentido, la nanotecnología química ha desarrollado polímeros híbridos inorgánicos - orgánicos con nanopartículas dispersas que aportan propiedades anticorrosivas. Son recubrimientos tipo sol-gel que pueden emplearse como capa única o como imprimación con capas de acabado convencionales (como poliuretanos de dos componentes) y que se adhieren perfectamente a varias superficies como aluminio, magnesio, aleaciones y aceros. Se trata de una solución ecológica, ya que no contienen plomo ni cromo, y económica, ya que poseen un alto rendimiento, ofreciendo una excelente protección e impermeabilización a partir de pequeños espesores.

La aplicación de este recubrimiento anticorrosivo con nano partículas reduce la cantidad de residuos peligrosos para su disposición final, elimina componentes contaminantes como plomo y cromo, disminuye los costos de operación menores por reducción de material utilizado y optimiza costos.

*ii) Laca transparente con nanotubos de carbono para cristales del vehículo*

La poca visibilidad por empañamiento de cristales debido a baja temperatura exterior (nieve) o alto tenor de humedad del aire interior (lluvia), no solo significa un alto consumo de combustible, sino un peligro por la falta de visibilidad para quien conduce.



Mediante la aplicación de una laca transparente con nanotubos de carbono. Este revestimiento podría actuar como un calefactor y evitar la formación de hielo o su eliminación sobre los cristales de los vehículos. Se pulveriza el producto y a medida que se va secando, los nanotubos van formando una red conductora dentro de la laca, donde se hace pasar una corriente eléctrica a través de la red y la capa se calienta. Esta tecnología podría sustituir a los filamentos calefactores que incorporan las lunetas térmicas que llevan los coches, con la ventaja de proporcionar un calor más uniforme y ser más resistentes a los daños, ya que aunque la película tuviera un agujero por accidente o daño seguiría funcionando.

Además, la aplicación de dicha laca transparente no se empañan (antivaho), no se ensucian, contienen filtros solares que permiten reducir hasta 5°C la temperatura en el interior, se oscurecen en función de la cantidad de radiación que reciben (regulan la luz del parabrisas y espejos retrovisores pudiendo reducir la incidencia lumínica hasta en un 80%)

Con la implementación de la laca descrita anteriormente, se alcanzará una disminución del impacto ambiental, reducción del consumo de combustibles ya que no se usa el compresor del aire acondicionado que utiliza la energía cinética del motor, mejora de la seguridad vehicular y optimización de costos y aumento de la competitividad.

### **c) Baterías**

#### *i) Inclusión de nanobaterías y súper capacitores en el entretejido de la fibra de carbono (nano paneles de baterías)*

Históricamente, las baterías han tenido altos costos de fabricación, peso, tiempo de recarga, con escasa vida útil y autonomía.

La oportunidad de mejora, en este caso, consiste en la inclusión de nanobaterías y súper capacitores en el entretejido de la fibra de carbono, que mediante una capa intermedia de polímero se ubican los componentes en forma de sándwich y puede funcionar como una delgada, moldeable pero resistente batería.

Esta innovación tiene doble propósito:

- i) cuenta con las propiedades de las características mecánicas ya conocidas de la fibra de carbono, aportando al vehículo una mayor rigidez estructural y al mismo tiempo una disminución del 15 % en su peso;
- ii) la puesta en marcha para cualquier vehículo híbrido o completamente eléctrico, los cuales tienen que lidiar actualmente con el problema que supone un paquete de baterías muy pesado y que ocupa un valioso espacio.

En relación a la recarga, la misma se puede hacer a través del aprovechamiento de la energía generada con los frenos del coche (frenado regenerativo) y de la red eléctrica de alimentación.

Pueden sustituir a los paneles de acero de la carrocería como ser: techo, puertas, capó y el piso. Estos paneles también duplicarían la batería común del coche.

El impacto estará dado fundamentalmente por la disminución del impacto ambiental, el aumento de la competitividad, la reducción del nivel de emisiones (vehículo híbrido o completamente eléctrico), la optimización de costos y la reducción del peso de las piezas manteniendo su resistencia.

## **3. Disminución del consumo de combustible y energía eléctrica**

### **a) Consumo de combustible**

#### *i) Dinamismo eficiente en motores de explosión intercalando un motor eléctrico*

El principal aspecto negativo de los motores de combustión, es que consumen mucho en el momento de la aceleración proporcionando una respuesta pobre cuando están a muy bajo régimen (a 1.000 rpm sólo está disponible el 15 ó 20% de la potencia nominal).

Intercalando un motor eléctrico entre el motor de explosión y la caja de cambios se logra disminuir el consumo y suministrar una respuesta óptima en el momento de la aceleración. El motor eléctrico y el de explosión alcanzan una capacidad de respuesta óptima aprovechando un par total de arranque de hasta 1.000 Nm a poco más de 1.000 rpm al sumar el empuje de ambos motores, consiguiendo una mayor aceleración.

Cuando el motor de explosión alcanza un nivel de revoluciones intermedio se interrumpe la función de apoyo del motor eléctrico.

Por lo tanto, mediante la intercalación de un motor eléctrico en motores de explosión, se lograría la disminución del impacto ambiental por la disminución del consumo de combustible en un 15%, reducción del nivel de emisiones y aumento de la competitividad

*ii) Ahorro de combustible por medio de un sistema integrado de motor de arranque y generador*

Para disminuir el consumo de combustible que se genera por el funcionamiento del motor, mientras el vehículo está detenido (ejemplo: detención en semáforo), se identificó la utilización de un sistema compuesto por un motor de arranque-generador movido mediante correas (ISG, “*integrated starter generator*”) el cual disminuye considerablemente el gasto de combustible.

Este sistema integrado funciona con 12 voltios, de forma tal que cuando el vehículo se detiene el motor se para. En cuanto es necesario el sistema lo vuelve a poner en marcha rápidamente, sin que el conductor aprecie espera alguna. El sistema incorpora el motor y el generador electrónico en una sola unidad, eliminando no sólo el motor de arranque sino también el alternador, la batería clásica y el sistema de correas para el arranque y, en algunos casos, el engranaje dentado del béndix.

Entre las principales ventajas del sistema se encuentra que necesita solo cuatro décimas de segundo para pasar de arranque a inactivo, ofreciendo una acción de para y arranca que es imperceptible para la mayor parte de los conductores, además posee una gran capacidad para funcionar a 30°C bajo cero, permitiendo prescindir del motor de arranque en motores de gasolina de hasta 3 litros de cilindrada. En cuanto a la eficiencia, la misma es superior en un 20% a la de un alternador convencional moderno. El sistema integrado de motor de arranque y generador da una potencia continua de generación de hasta 3 kilovatios.

A raíz de lo mencionado anteriormente se puede afirmar que se alcanza una gran disminución del impacto ambiental con la reducción del consumo de combustibles, una optimización de costos y aumento de la competitividad.

**b) Módulo de ahorro de energía eléctrica para tubo fluorescente**

Como se mencionó anteriormente, el consumo de energía significa un aumento de costos (muchas veces innecesario) y un impacto negativo en el medio ambiente. En el caso de los tubos fluorescentes y su influencia en la eficiencia del sistema de aire acondicionado, el consumo es alto.

A raíz de ello, se ha detectado el desarrollo de un dispositivo electrónico que reemplaza la reactancia (balasto) y arrancador en el tubo fluorescente, consiguiendo que el sistema lumínico emita un 25% menos de temperatura. A su vez dicha reducción de temperatura, logra mayor eficiencia en el uso de aire acondicionado, logrando un 50% de ahorro en el consumo de energía eléctrica.

De esta forma, se alcanzaría una disminución del consumo eléctrico en todas las áreas productivas y de administración, una reducción de las emisiones de calor por artefactos de iluminación haciendo más eficiente el uso de aire acondicionado, una reducción de la huella de carbono y en consecuencia, la optimización de costos y aumento de la competitividad.

## 4. Innovaciones en sistemas de seguridad activa, pasiva y elementos de asistencia

El desarrollo de sistemas de seguridad activa, pasiva y elementos de asistencia que disminuyan las lesiones y muertes en accidentes de tráfico son una prioridad a nivel mundial, debido al costo social que implican.

Todos nosotros dependemos del transporte en nuestra vida diaria, sin embargo, el incremento cada vez mayor del tráfico en rutas, autopistas y áreas urbanas, genera serios problemas como son: la congestión vehicular, daño al medio ambiente por emisiones de CO<sub>2</sub>, gasto energético y, por encima de todo, accidentes. El vehículo inteligente incorpora una gran variedad de sistemas basados en las TIC. Actualmente, los vehículos van incorporando cada vez más sistemas inteligentes a bordo basados en tecnologías avanzadas de la información y las comunicaciones, proporcionando nuevas soluciones para superar los importantes problemas que al presente nos plantea el transporte.

Algunos de estos sistemas ya llevan varios años ampliamente implantados, como es el caso del conocido Sistema Antibloqueo de Frenos (ABS), o el Sistema Electrónico de Asistencia a la Frenada (EBS), o también el Control Electrónico de Estabilidad (ESC). Mientras, otros dispositivos aun se encuentran en desarrollo y se van introduciendo en el mercado a medida que se comprueba su fiabilidad.

Estos sistemas de seguridad se dividen en dos, los sistemas de seguridad activa y pasiva. Estos últimos buscan minimizar el daño a los ocupantes y peatones una vez se ha producido un accidente, mientras que los primeros intentan conseguir que el accidente no se produzca.

Los sistemas de seguridad pasiva más comunes son los airbag, el cinturón de seguridad e incluso las sillitas de los bebés, pero la innovación y la tecnología hacen que cada vez haya más extras que reduzcan el daño cuando se produce un accidente de tráfico. Para conducir de manera segura es necesario que el vehículo sea estable, visible, etc. para lo cual los sistemas de seguridad activa son esenciales. Dentro de los sistemas de seguridad del vehículo se están desarrollando varios sistemas innovadores, algunos de los cuales se describen a continuación.

### a) Sistema de detección con cámaras infrarrojas y sensores láser

Es un sistema de seguridad activa que, mediante una serie de cámaras infrarrojas y diversos sensores láser ubicados en la zona delantera del vehículo que con ayuda de una central de procesamiento, es capaz de detectar a otros vehículos que circulan por delante para, en caso necesario, bajar la velocidad e incluso llegar a parar completamente el coche. Si detecta riesgo de colisión, carga el circuito hidráulico de los frenos para poder dar la máxima presión cuando el conductor pise el pedal. Si el sistema considera que la colisión es inevitable, frena el coche sin intervención del conductor.

Este desarrollo posee un alto impacto en el medio ambiente, pero fundamentalmente en la seguridad de los pasajeros y en el aumento de la competitividad de las pymes.

### b) Sistema de cinturón trasero de seguridad con airbag incorporado

El sistema funciona como un cinturón de seguridad normal y, en caso de accidente, se despliega en menos de 40 milisegundos como un airbag. Para ello utiliza el gas comprimido alojado en un cilindro debajo del asiento trasero.

Esta innovación mejorará la seguridad en las colisiones y aumenta de la competitividad.

### c) Sistema inteligente a través de redes de comunicación entre coches

Los sistemas inteligentes a través de redes de comunicación se basa en la transmisión de datos wireless-LAN, pueden contribuir a disminuir drásticamente la congestión de tránsito captando en tiempo real informaciones sobre el tráfico y los accidentes, dando soporte a los conductores con el objetivo de evitarlos y realizando llamadas automáticas a centros de emergencia indicando su posición exacta, información sobre las condiciones meteorológicas, la congestión de las vías públicas,

comunicar circunstancias de baja adherencia en la carretera e incluso, posibles situaciones de peligro en la vía por la que circulamos, etc. Las señales serán captadas por unos mini-terminales situados en el extremo de la autopista, que las hará llegar, mediante un enlace de fibra óptica, a una central de procesamiento remota, en la cual se analizan los datos y los transmitirá al resto de los vehículos contribuyendo a una conducción y ordenamiento del tráfico más eficiente y sostenible, reduciendo la contaminación ambiental.

#### **d) Control de cruceo adaptativo (ACC)**

El control de cruceo adaptativo es una tecnología que interviene activamente en el funcionamiento del vehículo para mantener siempre una distancia preestablecida en relación con el coche precedente. Un radar o señal infrarroja rastrea el espacio delante del vehículo y determina la distancia hasta el vehículo que le precede, así como su velocidad. Con esta información, el ACC calcula automáticamente la velocidad de seguridad y la regula interviniendo electrónicamente en el control del motor y en el sistema de frenos. La implementación del sistema de control de cruceo adaptativo mejora la seguridad y aumenta la competitividad de las empresas.

#### **e) Control de frenada en curva (CBC)**

Cuando un vehículo toma una curva a una velocidad mayor a su “velocidad de diseño” se corre el riesgo de una pérdida de estabilidad y de direccionalidad del vehículo.

Para evitar posibles choques, descarrilamientos y aumentar la seguridad se propone la implementación del sistema de control de frenada en curva. Este sistema posee la característica de operar incluso fuera del rango de actuación del ABS, es decir, antes de que se bloqueen las ruedas; lo hace accionando los frenos de manera asimétrica, más sobre las ruedas del lado derecho o izquierdo y con menor intensidad sobre las del tren trasero. El impacto de este desarrollo redonda fundamentalmente en una mejora de la seguridad y aumento de la competitividad.

#### **f) Suspensión inteligente**

Dada la necesidad de adaptarse a las circunstancias de la vía por la que se circula es importante incorporar desarrollos tendientes a que el propio vehículo sea el que determine su comportamiento. En la suspensión inteligente se puede variar la dureza del amortiguador, más blando para un mayor confort o más duro para favorecer el rendimiento dinámico del vehículo (mejorando su estabilidad de frenada y aceleración). Según los datos recibidos, la unidad de control envía señales a las electroválvulas situadas en cada amortiguador. Cuando las electroválvulas están abiertas permiten el paso del aceite del amortiguador por un canal adicional, con lo que se obtiene una amortiguación más blanda. Si las electroválvulas se cierran, se suprime el paso adicional de aceite, de modo que se consigue una suspensión más dura.

Con la aplicación de suspensión inteligente, se logra un salto cualitativo en la mejora del confort, mejora de la estabilidad del vehículo, mejora de la seguridad activa y aumento de la competitividad.

#### **g) Sistema de iluminación en curva**

Los faros convencionales proyectan la luz hacia el carril opuesto al circular por una curva, cegando a los que vienen de frente. Esto genera grandes dificultades, pudiendo ocasionar incluso colisiones entre los autos que circulan por vías opuestas.

El sistema de iluminación en curva consigue que la luz del vehículo se mantenga sobre la calzada del lado en el que se va a realizar el giro, evitando que el haz acompañe a los movimientos del vehículo. Un sensor inteligente registra constantemente la aceleración transversal del vehículo, ángulo del volante y velocidad. Cuando la fuerza centrífuga detecta una curva, el sensor enciende la luz de curva correspondiente y se desconecta al volver a circular en línea recta. Además, para evitar sombras desagradables, un regulador disminuye la intensidad de la luz de carretera de forma automática.

Al igual que con las innovaciones antes descritas, este sistema de iluminación mejora el confort, mejora la visibilidad hasta en 43 %, mejora la seguridad activa y aumenta la competitividad.

## **5. Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC) - Programa de Mejora de la Competitividad (PMC)**

### **a) Programa de Mejora de la Competitividad (PMC)**

Con el objetivo de mejorar la productividad y reducir los costos de fabricación, la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes llevó adelante el Programa de Mejora de la Competitividad. El PMC consiste en un plan de mejora de la eficiencia y productividad del piso de planta del sector autopartista, en cuanto a la utilización de los activos de planta, recursos humanos incluidos, procesos utilizados, materiales e insumos circulantes y su administración asociada. Se cimenta en la utilización de tecnologías de *Visual Factory*, las cuales comprenden tecnologías de relevamiento de información estratégica en “Tiempo Real” desde el Piso de Planta (hardware), así como tecnologías de análisis, elaboración y exposición de información hacia los distintos niveles jerárquicos de la organización (software), promoviendo el desarrollo de ciclos virtuosos de mejora dentro del sector.

Dicho programa contempla la utilización de métodos de análisis, elaboración e implementación de mejoras en los procesos productivos, acompañados de tecnología orientada a la medición de eficiencia y desempeño de las líneas de producción, como bases de un Programa de Mejora Continua. Se aplica a todo tipo de proceso productivo independientemente de sus grados de automatización (totalmente automáticos, semiautomáticos, manuales o mixtos).

El resultado de este programa se traduce en: mejora en la seguridad de las personas, mejora en las áreas de trabajo, reducción de los ciclos de trabajo, reducción de los tiempos improductivos, reducción del tiempo de cambio de producto (*setup*), mejoras en la comunicación, reducción de scrap, incremento de productividad mediante la eliminación de desperdicios, producción más sustentable y por lo tanto, aumento de la competitividad.

### **b) Programa de Mejora de la Competitividad “Energética”**

En el marco del Programa de Mejora, y con el fin de optimizar el uso de energía en la industria automotriz, se identificó como oportunidad de mejora el desarrollo de un software para optimizar el uso de energía en la industria automotriz que identifique los recursos energéticos que consume la empresa, midiendo el consumo, organizando y sistematizando la información obtenida, permitiendo un correcto uso de los recursos no renovables.

Con la implementación de este software, se alcanzarán mejoras económicas y de eficiencia por ahorros energéticos, la utilización eficiente y de un modo “predictivo” de la energía eléctrica acompañará una correcta formación de precios y un conocimiento acabado de los costos de producción, brindando ventajas competitivas. A su vez, se reducirá la contaminación en el medio ambiente, la contribución de la eficiencia energética de cada una de las Pymes participantes resulta en un impacto directo positivo al medio ambiente. Para finalizar, se destaca que el software se complementa con recursos tecnológicos y necesidades productivas, donde la adquisición de conocimientos, utilizada como metodología para encarar proyectos tecnológicos, enriquece a la empresa desarrolladora y le da apertura para encaminar proyectos del tipo industrial.

## **G. Conclusiones**

Durante las últimas décadas, la industria automotriz se ha enfrentado a importantes desafíos ambientales como ser: la calidad del aire, el cambio climático y la situación energética. A partir de la información recopilada, se identificaron algunas consideraciones sobre las características del sector autopartes y cómo a través de la implementación de innovación en sus distintos ámbitos (productos,

producción, procesos, entre otros) se podrían afrontar algunos de estos desafíos, en pos de mejorar su competitividad de modo sustentable.

La industria automotriz es una de las más amplias y diversificadas a nivel mundial, es también una de las más complejas cuando se trata de analizar las relaciones que se presentan entre las empresas ensambladoras y las proveedoras de autopartes, ya que la cadena de suministro del sector automotriz-autopartes es una de las más complicadas debido al gran tamaño que puede llegar a tener. La industria automotriz en la Argentina ha experimentado una notable evolución durante la última década, alcanzando niveles de producción sostenidos y elevados. Esta circunstancia la transformó, sin dudas, en uno de los principales sectores industrial del país con una influencia directa en la generación de empleos, cadenas productivas y desarrollo tecnológico. El sector autopartista en particular, contribuye con el 9,1 % del PBI industrial y el 1,4 % del PBI total de la economía con una participación en el empleo industrial del 5% dando empleo a 64.980 personas de manera directa y a otras 21.500 de manera indirecta.

No hay duda de que la asimilación y generación de innovaciones es uno de los factores que más significativamente ha contribuido a la introducción del cambio en las empresas del sector y al mantenimiento de su competitividad, más aun si esa innovación, va acompañada del concepto de sustentabilidad. Concepto que en los últimos años se ha transformado en una manera de pensar y actuar, como demuestra el avance experimentado por las empresas líderes del sector, quienes han realizado esfuerzos constantes para reducir desperdicios y evitar la contaminación, con lo que mejoran y vuelven más eficientes sus procesos productivos, desde el punto de vista económico, ecológico y social.

A nivel internacional, se advierte que las grandes líneas de desafíos ambientales por donde se están produciendo cambios incluyendo a todos los actores de la cadena, en pos de una mayor sustentabilidad de la industria y estos lineamientos son: i) reducción de los niveles de contaminación, basado, en la emisión de CO<sub>2</sub>, ii) disponibilidad energética, basado en el análisis de los recursos energéticos que pueden marcar la tendencia de las tecnologías en cuanto a su disponibilidad en el futuro y la forma de obtención de energías alternativas, iii) aumento de la seguridad (activa y pasiva) en relación directa con la vida del ser humano y la calidad de la misma frente a situaciones producidas por accidentes, así como de su entorno, iv) mejoras de las condiciones de confort del conductor y de los pasajeros, basado en el aprovechamiento de las innovaciones tecnológicas que ofrece la industria electrónica, la aplicaciones de internet y conectividad, v) el desarrollo de nuevos materiales y de tecnologías innovadoras que minimicen el impacto ambiental, etc.

La industria automotriz y el sector autopartista en Argentina, viene participando activamente en el desarrollo de una producción más limpia y sostenible, a través de metodologías de evaluación ambiental, que sirvan de base para el establecimiento de medidas de ahorro energético, la racionalización de la gestión de los residuos y el aprovechamiento y valorización de los mismos a lo largo de la cadena productiva. Temas como innovación y sustentabilidad ambiental ya están instalados a nivel de empresas (en el marco de sus correspondientes programas de RSE). Podemos nombrar como ejemplo el Centro de Investigaciones Industriales de Tenaris-Siderca (CINI) que está llevando a cabo investigaciones en aleaciones metálicas nanoestructuradas para generar superficies superduras, síntesis de nanopartículas fluorescentes para generar firmas ópticas y otras alternativas tecnológicas, e instituciones intermedias como la Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (a través de la implementación del “Programa de Mejora de la Competitividad”, “Programa de Mejora Energética”), e instituciones públicas tecnológicas como el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) a través de la creación de una “Red de Laboratorios para la Industria Automotriz” (RELIAU), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Mincyt), a través del “Programa Nacional de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva”, el “Plan Argentina Innovadora 2020” que plantea una agenda de oportunidades de desarrollo que impulsan la competitividad sobre la base del conocimiento científico-tecnológico y la innovación.

Asimismo, cabe destacar la valiosa participación para llevar a cabo este documento de las respectivas cámaras sectoriales, como así también la apreciada contribución de expertos y empresarios entrevistados, quienes contribuyeron en la identificación de un número de oportunidades de



innovación sustentable en los sectores analizados como por ejemplo: mejoras en el proceso de cincado de piezas, mejoras en el proceso de pintura, disminución del peso de la estructura del vehículo a través de la implementación de nuevos materiales y nuevas tecnologías, dinamismo eficiente en motores de explosión intercalando un motor eléctrico, mejoras por la implementación de desarrollos nanotecnológicos, ahorro de combustible por medio de un sistema integrado de motor de arranque y generador, innovaciones en sistemas de seguridad activa, pasiva, modulo de ahorro de energía para tubo fluorescente.

Los casos identificados de innovación sustentable que se desarrollan en el informe, nos marcan una tendencia del fuerte compromiso del sector autopartista en Argentina con la sustentabilidad ambiental, delineando a futuro un amplio ámbito de mejora en desarrollo competitivo de las empresas y a la seguridad de los consumidores mediante la investigación y la innovación tecnológica, profundizando en el desarrollo de métodos sostenibles. El gran desafío que se presenta, es contar con una política industrial sustentable en el mediano y largo plazo, que tenga como ejes la competitividad del sector y el armado de una red de proveedores o autopartistas locales que permitan reemplazar las partes que hoy se importan. Para ello es fundamental el trabajo conjunto del sector productivo y empresarial con la academia e instituciones de investigación, y de estos con el sector público y la sociedad civil.

## Bibliografía

- ADEFA. Asociación de Fábricas de Automotores ([www.adefa.com.ar](http://www.adefa.com.ar)).
- AFAC. Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes ([www.afac.org.ar](http://www.afac.org.ar)).
- Anlló, Guillermo; Ramos, Adrian (2007). *“Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina”*. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).
- Carbajal Suárez, Yolanda (2010). *“Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial”*, Paradigma económico. Año 2 Núm. 1. Págs. 24-52.
- CEPAL (2013). *“La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe”*, ISBN: 978-92-1-121854-1, E-ISBN: 978-92-1-056532-5, ISSN: 2075-8073,LC/G.2613-P , Número de venta: S.14.II.G.4.
- CFI (2000), Consejo Federal de Inversiones, *“Estudio del Sector Autopartista en la Provincia de Buenos Aires”*, Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Argentina.
- Chudnovsky, Daniel; López, Andrés (2006). *“Derrames de la Inversión Extranjera Directa, políticas públicas y capacidades de absorción de las firmas nacionales del sector manufacturero argentino”*. (1992-2001).
- Chudnovsky, Daniel; López, Andrés (2006). *“El desarrollo industrial del MERCOSUR: ¿qué impacto han tenido las empresas extranjeras?”*.
- CIMTAM Círculo de Innovación en Materiales, Tecnología Aeroespacial y Nanotecnología, del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Madrid, España. ([www.madrimasd.org/cimtam](http://www.madrimasd.org/cimtam)).
- CINI Centro de Investigaciones Industriales de Tenaris - Siderca. ([www.tenaris.com](http://www.tenaris.com)).
- COFECYT Consejo Federal de Ciencia y Tecnología. ([www.cofecyt.mincyt.gov.ar](http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar)).
- CONICET Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. ([www.conicet.gov.ar](http://www.conicet.gov.ar)).
- FAN Fundación Argentina de Nanotecnología. ([www.fan.org.ar](http://www.fan.org.ar)).
- García Guernica, A (2007). *“Modularización, trayectorias de colaboración y cadenas globales: los casos de las plantas de Volkswagen AG y sus proveedores en Brasil, México y Argentina”*, LITTEC, Universidad Nacional General Sarmiento – Instituto de Industria.
- Global Insight. ([www.ih.com](http://www.ih.com)).
- González, Andrea, Hallak, Juan Carlos, Schott Peter, Soria Genta, Tatiana (2012). *“Inserción de firmas argentinas en cadenas globales de valor no orientadas hacia el mercado masivo”*, BID.
- Holweg, Matthias; Miemczyk, Joe (2003). *“Delivering the '3-day car' - the strategic implications for automotive logistics operations”*. Journal of Purchasing and Supply Management, volume 9, Issue 2, March 2003, Pages 63–71.
- IES Investigaciones Económicas Sectoriales. ([www.iesonline.com.ar](http://www.iesonline.com.ar)).
- INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial. ([www.inti.gob.ar](http://www.inti.gob.ar)).

- Jiménez Sánchez, José Elías (2006). *“Análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes”*. Publicación Técnica N° 288, Secretaria de Comunicaciones y Transporte, Instituto Mexicano del Transporte. ISSN 0188-7297, México.
- Kosacoff, Bernardo (1999). *“Hacia un mejor entorno competitivo de la producción automotriz en argentina”*, Proyecto ADEFA-CEPAL. Documento de Trabajo N°82. , Buenos Aires.
- Kosacoff, Bernardo; López, A. (2000). “Cambios Organizacionales y tecnológicos en las pequeñas y medianas empresas. Repensando el estilo de desarrollo argentino”, *Revista de Economía y Negocios*, Año II/n° 4, Buenos Aires.
- Kosacoff, Bernardo (1998) *“Estrategias empresariales y ajuste industrial ed., Estrategias empresariales en tiempos de cambio. El desempeño industrial frente a nuevas incertidumbres”*. (Política, Economía y Sociedad) ISBN: 987-9173-26-0. , Buenos Aires.
- López, A.; Arza, V.; Laplane M.; Sarti F.; Bittencourt G.; Domingo R.; Reig N. (2008). *“La industria automotriz en el Mercosur”* Serie Red Mercosur N° 10.
- Maceira, Daniel (2003) - *“Estudio I.EG.33.6, Estudios Sectoriales. Componente: Industria de Autopartes: Costos de transacción y competitividad en el sector autopartista argentino”*.
- MINCyT Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. (www.mincyt.gov.ar).
- OICA Organización Internacional de Constructores de Automóviles. (www.oica.net).
- OIT (2005) *“Tendencias de la industria automotriz que afectan a los proveedores de componentes”*, Ginebra.
- Palacio Posada, Álvaro; Total Productive Maintenance T.P.M. - Implementando el T.P.M.
- Piñeyro, Guadalupe; Di Meglio, Fernanda; Piñero, Fernando Julio (2009) - *“Desarrollo regional e inversión extranjera directa en el sector automotriz , Desempeño, composición y asimetrías entre Argentina y Brasil”*. (2000-2009)”.
- Sica, Dante (2009). *“La relación terminal-autopartismo en el Sector Automotriz argentino: temas clave”*, EMPRETEC. Programa “Vínculos Empresariales” para el fomento de la Competitividad en la Cadena de Valor del Sector Automotriz.
- Sourrouille, J. V. (1980). *“Transnacionales en América Latina. El complejo automotor en Argentina”*. México: ILET – Editorial Nueva Imagen.
- Toyota Argentina , “Reporte de sustentabilidad 2012”. (www.toyotanet.com.ar).
- Zavaleta, L., Llinás, I. y Motta, J. (2008). *“Empleo e innovación en empresas autopartistas argentinas”*, XIII Reunión Anual de la Red Pymes Mercosur Universidad Nacional de General San Martín.

### Fuentes consultadas

- Ariel Stainoh; Gerente Institucional - Organización Techint.
- Carlos Pan; Director Industrial - Industrias GUIDI, Vicepresidente de la Asociación de Fábricas Argentina de Componentes (AFAC).
- Davide Rossini; Director Técnico y Coordinador del Programa de Mejora de la Competitividad AFAC.
- Fabio Pennella; Gerente de Calidad y Medio Ambiente – Obdulio Pennella S.A.
- Flora Otero; Gerente de Sustentabilidad - Cámara Argentina del Acero.
- Germán Giraudo; Responsable de Ingeniería Industrial - CORVEN S.A.C.I.F. - Grupo Iraola.
- Gustavo Aro; Director de Relaciones Institucionales -METALSA - Grupo Proeza.
- Leonardo Grendene; Gerente Unidad de Negocios - CORVEN S.A.C.I.F. - Grupo Iraola.
- Marcelo Mancini; Gerente General – OMER.
- Martín D. Moine; División Plasma Coating - Román y Marinoni S.A. / CIRMAQ.
- Matías Vásquez; Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (AFAC).

## **IV. Oportunidades de mejora en la competitividad del sector de madera y muebles argentino a través de la innovación sustentable**

*Maurizio Francesco Maleddu*

### **A. Resumen**

El objetivo de este primer estudio exploratorio ha sido investigar las oportunidades de mejora en la competitividad del sector madera y muebles, a través de la promoción de la innovación e incorporación de nuevas tecnologías, tomando en cuenta el impacto en el medio ambiente.

El mercado global es cada vez más competitivo, lo que obliga a las empresas a adaptar sus procesos de producción y desarrollar estrategias efectivas que les permitan permanecer en el juego. La sociedad moderna está haciendo un gran esfuerzo para sentar las bases para un desarrollo sustentable, la introducción de normas para la protección del medio ambiente, demuestran cuáles son las responsabilidades sociales que deben ser atribuidas a las empresas.

En este aspecto la industria de la madera y muebles está directamente involucrada, siendo este un sector estrechamente vinculado a la explotación de recursos naturales. Pero, a diferencia de otros sectores industriales, la industria de la madera y muebles utiliza recursos renovables lo cual le permite tener un papel estratégico en el desarrollo económico, la generación de empleo y la innovación sustentable. En el presente capítulo se presenta una descripción de las oportunidades para que las pymes mejoren su competitividad y la de toda su cadena de valor, a través de la innovación sustentable. Desde el punto de vista económico y ambiental se puede obtener un múltiple retorno: un aumento en la competitividad, un aumento en las propias capacidades de resiliencia al mercado y un aumento en la habilidad de generar nuevas oportunidades de negocios.

## B. Introducción<sup>11</sup>

La creciente importancia por conciliar sustentabilidad ambiental y crecimiento económico imponen a países y firmas desafíos en materia de sustentabilidad. En muchos sectores y empresas se advierte que la mejora de la competitividad y el cuidado del medio ambiente pueden reforzarse mutuamente, a partir de esfuerzos por desarrollar e implementar tecnologías limpias que además de fomentar un desarrollo sustentable, también logran mejoras en la posición competitiva de las empresas (CEPAL, 2010). En este contexto la innovación sustentable, entendida como la creación de nuevos, o sustantivamente diferentes, productos, procesos, o estructuras organizacionales, los cuales (intencionalmente o no) producen mejoras ambientales comparadas con sus alternativas relevantes, constituye un reto y una oportunidad para dar respuesta al desafío mencionado.

El objetivo central de este informe es investigar y relevar las oportunidades de mejora de la competitividad de las pymes de la industria maderera y del mueble, a través de la innovación sustentable. La investigación está basada en una revisión de información secundaria disponible y de un relevamiento de información primaria, realizada durante el periodo entre el 20 de marzo y el 15 de mayo del 2014, a través de diferentes actores con distintos formatos de contacto. Se realizaron entrevistas en profundidad a representantes de la Federación Argentina de la Industria del Mueble (FAIMA), empresarios, informantes calificados y expertos del sector (ver listado completo de entrevistados en el Anexo 1). Adicionalmente, se organizaron a nivel nacional tres talleres con empresarios para que trabajen de manera participativa y grupal en la identificación de oportunidades. El estudio apunta a conocer las percepciones y perspectivas del empresariado con respecto a la temática de la innovación sustentable.

El estudio pone en relieve cómo en la industria de la madera y el mueble, la variable de la sostenibilidad ha tomado un papel estratégico, de hecho muchas de las innovaciones de productos y procesos están relacionadas con la eco-compatibilidad. Las empresas que miran constantemente la optimización de sus procesos de producción y eficiente uso de sus recursos a través de la adopción de tecnologías limpias, generan ganancias cuidando contemporáneamente el medio ambiente. Existen varios instrumentos de mercado, como las certificaciones de manejo sustentable de los bosques y los sellos ambientales (eco-etiquetado) que tienen como objetivo establecer patrones para guiar a los consumidores en la compra de productos y servicios que reduzcan los residuos y las emisiones tóxicas y que conserven los ecosistemas minimizando el cambio climático.

El análisis muestra que el segmento madera-muebles en la Argentina tiene una gran ventaja competitiva respecto a la disponibilidad de la materia prima, lo demuestran factores como su amplia extensión de bosques implantados de alta productividad, la presencia de los bosques nativos con madera de alta calidad y la inmensa superficie territorial que posee. El continuo crecimiento de la demanda de productos madereros provenientes de forestaciones certificadas deja entrever que las empresas argentinas certificadas con el Sistema Argentino de Certificación Forestal (CerFoAr) podrán comunicar internacionalmente su compromiso con la sostenibilidad.

Considerando que hay un bajo rendimiento en las distintas etapas de transformación de la madera (alta cantidad de residuo no aprovechado), una de las oportunidades más inmediatas sería la de aprovechar de manera integral los residuos foresto-industriales para el desarrollo de líneas de producción y productos a partir de madera reconstituida, así como también para la generación de energía y calor y otros sub productos como pellets y chips.

---

<sup>11</sup> Se agradece a todos los representantes de agrupaciones empresariales e instituciones científicas, expertos y empresarios que han participado de entrevistas y de los talleres organizados en el marco del presente estudio, aportando su inestimable conocimiento del sector bajo análisis. Un particular reconocimiento se extiende a Gabriel Campins, Marcela Bissio, Alejandro Rivello (FAIMA), Alberto Pelagallo (ASORA), Ing. Gustavo Cetrángolo (GC & Asociados), Emiliano Daniel Loutaif (FABRIL Maderera S.A.), Enzo Moriconi (Cámara de la Madera de Córdoba) y Mario Fridman (REciMAD S.A.) por su colaboración a lo largo de todo el estudio.

La temática de la sustentabilidad ambiental en la industria maderera se coloca a nivel de empresas, instituciones intermedias así como de las distintas cámaras sectoriales e instituciones públicas tecnológicas como el INTI. Entre las iniciativas de reciente ejecución respecto al uso de la madera como insumo en la construcción, se puede observar que, en el caso argentino el INTI puso a disposición el “Reglamento Argentino de Estructuras de Madera” CIRSOC 601-2013, que incentiva la edificación en madera y garantiza su seguridad. El mismo define los métodos y disposiciones generales a emplear en el diseño y construcción de estructuras para edificaciones y obras civiles con madera aserrada, madera laminada encolada y productos derivados de la madera, basada en maderas de origen nacional. La Federación Argentina Industria de la Madera y Afines (FAIMA) en conjunto con el Gobierno de la Nación han establecido, recientemente, un convenio con el propósito de seguir avanzando en el fortalecimiento de la Cadena de Valor Madera y Muebles donde, entre otros objetivos, se proponen consolidar la incorporación de tecnología, la creación de más y mejor empleo, el incremento de las exportaciones con valor agregado en origen y el aumento de la producción local. Estas iniciativas representan un potencial para generar una reforma en el sector y fomentar un constante diálogo entre los *stakeholders*.

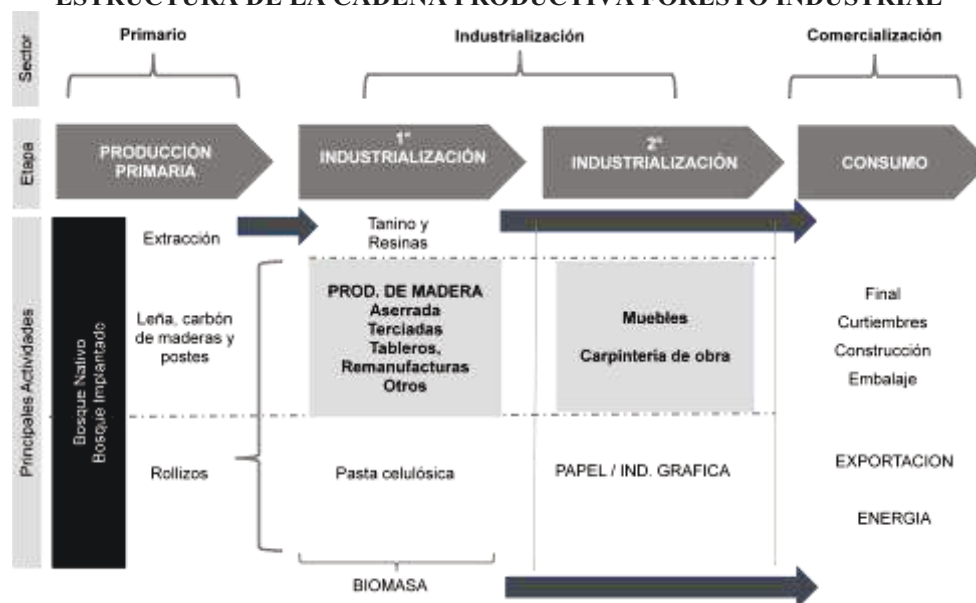
Para hacer una síntesis sobre la mejora en la competitividad, se toman en cuenta factores tales como la optimización de la disposición de recursos naturales y energéticos, así como también una mejor gestión de residuos o subproductos, a fin de que la cadena adquiriera un superior desempeño ambiental. Se han identificado algunas oportunidades concretas que tienen potencial para ser implementadas pero que aún no lo ha sido. En el área del tratamiento y de la conservación de la madera una significativa innovación sustentable de producto en la industria forestal es la técnica de la modificación de madera (*wood modification*), que asegura que parte de la madera blanda desarrolla las mismas propiedades de la madera maciza tropical. Otros ejemplos de innovaciones “verdes” que se encuentran en el mercado a base de madera incluyen: el desarrollo de maderas plásticas a partir del reciclado de residuos plásticos mixtos, una tecnología que utiliza residuos sólidos procedentes de la fermentación de biomasa como un componente en adhesivos, aceites esenciales para inhibir el moho en la madera, paneles a base de fibra reciclada (bio-composites), sistema de ultra sonido para la evaluación de forma no destructiva de la calidad de la madera en árboles en pie (evitando así el corte del árbol sin conocer previamente sus características), biocidas que permiten la remediación de hongos en la madera tratada a través del uso de preservantes naturales para la conservación de la madera, entre otras.

El documento está organizado en cinco secciones incluyendo esta introducción. Luego se analizan las principales características del perfil sectorial presentando una breve descripción del contexto internacional y del sector en Argentina. En la tercera sección se introducen los principales aspectos ambientales que involucran al sector. Luego, se analizan las tendencias del mercado internacional y un análisis del estado actual de la aplicación de la innovación sustentable en el país. Por último, en la quinta y última sección se extraen las principales conclusiones.

## C. Perfil sectorial

La industria maderera y del mueble es parte de la estructura productiva del sistema foresto-industrial que incluye también a los segmentos de papel y celulosa y de leña y carbón vegetal. El primer proceso de transformación industrial inicia con la producción de aserrados, compensados, laminados, paneles, etc. La industria de muebles implica un segundo proceso de transformación (segunda industrialización) que crea productos de mayor valor agregado. La síntesis gráfica de los eslabones de la cadena de valor indica su ubicación (ver diagrama 10).

**DIAGRAMA 10**  
**ESTRUCTURA DE LA CADENA PRODUCTIVA FORESTO INDUSTRIAL**



Fuente: Elaboración propia basado en FAIMA (2014) .

## 1. Contexto internacional

### a) Mercado mundial de la madera

En el mundo actualmente hay unas 4.000 millones de hectáreas de bosque presentes en los diferentes continentes, de esta manera la superficie mundial cubierta por bosques representa el 30% del total de la superficie terrestre (FAO-FRA, 2010). Los productos de la cadena productiva madera-muebles se caracterizan por estar concentrados alrededor de los países que cuentan con grandes extensiones de recursos forestales nativos.

**CUADRO 26**  
**DISTRIBUCIÓN DE LOS BOSQUES EN EL MUNDO**  
(En miles de hectáreas)

Región	Superficie (por miles de hectáreas)	Porcentaje de superficie respecto al resto del mundo
África	653 415	16,1
Asia	571 577	14,5
Europa	1 001 394	25,3
Norte y Centro América	705 849	17,9
Sudamérica	831 540	21,0
Oceanía	206 254	5,2
Mundo	3 952 025	100

Fuente: FAO 2010- ITTO 2006.

Ahora bien, no todos estos recursos están disponibles para su uso y consumo ya que, por diferentes razones, ciertas áreas no se pueden explorar.

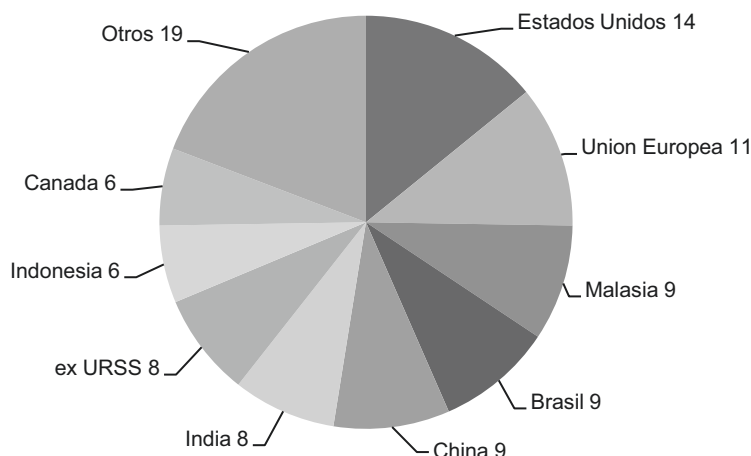


Obviamente no toda la madera presente en un bosque se puede utilizar para fines comerciales, además en el mundo existen bosques muy diversos y por lo tanto los usos del mismo son diferentes. La madera que principalmente se utiliza se puede dividir en dos tipos:

- Coníferas: Son las maderas procedentes de árboles del género gimnospermas; algunos ejemplos son los pinos, los abetos y piceas.
- Frondosas: Forman todas las maderas que provienen de árboles del género angiosperma; algunos ejemplos son el roble, el abedul, la haya y el chopos.

Es importante destacar que las especies de los árboles van a determinar tanto las características como el uso final de la madera. Según las especies que dominan, se podrá hablar de mayor o menor utilidad industrial de un bosque.

**GRÁFICO 15**  
**PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE MADERA**  
(Valores en porcentajes)



Fuente: Elaborado en base a datos de CSIL, 2013.

Los principales proveedores de madera de coníferas son Canadá, Estados Unidos, Rusia y Suecia. Mientras que los principales productores y exportadores de madera latifoliadas son Estados Unidos, Brasil, Malasia e Indonesia. Con algunas excepciones, estos países son los mismos que lideran el posicionamiento en la producción y el comercio de los distintos eslabones de la cadena, como madera en rollo industrial, madera aserrada, paneles de madera, pulpa y papel madera, manufacturas, hojas de chapa, tableros reconstituidos o muebles (Maslatón, 2005).

## b) Producción mundial de la madera

Según los datos de FAOSTAT<sup>12</sup> 2008-2012, la reciente recesión económica influyó a nivel mundial en la producción de todos los principales productos forestales (madera en rollo industrial<sup>13</sup>, madera aserrada, paneles de madera, pulpa y papel).

<sup>12</sup> Base de datos Forestal de FAOSTAT disponible en: <http://www.fao.org/forestry/statistics/es> y Anuario FAO de Productos Forestales disponible en <http://www.fao.org/forestry/statistics/80570/es>.

<sup>13</sup> La madera en rollo industrial es toda la madera en rollo utilizada para cualquier propósito menos para energía. Consta de: madera para pulpa; trozas, aserrar y chapas; y otras maderas en rollo industrial (p.ej., postes telegráficos y postes para cercas). Este grupo de productos también está dividido entre madera en rollo de especies coníferas y no coníferas.

La producción en 2012 excedió el nivel de 2008 en todos estos grupos de productos, sin embargo se mantiene todavía por debajo del nivel previo a la recesión (2007). La mayor recuperación se ha experimentado en las regiones de Asia-Pacífico, América del Norte y América Latina y el Caribe (ALC). La recuperación en Europa descendió en 2012 (especialmente en Europa occidental y meridional donde la producción y el consumo de algunos productos cayeron). En el mismo año, la producción mundial de madera en rollo industrial ascendió a 1.657 millones de metros cúbicos. Esto representa un aumento del 1,9% respecto a la cifra del 2011 (1.626 millones de metros cúbicos), la producción ha aumentado desde su punto más bajo en 2009, pero excedió el nivel de producción reportado hace cinco años en 2,4%. El comercio mundial de madera en rollo industrial ascendió a 112 millones de m<sup>3</sup> en 2012 (equivalente aproximadamente al 7% de la producción). A nivel regional, Asia-Pacífico es un importador neto de madera en rollo industrial y todas las demás regiones son exportadores netos.

### c) Evolución de la oferta y demanda

La demanda mundial de madera en el año 2005 fue de 3.503 millones de metros cúbicos pero presentaba grandes diferencias en cuanto a su uso. En líneas generales, el 51% de la madera presenta un uso que podríamos denominar doméstico, ya que se dedica a la calefacción y a la cocción de los alimentos. Por otro lado, el 49% restante se emplea en la industria (FAO-FRA, 2010; FAO, 2013) y sus usos van desde la construcción de estructuras o la fabricación de mobiliario, hasta la elaboración de papel, cartulina y cartón. Los productos forestales que principalmente se demandan consisten en leña, madera de rollo y otros productos procedentes de la primera transformación de la madera que constituyen la materia prima para las siguientes transformaciones:

- i) **Leña:** Son los pedazos de madera utilizados como combustibles.
- ii) **Madera en rollo:** Es la madera como se extrae de los bosques y de los árboles una vez desramados los troncos.
- iii) **Partículas:** Es la porción de la madera en bruto que se ha reducido a pequeños trozos y se utilizan para la fabricación de tableros de partículas y de fibra, para leña así como para otros fines diversos.
- iv) **Madera en tablas:** Son todos los productos que proceden del aserrado de los troncos, es cuadrado con cuatro caras paralelas dos a dos.
- v) **Tableros de madera:** Son aquellos fabricados por unión de tablas de madera, chapas, astillas o partículas, en función del tipo de unión y elementos que los componen. Los cuales pueden ser tableros contrachapados, rechazados, tableros de partículas, tableros de fibras, entre otros.

Como fuente de combustible mayoritariamente la madera se utiliza en los países en desarrollo, donde es la principal fuente de energía. En estos países la leña representa un 75% de la demanda total, mientras en los países desarrollados la situación es completamente opuesta ya que la mayoría de la madera se dedica al uso industrial.

Considerando el flujo internacional de productos forestales, países en desarrollo como Brasil y Chile, tienen una relevante participación. Los principales exportadores son Estados Unidos y Rusia, mientras que los principales importadores son Europa y Japón. El nuevo mercado asiático no es un exportador relevante, exporta un tercio de la producción, debido a que presentan un mercado interno con una fuerte demanda de insumos.

Analizando las tendencias mundiales en el mercado de la madera, en el caso de la oferta se espera un aumento de la misma como consecuencia del aumento de los bosques aprovechables, debido a la aparición de nuevas técnicas de gestión, así como a un incremento de la producción debido a los avances científicos del sector. En cuanto a la demanda, los cálculos proyectados para el año 2030 indican que la demanda potencial de madera solo en la Unión Europea podría llegar a superar los 1400 millones de metros cúbicos anuales (Mantau et al., 2010). Asimismo, las proyecciones para los

próximos años prevén que el crecimiento demográfico, el incremento del PBI de los países asiáticos, africanos y de Europa del Este, provocarán un aumento en la demanda de productos forestales, que deberá ser satisfecha por los propios mercados internos o por importaciones.

Por otro lado, las restricciones ambientales que presentan los países desarrollados hacen que la tendencia sea asegurar el incremento de las necesidades de abastecimiento mediante bosques implantados, en particular con especies de rápido crecimiento, como son los pinos, los eucaliptos y las salicáceas. Paralelamente, estas forestaciones y reforestaciones, están consideradas como una de las opciones para el secuestro de carbono en la mitigación del calentamiento global, dentro del denominado “Mecanismo de Desarrollo Limpio”<sup>14</sup>. También se espera, además, un mayor uso de la madera como combustible alternativo, debido a la escalada de los precios de los combustibles fósiles.

El camino hacia la difusión de la sustentabilidad en el sector está generando una tendencia que merece ser resaltada: es la denominada madera ecológica. Con la finalidad de asegurar un aprovechamiento racional de los bosques existen distintos tipos de sellos que permiten que los consumidores puedan conocer el origen de las maderas que consumen, de tal manera, que los compradores más comprometidos con el medio ambiente pueden ser más exigentes y pedir maderas certificadas que aseguren su procedencia de una gestión forestal sostenible. Esto provoca un círculo virtuoso donde los productores se preocupan de certificar su producto, asegurando no sólo el cumplimiento de todas las leyes ecológicas y ambientales existentes, sino exigencias mayores y voluntarias de respeto medioambiental, social y económico de las masas forestales.

## 2. Mercado mundial de muebles

El sector es un importante usuario de los paneles a base de madera, como también un importante usuario de la madera aserrada, especialmente la madera dura. Por lo tanto, el desarrollo del sector de la madera está estrechamente relacionado con el sector del mueble. La producción mundial de muebles se encuentra particularmente concentrada. Estados Unidos, Italia, China y Alemania representan más del 50% de la misma. La producción mundial de muebles alcanzó en 2013 un valor de US\$ 437 mil millones, marcando un crecimiento frente al año precedente de alrededor del 6%. Se destaca que en los últimos diez años el comercio de muebles ha crecido más rápidamente que la producción y ha ascendido alrededor del 1%. Al término del 2011, los mayores importadores de muebles a nivel mundial habían sido Estados Unidos, Alemania, Francia, y el Reino Unido. Durante la recesión en el 2009 todos los principales países importadores de muebles han visto disminuidas sus importaciones. A pesar de la recesión, no hubo cambios en el ranking de los principales importadores en el mercado mundial de muebles y que en particular en 2013 los Estados Unidos y Canadá habían alcanzado o superado el nivel previo a la recesión (CSIL, 2013).

En lo que se refiere a exportaciones, China lidera el mercado, pasando de los 25 billones de dólares en 2009 a los 32 billones exportados en 2010. Otros grandes exportadores de muebles siguen siendo Alemania, Italia, Polonia y Estados Unidos (CSIL, 2013).

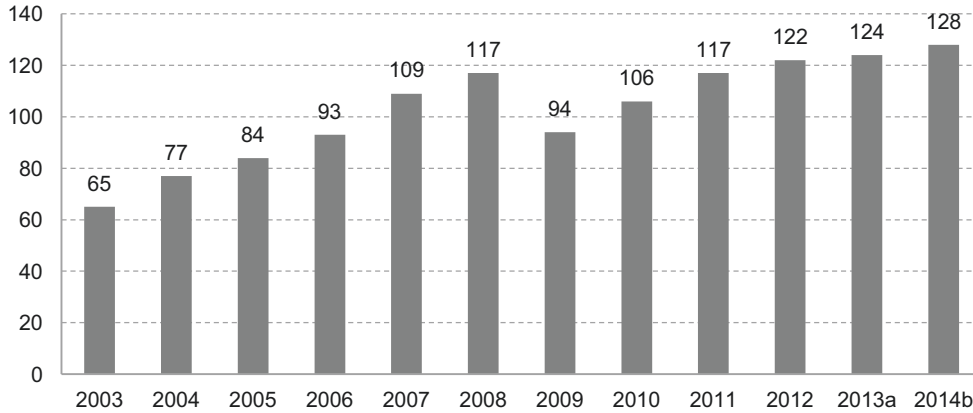
Por lo que concierne a las proyecciones del comercio y consumo mundial para el 2014, las economías emergentes hacen prever que se mantenga abierto durante el bienio 2013-2014 un ciclo de crecimiento moderado para el comercio mundial de muebles, es decir que seguirá una tendencia de crecimiento positivo la cual empezó a partir del 2010. El crecimiento a nivel mundial superaría el 3% durante el corriente año. Como visualiza el gráfico 16, se estima un aumento del comercio mundial de

---

<sup>14</sup> El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kioto establecido en su artículo 12, que permite a los gobiernos de los países industrializados (también llamados países desarrollados o países del Anexo 1 del Protocolo de Kioto) y a las empresas (personas naturales o jurídicas, entidades públicas o privadas) suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (también denominados países no incluidos en el Anexo 1 del Protocolo de Kioto) como una alternativa para adquirir reducciones certificadas de emisiones (RCE) a menores costos que en sus mercados.

muebles, pasando de los US\$ 124 mil de millones en el 2013, a un valor proyectado de US\$ 128 mil de millones para el 2014 (CSIL, 2013).

**GRÁFICO 16**  
**COMERCIO MUNDIAL DE MUEBLES**  
(En miles de millones de dólares)

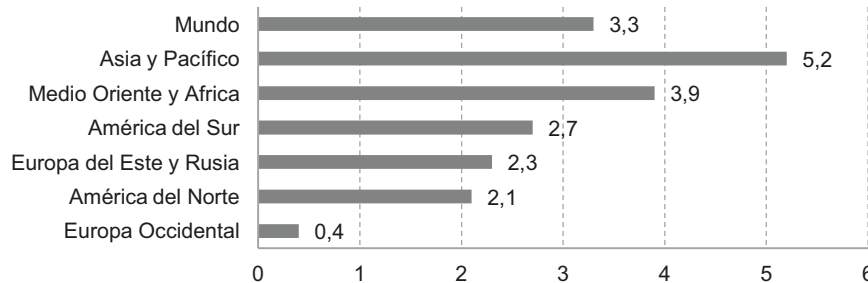


Fuente: CSIL, 2013.

<sup>a</sup> Preliminar y <sup>b</sup> Proyectado.

Como se señaló anteriormente, debido a la recesión, Europa Occidental ha sufrido una contracción en el consumo de muebles, mientras se ha producido un incremento del consumo en los países emergentes. El gráfico 17 muestra las estimaciones de las tasas de crecimiento del consumo de muebles por región durante el 2014, el que pone en evidencia que el consumo de muebles previsto en el corriente año en los países asiáticos, alcanzará valores incrementales superiores al 5% respecto al 2013. Mientras que los países del continente africano y de Medio Oriente, alcanzarán incrementos del casi 4%. Los datos que se refieren a los mercados de Sud América, prevén que durante el corriente año aumente el consumo de muebles cerca del 2,7%.

**GRÁFICO 17**  
**PROYECCIONES DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE MUEBLES**  
**POR REGIÓN, 2014**  
(En porcentajes)



Fuente: CSIL, 2013.

### 3. Contexto del sector en Argentina

#### a) La industria maderera y de muebles

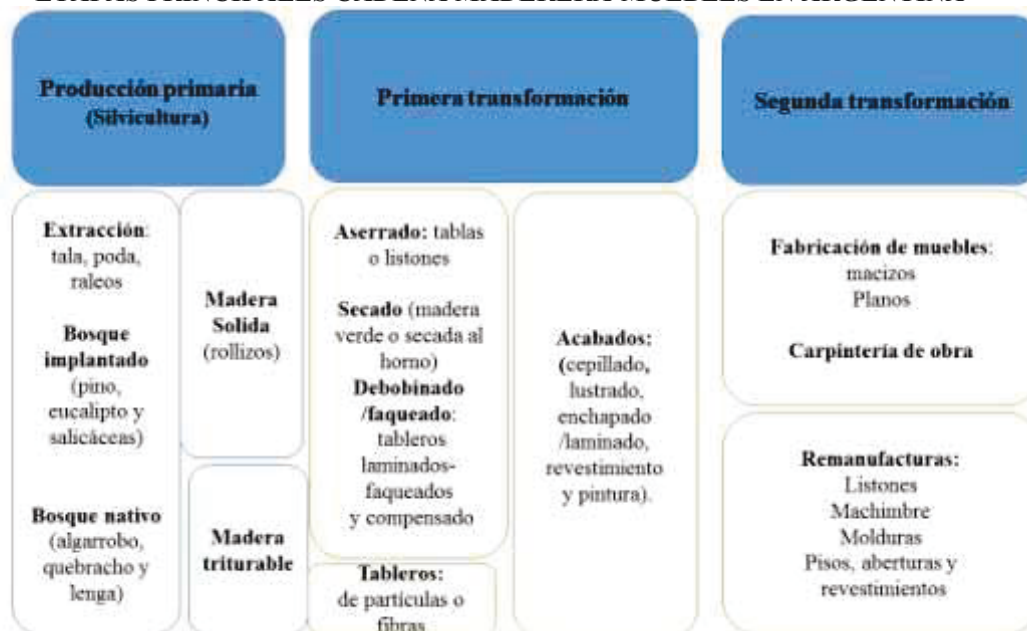
La industria de la madera está conformada en su mayoría por pymes y microempresas, a excepción de unos pocos grandes aserraderos orientados a la primera y segunda transformación (madera aserrada y manufacturas respectivamente); y los fabricantes de tableros reconstituidos, que por sus características son capital intensivo y tienen economías de escala en la producción. Con distintos grados de concentración, la industria se encuentra diseminada en todo el territorio nacional. Si se subdivide a las empresas según su actividad, se observa que las empresas fabricantes de muebles tienden a concentrarse en torno a los grandes centros urbanos (Buenos Aires: 38%, Santa Fe: 16%, Córdoba: 12%) mientras que las proveedoras de insumos (maderas aserradas y manufacturas) se localizan principalmente en las provincias mesopotámicas (35%) y en menor medida en Buenos Aires (27%), Córdoba (6%) y Santa Fe (6%). En particular, varios clústeres o agrupamientos de empresas del sector se hallan a lo largo de la geografía productiva nacional, siendo los más relevantes los casos de Esperanza y Cañada de Gómez en la provincia de Santa Fe o los más recientes ejemplos ubicados en distritos de la Provincia de Buenos Aires (San Fernando), en Misiones (Montecarlo, Eldorado) o en los departamentos cercanos al Río Uruguay en las provincias de Entre Ríos y Corrientes.

#### b) La cadena maderera y de muebles en Argentina

Las tres etapas principales de la cadena de madera y muebles son las siguientes:

- Producción primaria (Silvicultura),
- Primera transformación,
- Segunda transformación.

**DIAGRAMA 11**  
**ETAPAS PRINCIPALES CADENA MADERERA-MUEBLES EN ARGENTINA**



Fuente: Elaboración propia.

## *Producción primaria*

El sector forestal maderero en Argentina representa 5,9 puntos del Producto Bruto Industrial y está formado por un entramado de unas 15.000 pymes que han generado 160.000 puestos de trabajo directos. Argentina cuenta con 33.2 millones de hectáreas de bosques nativos, más 1.1 millones de bosques cultivados. De las 1.1 millones de hectáreas implantadas en Argentina, su distribución aproximada, entre las principales provincias y/o regiones es la siguiente: Misiones 303.000 hectáreas, Corrientes, 270.000, Entre Ríos 116.000, Buenos Aires 135.000, Patagonia (principalmente Neuquén y Chubut) 94.000, NOA (Tucumán, Salta y Jujuy) 30.000 y Centro 62.000 (Córdoba, principalmente).

La producción forestal, que incluye tanto la explotación del bosque nativo así como el implantado, representa el comienzo de la cadena. En Argentina, la madera proveniente de bosques nativos se orienta principalmente a la elaboración de leña, postes y durmientes (en el caso del quebracho) y en menor medida, a rollizos destinados a la fabricación de muebles y otras remanufacturas como pisos y tableros (en el caso de la leña y el algarrobo). Por su parte, los bosques implantados —principalmente coníferas y eucaliptos— son en su mayoría especies de rápido crecimiento, que tienen como principal destino la producción de rollizos y la industria de la madera triturada, fundamentalmente para la elaboración de pasta de papel-celulosa y tableros.

En la etapa de producción primaria, se extrae la materia prima obteniendo la madera en rollizos (troncos) y también los residuos de la podas y raleos que se dirigen a la generación de madera triturable, la misma puede ser procesada para la fabricación de pasta celulosa, tablero y generación de energía. La primera etapa es caracterizada principalmente por la presencia prevalente de mano de obra intensiva, pero la incorporación de nuevas tecnologías de cortes, como es el uso de moto sierras avanzadas y el manejo de agroquímicos han generado cambios en los perfiles laborales (INET, 2009).

Los requerimientos de normas y estándares internacionales para los productores de mayor envergadura es un aspecto que está generando el inicio de un proceso hacia un manejo sustentable así como mejoras en la producción primaria.

Con respecto al marco jurídico del sector forestal, a nivel nacional está caracterizado por las siguientes leyes y herramientas de promoción:

- Ley 25.080 de Promoción de Bosques Cultivados, prorrogada por 10 años, por Ley 26.432
- Ley 24.857 de Estabilidad fiscal para la Actividad Forestal
- Ley 25.509 de Derecho Real de Superficie Forestal
- Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos
- Esquemas de Certificación Forestal avanzados- (Sistema Argentino de Certificación Forestal- CerfoAr e iniciativa Nacional de Forest Stewardship Council-FSC en marcha)
- Programa Nacional de Certificación de Competencias Laborales y Formación Continua
- Inventarios forestales y censos industriales en desarrollo
- Instituciones de investigación y capacitación competentes.

### **c) Primera transformación**

La segunda etapa tiene lugar en los aserraderos donde se obtiene madera aserrada (listones o tablas) o se realizan los tableros flaqueados-laminados y compensados. El primer proceso es el descortezado del rollo que permite optimizar la transformación en madera aserrada, incrementar el rendimiento de madera que pertenece a distintas clases y al mismo tiempo preservar los equipos de aserrío. Los listones y tableros resultantes después del corte, reciben las dimensiones y espesor según la demanda. En los casos de grandes aserraderos las actividades son más capital intensivas, mientras que en pequeña escala, como en la mayoría de los aserraderos, son con mano de obra intensiva. El secado de las maderas representa la fase clave en la etapa de primera transformación, porque afecta la



calidad de la madera, lo cual se refleja en el valor económico de la misma. Una disminución del grado de humedad entre el 8% y el 12% se obtiene a través de un secado en horno (mayor valor comercial), mientras que se puede alcanzar un nivel mínimo del 14% con un secado a la intemperie (madera más económica), para que la madera sea utilizada como bien intermedio viene secada en cámaras. Una vez finalizada la etapa de secado se procede a la etapa final de acabado de la madera, donde la misma es cepillada eliminando los nudos y otros defectos hasta obtener la madera *clear*.

#### **d) Segunda transformación**

La segunda transformación de la madera incluye dos procesos, la elaboración de re-manufacturas y la fabricación de muebles. Las re-manufacturas consisten en diversos procesos productivos que se hacen tanto sobre maderas aserradas como sobre tableros, a través de los cuales se eliminan los defectos (nudos, manchas de resina, rajaduras, etc.) y se obtienen trozos o fracciones más pequeñas. Las metodologías utilizadas en estos casos son principalmente de producción en lotes con una importante utilización de tecnología. Es importante destacar que muchas de estas plantas de re-manufacturas están verticalmente integradas con el eslabón de los aserraderos o la fabricación de tableros. Así se obtienen distintos productos finales que se utilizan principalmente en la industria de la construcción y la elaboración de muebles, tales como:

- Listones *finger joint*
- Machimbres
- Tableros alistonados
- *Block, blanks y cutstock*
- Vigas laminadas, molduras
- Pisos, revestimientos y aberturas

La fabricación de muebles, según del tipo de materia prima que se utiliza, se puede dividir en fabricantes de muebles macizos y fabricantes de muebles planos. Los primeros, son elaborados a partir de madera aserrada (nativa o implantada) aunque incorporan de manera creciente otros materiales.

Su fabricación es principalmente mano de obra intensiva. Dentro de este segmento se pueden identificar pequeñas y medianas empresas orientadas hacia los segmentos bajos o medios del mercado interno que producen muebles, principalmente de pino, sin mucha incorporación de diseño o diferenciación. Por otro lado, existe un conjunto de fabricantes de muebles macizos de mayor escala que, sobre la base de esfuerzos propios de diseño e innovación de producto, comercializan sus muebles en los segmentos más altos del mercado doméstico o incluso en el exterior. Los fabricantes de muebles planos, por su parte, utilizan como insumo principal tableros y tienen un proceso de producción estandarizada y en serie a partir de la utilización de tecnologías capital-intensivas (Federico, 2012).

#### **e) Perfil empresarial y distribución geográfica de los productores**

Los sectores de madera y muebles, con la excepción del subsector fabricante de tableros, se destacan por un elevado número de empresas (3.500 aproximadamente cada uno), entre estos grupos de actores existen diferencias tanto de localización geográfica como de formación técnica y equipamiento disponible así como de visión general de la actividad.

La ubicación geográfica de la empresa incide sobre el desarrollo económico y social del entorno. La estructura empresarial de las pymes que integran el sector maderero-mueble presentan una distinción entre los emprendimiento de subsistencia, la micro y pequeña empresa elemental y la pequeña y mediana empresa tecnificada.

### *Emprendimientos de subsistencia*

Hay una cantidad considerable de actores, localizados fundamentalmente en Chaco, Formosa, Santiago del Estero, Jujuy y Salta (NOA) cuyos emprendimientos son de dimensión familiar, informal, con formas primitivas de trabajo y orientada a la mera subsistencia. No obstante, la producción tiene importancia económica, además de la evidente importancia social. La producción de leña, carbón, postes, y algún mobiliario elemental tienen origen allí. Las producciones, dispersas, son adquiridas por particulares o cooperativas que se encargan de su comercialización. Es de destacar que, la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) cuenta con la primera escuela de Ingenieros en Industrias Forestales, y por tanto con un centro de formación técnica de alto valor educativo.

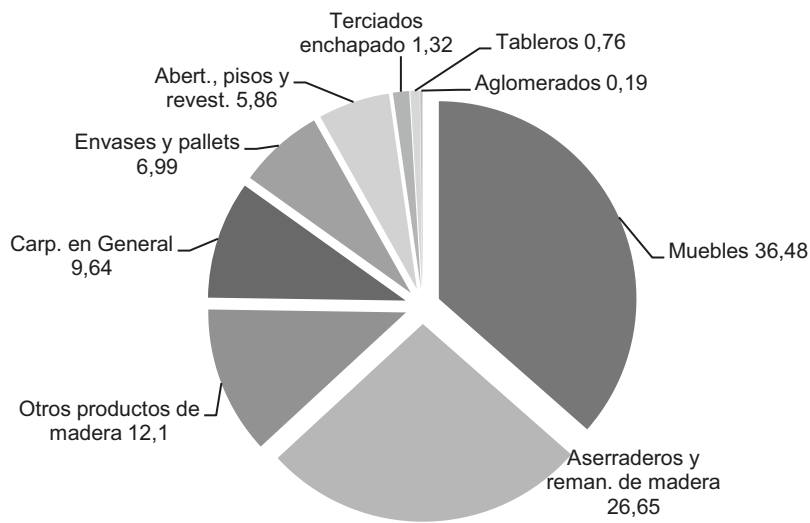
### *Micro o pequeña empresa elemental*

Se trata de empresas conformadas por descendientes de inmigrantes conocedores del oficio o cuya formación artesanal se originó en ese ámbito. Poseen conocimiento artesanal circunscripto a la actividad desarrollada habitualmente y maquinaria convencional clásica de baja producción. Los aserraderos se encuentran principalmente en Misiones, Corrientes, Entre Ríos, zona del Delta, mientras que los fabricantes de muebles y carpinterías se concentran preferentemente en la Ciudad de Buenos Aires, Conurbano Bonaerense (primer cordón), sur de Santa Fe y cercanías de la ciudad de Córdoba. Sin embargo, claramente existen carpinterías en todo el territorio nacional.

### *Pequeña y Mediana empresa tecnificada*

En este segmento se engloba a las empresas que han sido conformadas por emprendedores dinámicos, conocedores de la artesanía del oficio, actualizados tecnológicamente y al tanto de las técnicas de avanzada del exterior, ventas locales y de exportación. En algunos casos se trata de nuevas generaciones en empresas con cierta antigüedad. Disponen de maquinaria de última generación, programable, técnicas de secado UV y moldureras, pegadoras de canto, lijadoras calibradoras, entre otras tecnologías asociadas. El núcleo más dinámico de aserraderos se encuentra en el centro de Misiones, noreste de Corrientes, Gran Buenos Aires y Mendoza. Las fábricas de muebles, carpintería y material de construcción se encuentran en Gran Buenos Aires, sur de Santa Fe (Esperanza, Cañada de Gómez, Correa), Córdoba y Misiones (INET, 2009).

**GRÁFICO 18**  
**DISTRIBUCION PERCENTUAL DE EMPRESAS POR SUBSECTOR**  
(En porcentajes)

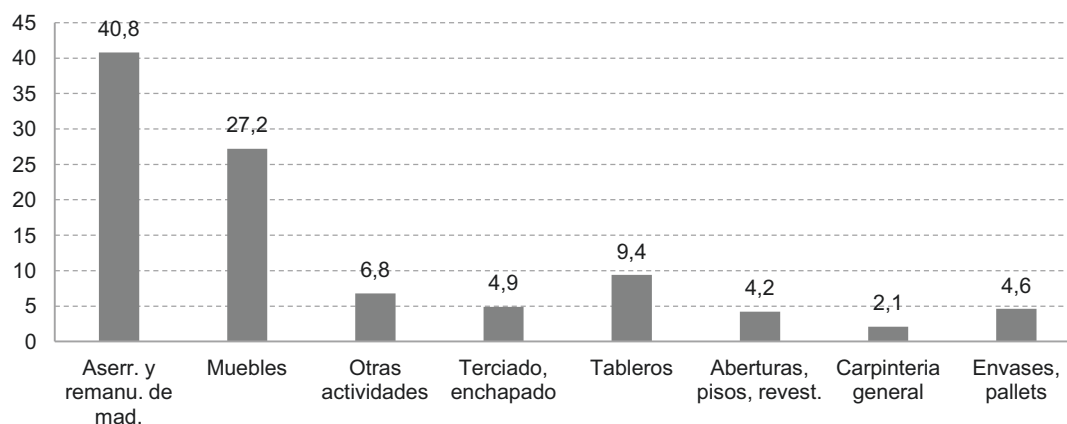


Fuente: FAIMA, 2014.

## f) Perfiles laborales en el sector

La cadena maderera-mueble es principalmente caracterizada por la presencia de mano de obra intensiva, pero en los últimos años se va conformando la necesidad de perfiles más capacitados debido a una fuerte incorporación del uso de nuevas tecnologías en todas las etapas de la cadena de valor.

**GRÁFICO 19**  
**DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL POR SUBSECTOR**  
(En porcentajes)



Fuente: FAIMA, 2014.

## g) Comercio Internacional

### *Balanza comercial*

La industria maderera logró en el primer semestre del año 2013, un superávit de balanza comercial que alcanzó los 23,8 millones de dólares, tendencia que viene manteniendo desde los últimos años. En el período analizado, el saldo comercial de manufacturas de madera -las de mayor valor agregado fue superavitario en 33,8 millones de dólares. Brasil fue el principal destino de las exportaciones de manufacturas de madera, país con el que se cerró el 18,55% del total de estas operaciones, especialmente con exportaciones de tableros de fibra. Otro principal destino ha sido China, con un 13,16%, donde el producto que más se exportó fue la madera aserrada. Las exportaciones a México representaron el 10,17% del total, y al Uruguay un 7,38%, donde los tableros de fibra lideraron las exportaciones (FAIMA, 2014).

### *Importaciones y Exportaciones*

En tanto, el principal origen de las importaciones de manufacturas de la madera en el 2013 ha sido Francia, con un 21% de los cuales en su mayoría han sido toneles y barriles, y Brasil con un 19%, con importantes números de madera contrachapada importada. En cuanto a las exportaciones, los principales destinos han sido Brasil (18,6%), China (1,2%), México (10%) y Uruguay (7,4%) (FAIMA, 2014).

En cuanto al sector mueble, crecieron las exportaciones a Perú y a Paraguay, donde se exportó el 12% y 9% respectivamente. Sin embargo, el principal destino de las exportaciones es Uruguay (20,56%) seguido por Chile (18,41%).

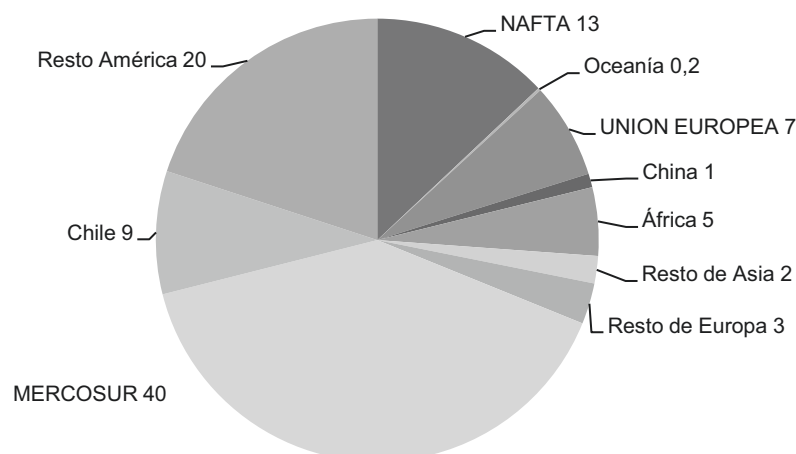
**CUADRO 27**  
**DESTINOS DE LAS VENTAS EN EL MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL**  
*(En porcentajes)*

Destino de las ventas	Mercado interno	Mercado externo
Aberturas	96	4
Aglomerados	55	45
Aserraderos	95	5
Carpintería en general	100	0
Envases, pallets	96	4
Muebles	97	3
Otras actividades	95	5
Pisos y revestimientos	96	4
Remanufacturas de madera	95	5
Terciado, enchapado	99	1
Promedio	96	4

Fuente: FAIMA, 2014.

La demanda en el mercado interno así como en el mercado externo es muy diversificada y genera la existencia de nichos de productos con elevados grados de diferenciación. La demanda de muebles tiene una fuerte variabilidad, que permite a las pymes adaptarse más rápidamente a sus cambios.

**GRÁFICO 20**  
**DESTINO DE LA EXPORTACION DE PRODUCTOS FORESTALES, 2011**  
*(En porcentajes)*

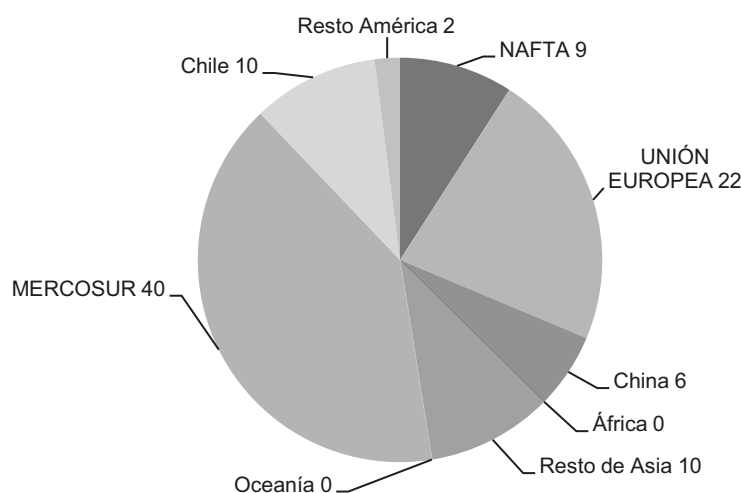


Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2012.

Nota: El valor total asciende a: 1.120.607 miles de dólares.

Tanto el origen de las importaciones como los destinos de las exportaciones de productos forestales se puede observar en los gráficos 20 y 21, respectivamente.

**GRÁFICO 21**  
**ORIGEN DE LA IMPORTACIÓN DE PRODUCTOS FORESTALES, 2011**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2012.

Nota: El valor total asciende a: 2.058.910 miles de dólares.

## h) Principales instituciones vinculadas al sector

En Argentina existen varias instituciones y asociaciones tanto privadas como públicas ligadas a la promoción del sector forestal, entre la cuales se pueden destacar:

### i) *Federación Argentina de la Industria Maderera y Afines (FAIMA)*

En el año 1933 se fundó la FAIMA que representa a nivel nacional al sector industrial maderero a través de sus 27 Cámaras asociadas en las distintas provincias del país. En FAIMA se encuentran representados productores de envases y pallets, pisos y revestimientos, molduras, aserraderos, carpintería en general, fabricantes de aberturas, maderas y piezas para la construcción, láminas, chapas, maderas compensadas, tableros de partículas y de fibras, pellets de madera, viviendas industrializadas, muebles y demás manufacturas de madera.

Tiene como objetivo agrupar a todas las entidades empresariales vinculadas a las actividades madereras con el fin de representar los intereses colectivos, económicos, comerciales y sociales de la industria así como de las entidades asociadas. Una de sus principales tareas es ejercer la representación ante las autoridades nacionales, provinciales, municipales y sus entes particulares, agrupaciones y empresas de toda índole y organismos internacionales, actividad fundamental para el sector de las pymes, teniendo en cuenta la dificultad que muchas veces éstas tienen en la comunicación formal. Se concentra también en dar servicio a los RRHH dedicándose al mejoramiento económico, social y técnico de los trabajadores ocupados en la actividad maderera. También estimula el desarrollo y perfeccionamiento técnico industrial de la actividad maderera nacional, colaborando con el Estado, en el estudio y solución de problemas específicos, potencializando al sector ante autoridades nacionales y organismos internacionales.

Algunas de sus principales actividades son las de promocionar acciones para el posicionamiento de la madera y del mueble de origen nacional, como también participar en foros regionales e internacionales. Promueve el diseño como ventaja competitiva para el desarrollo y producción de muebles; desarrolla nuevos mercados e impulsa el cuidado y la preservación del medio

ambiente. Asimismo, integra el Organismo de Administración del Sistema Nacional de Certificación Forestal sostenible y de la cadena de custodia (CERFOAR). También participa en el Plan Estratégico Industrial 2020, definiendo y analizando junto con la Secretaría de Planeamiento Estratégico Industrial, temas prioritarios para el desarrollo del sector.

Dentro de sus actividades principales, promueve actividades de capacitación formando parte de la Red de Instituciones de Desarrollo Tecnológico de la Industria Maderera (RITIM), como así también de la Red Madera y Muebles conjuntamente con el INET y las instituciones educativas provinciales. Lleva adelante la Tecnicatura Universitaria en la Industria de la Madera, dentro del ámbito del Departamento de Ingeniería de la Universidad de La Matanza. En el 2001 estimuló la formación del Instituto del Mueble Argentino (IMA), generado como propuesta innovadora para lograr el reposicionamiento del mueble argentino. Por otro lado, organiza en forma conjunta el Posgrado en Gestión de la Pymes de la Madera y el Mueble, con la Universidad Nacional de General Sarmiento) y el INTI Madera y Muebles. Todas las actividades orientadas a mejorar las competencias tecnológicas de las empresas del sector son clave para el estímulo de la innovación, abriendo paso a cambios en los procesos productivos y desarrollando así nuevos productos.

#### *ii) Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)*

El INTI tiene una división de la industria maderera, el Centro Tecnológico de la Madera (CITEMA), área dedicada a aumentar la productividad de las pymes para el sector de la madera y el mueble. Esta división trabaja con las empresas para aumentar la eficiencia y mejorar las áreas de trabajo, reduciendo costos y tiempos de fabricación, mejorando la calidad y la organización, e integrando al personal en equipos de trabajo. Asimismo, brinda apoyo tecnológico a la industria maderera con el fin de promover la transmisión de tecnología, establecer criterios de calidad y contribuir al desarrollo de nuevos productos, con el objetivo general de mejorar la competitividad de las empresas del sector. Los principales campos de acción son:

- i) Insumos de la industria maderera: maderas, tableros, adhesivos, perseverantes, pinturas y otros.
- ii) Productos madereros: muebles, puertas y ventanas, pisos, vigas laminadas, pallets y otros.
- iii) Procesos productivos en la industria maderera.

El INTI-CITEMA dispone de un conjunto de laboratorios, plantas piloto, secaderos y planta de impregnación. Cuenta además con un laboratorio móvil que puede acercarse hasta donde esté radicada la industria. El INTI en sus actividades de asistencia en gestión y procesos productivos también trabaja con las empresas del sector en lo referente a higiene y seguridad e ingeniería ambiental en la industria de madera y muebles.

#### *iii) Asociación Forestal Argentina (AfoA)*

Es la única entidad de carácter nacional que representa al sector forestal de la Argentina. Está integrada por empresas, productores forestales, profesionales independientes y estudiantes vinculados al sector forestal y a la industria y servicios asociados. Desde su creación en 1946, AfoA fomenta el desarrollo forestal en todo el territorio de la República Argentina. Su misión actual es promover el desarrollo de la forestación y la industria y los servicios de base forestal en forma económicamente competitiva, socialmente responsable y ambientalmente sustentable.

AfoA opera en las zonas regionales en las cuales es mayor la concentración de bosques:

- AfoA NEA (Misiones y norte de Corrientes)
- AfoA Río Uruguay (sur de Corrientes y corredor del Río Uruguay de Entre Ríos)
- AfoA Delta (Delta de Buenos Aires y Entre Ríos)
- AfoA Patagonia Sur (Tierra del Fuego)
- AfoA Patagonia Norte (Chubut y Neuquén)



Para cumplir sus objetivos, AFoA realiza las siguientes acciones:

- Dialoga y articula acciones con el Estado Nacional, autoridades provinciales, ONGs e instituciones públicas y privadas.
- Promueve el conocimiento científico y técnico mediante la organización y participación en congresos, seminarios y charlas.
- Impulsa programas de capacitación y formación continua para el trabajo.
- Participa de foros internacionales.
- Elabora y promociona notas de interés y estudios sectoriales.
- Forma e informa a periodistas y líderes de opinión.
- Es fuente de funcionarios públicos, legisladores, etc.
- Comunica y orienta a la sociedad y grupos de interés.
- Provee información de interés para sus asociados.
- Promueve la gestión sostenible de los bosques nativos.
- Fomenta y monitorea leyes y normas que involucran al sector.

Para efectuar esas acciones, participa en los siguientes espacios institucionales:

- Integra la Comisión Asesora de la Ley 25080 – Promoción de Bosques de Cultivo.
- Es miembro del Consejo Nacional de Certificación de Competencias Laborales y Formación Continua del sector, así como de los Organismos Certificadores de Competencia Laborales de trabajadores del sector forestal, de la madera y de manejo de fuego.
- Es socia de la Asociación Civil responsable de la Administración del Sistema Nacional de Certificación Forestal.
- Promueve la Iniciativa Nacional del sistema de certificación FSC.
- Por convenio con INTA, impulsa acciones conjuntas para generar investigación y guías para buenas prácticas forestales, entre otras.
- Es socia y parte de la CD de RITIM (Red de Instituciones de Desarrollo Tecnológico de la Industria de la Madera), promoviendo el fortalecimiento de la red de instituciones de formación continua del sector así como el financiamiento de la capacitación.
- Participa del Foro de Madera y Mueble del INET, colaborando en la orientación de la formación profesional.
- Forma parte de la Mesa de Responsabilidad Social Empresaria y fortalecimiento de la Cadena de Valor del MTEySS.

iv) *Asociación de Fabricantes y Representantes de Maquinas, Equipos y Herramientas para la industria maderera (ASORA)*

Es una asociación que utiliza su experiencia para mejorar la tecnología, la productividad, el crecimiento y la competitividad de la industria de la madera y del mueble en el nuevo contexto global. Actualmente reúne a los principales proveedores de tecnología para la industria de la madera y el mueble de Argentina, las pymes asociadas actualmente son 49 y representan más de las tres cuartas partes de la oferta de máquinas, equipos, herramientas, accesorios y servicios en el mercado local.

De manera particular, ASORA también destina recursos a la organización y auspicio de distintas actividades —propias y de otras instituciones públicas y del sector privado— que

alientan la actualización y capacitación de los empresarios, técnicos y profesionales que se desempeñan en la industria.

Con el fin de ampliar los negocios y mejorar la actuación de las empresas en los mercados locales e internacionales, ASORA mantiene vínculos de trabajo y colaboración con más de un centenar de cámaras sectoriales, asociaciones profesionales, universidades, centros tecnológicos, reparticiones públicas nacionales y provinciales, representaciones diplomáticas e instituciones y empresas extranjeras.

ASORA también organiza bienalmente la Feria Internacional de Madera & Tecnología (FITECMA), evento único en su tipo en el país por cantidad y calidad de expositores y visitantes y volumen de negocios generados.

#### v) *Otras entidades*

Existen, además, más de 50 entidades privadas como asociaciones, cámaras, centros de investigación, fundaciones y redes vinculadas al sector en las diferentes provincias del país que tienen como objetivo final la mejora en la competitividad de la industria maderera. La mayoría de estas entidades está reunida en la Red de Instituciones de Desarrollo Tecnológico de la Industria de la Madera (RITM), que actúa como punto de referencia y difusor a nivel nacional de los resultados de las actividades desarrolladas.

## D. Espacios para la innovación sustentable

### 1. Principales aspectos ambientales en el sector madera y muebles

La difusión de la información a las empresas del sector de la madera sobre la existencia de nuevos materiales ambientalmente sustentables es fundamental para que las pymes puedan beneficiarse de estos materiales logrando mejoras en la producción, ahorros energéticos, descenso en consumo de materias primas y consiguiendo un comportamiento más responsable con el medio ambiente.

Se crea un círculo virtuoso en el momento en el cual las pymes reconociendo la importancia de los materiales sostenibles, buscan alternativas para que el producto tenga un proceso de producción con un mínimo impacto en el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida.

La utilización de buenas prácticas tendría que responder no solamente a una necesidad de cumplir con el marco legal, sino también tiene que ser parte de una estrategia de largo plazo, con una visión sobre un mercado globalizado.

Los beneficios principales de la adopción de buenas prácticas son:

- Reducción de costes, mediante el ahorro de materias primas y recursos energéticos.
- Optimización de las técnicas de producción reduciendo los pasos, mejorando el tiempo de entrega y minimizando el impacto ambiental de los procesos.
- Reducción de emisiones, cumpliendo normativa y ahorrando costes en cánones.
- Optimización del espacio en el uso del transporte, consumiendo menos combustible (incentivar el transporte fluvial y en el ferrocarril).

#### a) **Aspectos ambientales y buenas prácticas en la industria de aserrío**

La actividad industrial del sector aserrío, incluye el aserrado de madera y su procesamiento físico para transformarla en madera dimensionada, la cual es incorporada en forma de partes o piezas en diversos bienes de consumo final. Las operaciones básicas involucran descortezado y diferentes tipos de sierras, para generar el producto en las dimensiones requeridas. Dependiendo del grado de

elaboración del producto final, se incluyen operaciones de pulido, cepillado, secado y/o impregnación con agentes químicos.

En caso de plantas con secado se utiliza parte de la madera residual como combustible para la producción de vapor. A su vez, los aserraderos de gran escala o aquellos integrados con plantas de celulosa o de tableros pueden utilizar los desechos de madera para producir vapor y electricidad.

Los principales aspectos ambientales de la industria de aserrío son los siguientes:

- Generación de residuos sólidos de madera, principalmente aserrín, cortezas y polvo de madera.
- Generación de residuos sólidos impregnados de con agentes químicos (biocidas y/o preservantes).
- Generación de residuos sólidos de mantenimiento de equipos y sierras.
- Generación de cenizas y escorias de caldera.
- Generación de ruido en las operaciones de corte y astillado.
- Emisión de gases de combustión (CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>).
- Emisión de material particulado, por combustión de madera, carbón u otros.
- Emisiones fugitivas de polvo de madera.
- Emisiones fugitivas de agentes químicos volátiles.
- Generación de aguas residuales de riego y de lavado de instalaciones.
- Vertidos (derrames) de solución como agentes químicos.
- Colapso de los sistemas de riego de la cancha por factores climáticos.
- Consumo de energía eléctrica.
- Consumo de combustible fósiles u otros.
- Consumo de agua de riego.
- Consumo de agentes químicos preservantes.
- Consumo de agentes químicos antimanchas.
- Contaminación de suelo.
- Envases vacíos como consecuencia del uso de productos químicos (antimanchas, biocidas y preservantes).

En general estos aspectos ambientales son comunes a la mayoría de los aserraderos, aunque su incidencia relativa está relacionada con el nivel tecnológico, la escala de producción, el tipo de productos y la capacidad de gestión de la empresa. También, es importante identificar los aspectos ambientales asociados a las diferentes etapas del proceso. Los gases de combustión derivados de la operación de la caldera y de los motores de combustión interna (movimiento de máquinas de aserrío y carga de trozas) tienen una composición que depende de la calidad de los combustibles utilizados y del estado operacional de las unidades. Las medidas de gestión y mejoras tecnológicas para reducir las emisiones de gases de combustión incluyen una adecuada mantenimiento de los equipos, selección de los combustibles, y además sistemas de mayor eficiencia energética y de abatimiento de emisiones.

Los residuos sólidos de madera pueden ser minimizados en su fuente mediante una adecuada selección y clasificación de las trozas, programas de corte eficientes y, principalmente, utilizando elementos de corte de alta calidad, que minimizan la generación de aserrín. Además, el aprovechamiento productivo de los trozos residuales de mayor tamaño (por ejemplo para la producción de astillas) permite una reducción de los residuos finales. La mejor gestión de los residuos

permite dividir los de madera y otros del proceso de operación y mantenimiento. Las plantas que poseen secadores tienen la ventaja de que se pueden utilizar internamente todos los residuos combustibles derivados de las operaciones.

En los aserraderos existen una serie de medidas de gestión que contribuyen a conseguir una producción limpia:

- Control de calidad de la materia prima.
- Clasificación de las trozas sobre la base de criterios claramente definidos y evaluados.
- Selección racional de las trozas.
- Mantenimiento preventivo de equipos de descortezado, corte, cepillado, secado, caldera y otros.
- Selección de agente antimancha de baja volatilidad, selectivo y de baja toxicidad.
- Optimización del tiempo de estilado de la madera tratada, para reducir el arrastre de solución.
- Selección de agente impregnante de baja volatilidad.
- Mantenimiento periódico de los vehículos de carga de trozas y de los sistemas de transporte internos (como ser correas transportadoras).
- Control de alimentación de agua de riego, de acuerdo a las condiciones climáticas.
- Gestión adecuada de los lodos de baño antimancha y/o de impregnación.
- Programas efectivos y evaluables de prevención de incendio y accidentes laborales.
- Capacitación y supervisión efectiva.
- Control operacional de la etapa de secado.

Las medidas tecnológicas útiles para generar una producción más sustentable son las siguientes:

- Sistemas de medición de las dimensiones de las trozas. Uso de sensores.
- Computadores y software para programa de corte optimizado, en línea.
- Uso de elementos de corte de alta calidad.
- Alta durabilidad y precisión de corte.
- Implementación de unidades de mantenimiento de sierra de alta calidad.
- Control operacional de sierras.
- Separación de residuos de madera de descortezado, aserrío y cepillado.
- Recolección y astillado de residuos de madera de mayor tamaño.
- Pisos impermeabilizados en impregnación, recolección y recuperación de solución.
- Control operacional efectivo durante el tratamiento antimancha e/o impregnación.
- Optimizar el modo de operación de los secadores (velocidad y temperatura máxima).
- Aislación térmica efectiva de las tuberías de vapor de las paredes del secador.
- Control operacional efectivo de la caldera (alimentación de aire y temperatura).
- Incorporar sistemas de disminución de emisiones de gases de combustión.
- Recolección en su fuente del polvo de madera durante el cepillado y pulimiento.
- Recolección, tratamiento y reutilización del agua de riego.

- Aislación acústica efectiva en las unidades ruidosas.
- Vehículos apropiados (con control de emisiones) para el transporte.

## b) Aspectos ambientales en la producción de muebles

La producción de muebles y sus complementos, se asocia con el uso de diferentes materiales, como madera, productos a base de madera, metales, plásticos, telas y otros materiales compuestos. El uso de estos materiales en las diferentes etapas de fabricación determina la aparición de diferentes problemas ambientales tales como el uso de los recursos no renovables y la emisión de diversos contaminantes. En este sentido, hay que tener en cuenta que la industria del mueble con la del papel son los principales consumidores de madera. Por lo tanto, las cuestiones relativas a la gestión sostenible de los bosques o la calidad de los materiales compuestos a base de madera están estrechamente relacionadas con la discusión sobre los criterios para la construcción de muebles que se pueden llamar ecológicos.

Con una decisión de la Comisión Europea del 30/11/2009 se han publicado los criterios para la eco-etiqueta para los muebles de madera, que se refieren a todos los productos que:

- (art. 1) sean contruidos al menos con el 90% de peso de madera maciza o materiales derivados de la madera. El vidrio, fácilmente reemplazable en caso de daño o rotura, no se puede calcular en el peso, así como el equipo y las instalaciones técnicas;
- que no tengan otros materiales en un grado mayor que el 3% del peso total de cada producto, y el 10% en su totalidad.
- Con la definición de "materiales a base de madera" se entiende (art. 3): "el material obtenido mediante la unión con adhesivos (sintéticos) y/o pegamentos de uno o más de los siguientes materiales: fibras de madera y/o hojas de madera desnudado (despojada) o chapados residuos (esquilada) y/o de madera de bosque, las plantaciones, la madera aserrada, los residuos de la pulpa / papel y/o madera reciclada. Los materiales derivados de la madera incluyen: tableros duros, tableros de fibra, tableros de fibra de densidad media, tableros de partículas, *Oriented Strand Board* (OSB), madera contrachapada y tableros de madera maciza. El término "material derivado de la madera" también se refiere a materiales compuestos a base de tableros de madera recubiertos de plástico, laminado plástico, metal u otros materiales de revestimiento y paneles a base de madera acabados/semi-acabado. Los materiales, acabados o materiales de madera recubiertos de plástico, laminado plástico, metal u otros materiales de recubrimiento deben cumplir, además de los criterios establecidos en esta sección, los criterios para el tratamiento superficial a base de madera y semi-acabado".

Se permiten algunas excepciones:

- Los materiales que representan menos del 3% del peso total de los productos que llevan la eco-etiqueta pueden quedar exentos del cumplimiento de las especificaciones de la madera y materiales derivados de la madera;
- Sujetadores, tales como tornillos y clavos, y el hardware de metal para puertas y cajones deslizantes están exentos del cumplimiento de todos los criterios aplicables a los materiales.
- En la evaluación de las solicitudes de concesión de la etiqueta y la verificación del cumplimiento de los criterios se recomiendan los siguientes organismos competentes para tener en cuenta la aplicación de las normas de Sistemas de Gestión Ambiental (tales como EMAS o ISO 14001) y las Declaraciones Ambientales de Producto.

Las calidades que caracterizan a un mueble eco sustentable dependen de una amplia combinación de factores que afectan a todas las etapas del proceso de su producción:

- A partir de **la adquisición** de los materiales (uso de recursos renovables y, en este contexto, la necesidad de acuerdos con proveedores que garanticen el origen de los mismos, costos de transporte y los recursos utilizados para el mismo)
- **Producción** (polvo de madera y adhesivos que contienen formaldehído pueden causar cáncer y el tratamiento de las superficies con pinturas, disolventes, productos de limpieza, manchas, pueden ser peligrosos para la salud, dañan la capa de ozono y contaminan los acuíferos, mientras que también el uso de recubrimientos en polvo, aunque en menor medida, es perjudicial para el cuerpo humano; los envases no reutilizables causa problemas ambientales para su eliminación; los desperdicios y desechos de la producción, contaminan la atmósfera, el agua, el suelo; en la producción se debe contener el desperdicio de recursos y limitar las descargas tóxicas en el aire);
- **Uso por el cliente** (emisión de contaminantes y perjudiciales para la salud);
- **En la disposición final:** existe la necesidad de alargar la vida útil del mueble a través de la restauración y el reemplazo de partes, posibilidad de desmontaje, reutilización por la empresa de las partes individuales, y la posibilidad del reciclado de materiales).

El impacto ambiental generado en la fabricación de muebles, está en función de la fase del sistema productivo de la empresa a la que hagamos referencia. Según un esquema general, las fases del proceso productivo del mueble de madera son las siguientes:

- Recepción y almacenamiento de materias primas
- Preparación y maquinado
- Montaje
- Pre-acabado
- Acabado
- Embalaje y expedición

Las fases con mayor impacto son las de pre-acabado y acabado, ya que en ellas se utilizan sustancias catalogadas como residuos peligrosos. Otras fases conflictivas son las de preparación y maquinado, debido a la producción de residuos no peligrosos y al nivel elevado de ruido que generan las máquinas; y las de montaje, ya que se utiliza cola para el ensamblado de los muebles. El resto no destaca por su importancia en lo que a aspectos medioambientales se refiere.

La principal preocupación en lo referente al consumo de materias primas, es el consumo de madera y agua, entendiendo que la madera es una materia prima renovable y necesita tiempo para que se pueda regenerar. Como ya se mencionó anteriormente, hace más de una década, se están implantando sistemas de certificación forestal a nivel mundial que aseguran que los bosques de los que se ha extraído la madera son gestionados de forma correcta y, por tanto, no peligran su existencia. En la actualidad, las principales entidades certificadoras son PEFC y FSC, tanto en hectáreas certificadas como en número de Cadenas de Custodia Certificadas (CoC); estas certificadoras también han comenzado a introducir una certificación para aquella madera o derivados de ésta que se producen con madera reciclada.

El uso de sustancias catalogadas como peligrosas (barniz, tintes, cola y disolventes) hacen que esta industria tenga impactos importantes en el medio ambiente. Entre otros, encontramos la emisión a la atmósfera de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), los sobrantes de estas sustancias y los residuos generados tras el contacto y transmisión de las propiedades contaminantes de estos productos. El uso tanto de barnices como de tintes de base solvente se puede sustituir por la utilización de los mismos en base acuosa. Estas nuevas sustancias conllevan la no utilización de disolventes y, por lo tanto la reducción, de forma considerable, de los residuos peligrosos derivados de éstos y la reducción de emisiones de COV's. En este sentido, un aspecto determinante en la reducción del impacto



ambiental es el sistema de aplicación. La tasa de transferencia de barniz/tinte será mayor o menor en función de la tipología del sistema utilizado. En la actualidad, la tecnología con la pistola de copa AIRMIX y el AIRMIX Electrostático (con unas tasas de transferencia del 78% y 90% respectivamente), son los sistemas más eficientes, la diferencia en cuanto al gasto de barnices y tintes resulta un buen aliciente para introducir estas innovaciones.

Otro de los problemas importantes es la contaminación transferida al agua utilizada en el proceso productivo. La industria del mueble no es una gran consumidora de dicho recurso; en cambio, el agua utilizada posee un alto grado de contaminación, provocado en su mayoría por los disolventes utilizados. El agua de proceso proviene principalmente de las cabinas húmedas de acabado y de la limpieza de los sistemas de aplicación de barnices y tintes. El vertido de ésta, ya contaminada, se traduce en el impacto más importante de esta industria.

Otro tipo de residuo peligroso es el lodo que se forma en la balsa de decantación de las cabinas húmedas de acabado. Éste es el resultado de la coagulación de las partículas de barniz al contacto con el agua que las retiene. La existencia de cabinas de acabado en seco que captan el *overspray* (excedente de transferencia) por aspiración resulta una innovación muy apropiada, ya que de esta forma el consumo de agua se ve reducido de forma considerable.

En fin podemos mencionar los residuos considerados como inertes, que se definen como todos los residuos generados que no hayan estado en contacto con sustancias peligrosas, siendo en su mayoría restos de madera, virutas y serrín, y, en menor medida, telas, esponjas, vidrio, etc. Este tipo de residuos no provoca un gran impacto ambiental, ya que son fácilmente reciclables, reutilizables y/o revalorizables.

El siguiente cuadro muestra algunos de los posibles impactos ambientales asociados con los materiales frecuentemente utilizados en muebles.

**CUADRO 28**  
**IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS MUEBLES**

Madera	Impacto sobre los bosques Selección y origen de las especies Transporte de las materias primas La emisión de productos tóxicos (en caso de uso de agentes de impregnación u otros tratamientos con fungicidas, etc.)
Tableros	En la fase del pegado, las emisiones en el aire (formaldehído, COV), la producción de polvo de madera
Materiales plásticos	El uso de energía, las emisiones en la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COV) en el caso de las espumas, las emisiones al aire de agentes de soplado, tales como CFC o pentano (COV). Aditivos tóxicos tales como retardantes de llama y metales pesados.
Metales	Uso de la Energía Residuos de la producción de materias primas Las emisiones de metales pesados y otras sustancias (en el caso de tratamientos de superficie, de procesos de galvanización).
Pinturas	La emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) en el aire si se usan lacas o pinturas a base de disolventes; Desechos peligrosos Las emisiones de metales pesados
Telas	El uso de plaguicidas (en el caso de fibras naturales) Las emisiones de COV al aire (en el caso de fibras de plástico) Emisiones a la atmósfera (formaldehído, etc.) Durabilidad (durante el uso)
Cueros y pieles	Emisiones de COV a la atmósfera Emisión de agua de sustancias a base de cromo Durabilidad (durante el uso)
Colas	De emisiones de COV en el aire (en el caso de adhesivos a base de disolvente)

Fuente: Elaboración propia.

Los siguientes elementos indican las principales buenas prácticas en la fabricación de muebles:

- Buenas prácticas ambientales en el almacenamiento y manipulación de materias primas:
  - Procedimientos escritos de carga y descarga
  - Concienciar operarios para el uso de productos con vencimiento cercano
  - Etiquetado de materiales
  - Orden y distancia en almacenamiento del material
  - Almacenamiento en el suelo de hormigón hidrófugo
- Buenas prácticas ambientales en la fabricación:
  - Sustituir sistemas de aplicación de pinturas
  - Recortes de madera y otros residuos para otras aplicaciones
  - No utilizar combustibles en restos de lijado
  - Filtros de carbón activo en secado, reducción de compuestos orgánicos volátiles (COV)
  - Residuos con gestor autorizado
  - Sistema de aplicación adecuado a la geometría de la pieza
  - Tomas de aspiración en zonas de polvo de lijado
  - Técnicas de aplicación alternativa
  - Cambiar cabinas húmedas por cabinas secas
  - Reutilizar agua de limpieza en colas
  - Secado previo al secadero de chapas
  - Re utilización del agua tratada en coladoras

## **E. Tendencias en la adopción de la innovación sustentable: oportunidades para el sector**

### **1. Tendencias en el mercado europeo**

Las industrias de transformación de la madera en Europa occidental han experimentado algunos de los costos más altos de las materias primas y la mano de obra en el mundo, lo que obligó a adoptar tecnologías de vanguardia para seguir siendo competitivos y rentables. Sin embargo, los avances tecnológicos no se limitan a procesar solo funciones tales como la logística, el transporte, las compras, entre otros, todos se han beneficiado del desarrollo tecnológico, la mejora de la competitividad, tanto cuantitativa como cualitativa de la industria. El desarrollo técnico ha sido liderado por los principales exportadores como Finlandia y Suecia, y ahora es ampliamente diseminado dentro de la industria del aserrío, impulsando la rentabilidad y el desarrollo de más productos y servicios de valor agregado. La consolidación de la industria está dando lugar a una mayor producción con menos unidades, así como una mayor especialización y una mejor orientación hacia el cliente.

Como en otros sectores, hay una demanda creciente en Europa de productos forestales sustentables. Por años las innovaciones de los productos sustentables en la industria forestal europea se desarrollaron lentamente como resultado de la amplia disponibilidad de bajo costo de madera maciza *hardwood* (generalmente tropical). El agotamiento de la madera maciza tropical y la insuficiente oferta de madera de las zonas templadas (tal como el pino y la picea), han llevado a una aceleración de innovación de productos sustentables en los últimos años. La atención creciente de

conceptos de construcción sustentables, tal como el concepto de *Green Building*, es otra importante tendencia detrás de las innovaciones de los productos sustentables en la industria maderera.

En las industrias de MDF y tableros de partículas, el desarrollo técnico más importante en las últimas décadas ha sido la tecnología de prensado continuo que ha reducido drásticamente los costos de producción a través de economías de escala y un mejor control del proceso. Las empresas de carpintería y mobiliario europeas han adoptado tecnologías y procesos asistidos a través el uso de software de diseño asistido por computadora (CAD)<sup>15</sup>, cambiando el énfasis de la primera transformación de la madera hasta el acabado y montaje de productos.

### RECUADRO 3 TENDENCIAS EN ACABADOS, MATERIALES E INSUMOS

La utilización de **madera maciza** como material seguirá estando en boga pero con criterios de ecocertificación. Las mejoras tecnológicas en su primera transformación (prensado isostático, nuevos procesos de aserrado, mejoras en el proceso de secado y estabilizado, tratamientos para mejorar sus cualidades físico-mecánicas, etc.) permitirán aplicar la madera maciza a usos que hasta ahora no eran comunes. Asimismo, la introducción de nuevos materiales (metales, plásticos, vidrio) y su combinación con la madera ofrecerá un abanico de nuevos efectos estéticos que serán muy valorados por los consumidores. En cuanto a los colores, si bien seguirán conviviendo maderas claras (como el roble o la haya) con maderas oscuras (como el wenge o cerezo), las primeras experimentarán un mayor crecimiento. Asimismo, la tendencia es a utilizar maderas con poco poro y una veta no muy marcada.

En cuanto a los **tableros**, se consolidará el predominio del MDF y un crecimiento en la utilización del OSB (tablero de viruta orientada) como sustitutos de los tableros contrachapados. Otro cambio importante es la introducción de tableros con usos y aplicaciones específicas como la insonorización, alivianados (más ligeros), tableros de alta densidad (HDF) y mayores espesores, y tableros con protecciones antibacterianas (a partir de la incorporación de nanopartículas). Los alistonados también ganarán cuota de mercado, en especial a partir de la combinación con maderas macizas e incluso listones metálicos o traslúcidos, generando nuevos productos con alto valor estético y amplias posibilidades. Finalmente, debe señalarse la incorporación de los biotableros, es decir, aquellos que incorporan insumos como resinas y adhesivos de origen vegetal así como residuos sólidos urbanos clasificados como materia prima.

Los **recubrimientos melamínicos** seguirán ampliando sus potenciales usos, incluso en segmentos de gamas medias o altas. La tendencia es a combinar acabados simil madera con diferentes colores e incluso terminaciones imitación metal. En este segmento el polilaminado será el que experimente el mayor crecimiento, aunque reemplazando el PVC (policloruro de vinilo) por películas de PP (polipropileno) con mejores características ecológicas.

Las cuestiones ecológicas también afectarán el desarrollo de **nuevos adhesivos, barnices y productos de acabado**. Y se buscarán productos con menor impacto ambiental y secado rápido a partir de la introducción de productos de alto contenido en sólidos, al agua, ceras y aceites.

Fuente: Observatorio Industrial de la Madera, Federación Española de Centros Tecnológicos (2012).

## 2. Innovaciones recientes aplicadas al sector

El camino hacia la difusión de la sustentabilidad en el sector forestal-maderero está generando una tendencia que merece ser resaltada, es la de la denominada madera ecológica. Con la finalidad de asegurar un aprovechamiento racional de los bosques, existen distintos tipos de sellos que permiten que los consumidores puedan conocer el origen de las maderas que consumen, de tal manera, que los compradores más comprometidos con el medio ambiente puedan ser más exigentes y pedir maderas certificadas que aseguren su procedencia de una gestión forestal sostenible.

Principalmente en el sector foresto-industrial, la adopción de las nuevas tecnologías que contemplan la innovación ambiental son:

- La incorporación del sistema de certificación y protección de la cadena de custodia
- El uso de instrumentos de teledetección

<sup>15</sup> CAD: Computer - Aided Design.

- Tecnología en la extracción y corte de la madera
- La generación de energía a través de la utilización de biomasa forestal
- Los avances en la genética vegetal
- Aplicaciones de la nanotecnología
- Tratamiento y conservación de la madera
- Colas y barnices
- Compuestos y maderas reconstituidas
- Eco-construcción - Arquitectura sustentable

#### **a) Sistemas de Certificación Forestal**

A nivel global existen varios sistemas de certificación forestal en los cuales están trabajando las siguientes organizaciones a través de diversas iniciativas:

- Consejo de Manejo Forestal (FSC)
- Panel del Consejo Europeo de Certificación Forestal (PEFC Council)
- Canadian Standards Association (CSA)
- American Forest & Paper Association (AF & PA), Estados Unidos
- Consejo de Certificación de la Madera de Malasia (MTCC)
- Instituto Eco-etiquetado de Indonesia (LEI)
- Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT)
- Asociación de Comercio Holandesa de Timber

Muchas otras iniciativas de certificación se están desarrollando de manera independiente o bajo diferentes marcos. Dos de los principales sistemas de certificación forestal son el Forest Stewardship Council (FSC) y Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC). La adopción de estos sistemas implica un cambio de enfoque el cual radica en la regulación a un enfoque basado en los incentivos del mercado como mecanismo de promoción de un manejo forestal responsable. La certificación garantiza al consumidor que la madera o cualquier otro producto forestal no maderable como papel o cartón, proviene de bosques gestionados de manera sustentable. No sólo se certifica la masa forestal sino también todos los procesos y productos que se obtienen a partir de su explotación, lo que se denomina cadena de custodia. PEFC es el sistema de certificación más difundido del mundo con una cobertura de más de 220 millones de hectáreas (poco más del 8% de la masa forestal global).

América Latina representa el 7% de la superficie certificada (FSC) y un poco más del 1% de la superficie certificada (PEFC). América del Norte y Europa son las regiones con mayor cantidad de superficie forestada. En general, las estadísticas muestran que la mitad de la superficie certificada es de propiedad pública. En cuanto a las certificaciones de la cadena de custodia, el sistema FSC ha otorgado globalmente más de 24.000 certificados (solo el 5% del total global en América Latina), mientras que el sistema PEFC lleva certificadas casi 9.000 empresas. La difusión de la certificación es más difundida actualmente entre las empresas forestales que entre los aserraderos y empresas de industrialización de la madera (FAO, 2013).

#### **b) El uso de instrumentos de teledetección**

Se están optimizando los métodos de detección e interpretación para la visualización de alta calidad de las imágenes satelitales útiles para la identificación y monitoreo en tiempo real de las

evoluciones en la deforestación, difusión de pestes y enfermedades, prevención de incendios forestales y otros desastres naturales. Hay nuevas aplicaciones de software que son capaces de cuantificar la cantidad potencial de biomasa leñosa del sector forestal en varias escalas de evaluación, para considerar el impacto teórico de la remoción de biomasa en la multifuncionalidad de los bosques y para estimar el potencial de equilibrio entre las funciones del bosque, en caso de activación de la cadena de la bioenergía.

### **c) Tecnología en la extracción y corte de la madera**

Se están utilizando equipos de vanguardia como rayos láser, escáneres, secadoras y sierras de última generación que optimizan la producción en las plantas de aserrío y re manufactura, minimizando la cantidad de residuos y maximizando el aprovechamiento de cada tronco, reduciendo costos y mano de obra, garantizando una producción más rápida, eficiente y de alta competitividad.

### **d) La generación de energía a través de la utilización de la biomasa forestal**

La creciente producción y uso de la biomasa para energía ya está dando lugar a un aumento en el comercio internacional, y se espera que dicho mercado se expanda en el futuro. El actual marco legal relacionado con la gestión de la agricultura y de los bosques, proporciona cierta seguridad en cuanto a criterios de sostenibilidad para la biomasa producida en la Unión Europea. En cambio, no hay garantías de que se sigan criterios de sustentabilidad e otros países productores de biomasa. Es muy importante evitar la producción no sustentable de la biomasa, para lo cual se deben establecer criterios que aseguren que la biomasa que se importe haya sido producida y gestionada de manera sustentable.

Algunos sistemas importantes de bioenergía ya son actualmente competitivos con los combustibles fósiles. En Europa, aplicaciones de biomasa en el sector residencial, sobre todo si son diseñadas como instalaciones para cogeneración, son competitivas en costes y están creciendo muy rápidamente. Hay varios métodos para transformar la biomasa en energía, los más utilizados son los métodos termoquímicos y los biológicos que son procesos que utilizan la fermentación de las lignocelulosas para que se genere bioetanol a partir de madera.

Los métodos termoquímicos se basan en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa y están muy desarrollados para la biomasa seca. Sin embargo, hay tres tipos de procesos que dependen de la cantidad de oxígeno presente en la transformación:

- **Combustión:** Se somete a la biomasa a altas temperaturas con exceso de oxígeno. Es el método tradicional para la obtención de calor en entornos domésticos, para la producción de calor industrial o para la generación de energía eléctrica.
- **Pirólisis:** Se somete a la biomasa a altas temperaturas (alrededor de 500°C) sin presencia de oxígeno. Se utiliza para producir carbón vegetal y también para obtener combustibles líquidos (biocombustibles) semejantes a los hidrocarburos.
- **Gasificación:** Se somete a la biomasa a muy altas temperaturas en presencia de cantidades limitadas de oxígeno, las necesarias para conseguir así una combustión completa. Según se utilice aire u oxígeno puro, se obtienen dos productos distintos, en el primer caso se obtiene gasógeno o gas pobre, este gas puede utilizarse para obtener electricidad y vapor, en el segundo caso, se opera en un gasificador con oxígeno y vapor de agua y lo que se obtiene es gas de síntesis. La importancia del gas de síntesis radica en que puede ser transformado en combustible líquido.

En el mundo y entre los países europeos, la fabricación de pellets de madera (porciones de materia vegetal comprimidas) es una de las alternativas que está siendo promovida. El pellet puede reemplazar muy bien al gas licuado, por ejemplo, todas aquellas industrias que utilizan gas licuado, podrían utilizar el pellet bajando su costo de producción y ahorrando dinero. Las últimas generaciones de pellets bio compuestos son una combinación de materiales de biocombustibles que pueden ser

utilizados por las plantas de generación de energía como fuente de energía limpia. Estos tipos de pellets tienen un poder calorífico más alto que otros productos disponibles actualmente en el mercado. Como se mencionó anteriormente, en Europa los pellets se usan como insumo para las plantas térmicas de electricidad en cogeneración junto al carbón y para calefacción doméstica mediante estufas de doble combustión.

#### **e) Avances en la genética vegetal**

En el campo de la genética vegetal, los principales avances que se esperan refieren a técnicas que incrementen la productividad de los bosques implantados, a partir de lograr tasas de crecimiento más altas, mejoras en la calidad de las maderas y en la capacidad de los bosques de sobreponerse a las condiciones adversas del cambio climático así como pestes y enfermedades. Por ejemplo, grandes avances se han logrado en especies de rápido crecimiento tales como el eucalipto a partir de mejoras en los plantines, las prácticas en los viveros y un intensivo manejo del bosque.

Los avances en biotecnología permitirán alcanzar mejoras en los procesamientos químicos y mecánicos de la madera aumentando nuestro conocimiento sobre el funcionamiento de las células, permitiendo avanzar en una mejor comprensión de la formación de la madera, la tolerancia al stress y la posibilidad de fijar el carbono. La biotecnología aplicada a las ciencias forestales es una de las líneas que soporta la reconversión tecnológica de la silvicultura de cara a los tratados comerciales pues, aunque actualmente es poco el desarrollo biotecnológico alcanzado en los diferentes sectores productivos, tendrá gran importancia para los países dado que pueden lograr cierta competitividad internacional.

Esto es uno de los ejes de oportunidad competitiva que tienen América Latina y Argentina. La tendencia mundial actual se orienta hacia el establecimiento de plantaciones forestales comerciales para obtener materia prima más homogénea, barata y reducir la presión sobre el bosque natural. En América Latina, se ha comprobado que la reforestación ha sido más exitosa en países donde se han promovido incentivos fiscales e investigación para su desarrollo, como es el caso de Brasil, Chile y Costa Rica; y que en el futuro, la producción de maderas para el comercio vendrá de plantaciones forestales.

En los países desarrollados, la investigación y las aplicaciones de la biotecnología en el sector forestal avanzan rápidamente y en especial, las técnicas de manipulación genética. El uso de la biotecnología forestal se concentra, en un 70% en países desarrollados siendo los pioneros Estados Unidos, Francia y Canadá. Vale señalar que el estudio y el uso de esta tecnología ha sido utilizada en por lo menos 140 géneros, pero la gran mayoría (62%) se centra únicamente en seis: Pinus, Eucalyptus, Picea, Populus, Quercus y Acacia. La biotecnología moderna que se utiliza actualmente en el sector forestal puede clasificarse en tres grandes categorías: la tecnología de multiplicación vegetativa, biotecnologías basadas en marcadores moleculares y modificación genética de especies forestales (árboles transgénicos).

La manipulación genética en el sector forestal se realiza en al menos 35 países, aunque en la mayoría de los casos se trata solo de experimentos de laboratorio, con algunas pruebas sobre el terreno. En el 2004, en el mundo se llevaban a cabo más de 210 ensayos sobre el terreno de árboles genéticamente modificados en dieciséis países, los cuales aún continúan siendo ensayos sin liberación comercial (FAO, 2010).

De estos dieciséis países, tan sólo China lo lleva adelante, como consecuencia de que su legislación en este campo es menos rigurosa que la de países como Estados Unidos donde hay mayor resistencia y presión de las ONGs ambientalistas. Por ello, se ha visto en el mundo la necesidad de llevar a cabo estudios de evaluación de impacto ambiental con una metodología acordada a nivel internacional (FAO, 2010).

#### **f) Aplicaciones de la nanotecnología**

La nanotecnología es quizás el área donde se depositan mayores expectativas en cuanto a su desarrollo. Si bien todavía está en una etapa de desarrollo, las potenciales aplicaciones de la



nanotecnología radican en la producción de materiales más ligeros desarrollados a partir de nanofibras, el incremento de la calidad de las superficies a partir del desarrollo de nuevos revestimientos y la producción de maderas “inteligentes” a partir de la incorporación de nano sensores que sean sensibles a la presión, temperatura y humedad. Esto último es de especial interés entre las maderas de uso en la construcción.

La nanotecnología, tiene el potencial de beneficiar a todos los aspectos de silvicultura y productos forestales a partir de plantas, del manejo forestal, la cosecha, las operaciones forestales, los productos de madera base y la aplicación de productos a base de madera según la comprensión del comportamiento del consumidor. En las recientes conferencias internacionales, los científicos han tratado brevemente la idea de la utilización de productos de la nanotecnología para resolver temas de interés internacional, como el cambio climático, la eficiencia energética y los recursos hídricos. La industria de productos forestales ha identificado la nanotecnología como una de las tecnologías que permitirán la realización de nuevos productos y mejorar las características de productos existentes en el mercado.

Las nanocelulosas han sido objeto de investigación activa y desarrollo internacional, debido a su capacidad para reducir la huella de carbono de los productos a base de petróleo. Dada la frecuente solicitud de las industrias que utilizan la nanocelulosa, están en evolución aplicaciones en la investigación y desarrollo de los plásticos, revestimientos, sensores, electrónica, carrocería del automóvil y materiales aeroespaciales, implantes médicos y chalecos antibalas. En el futuro, podremos reclamar los plásticos, teléfonos celulares, implantes médicos, armaduras corporales y pantallas flexibles, como los productos forestales. Con la inversión adecuada en I+D, la industria de productos forestales a través de las aplicaciones nanotecnológicas, tendrán un impacto positivo en la creación de empleo previendo un aumento de los puestos de trabajo con trabajadores calificados, muchos de ellos en zonas rurales.

#### **g) Tratamiento y conservación de la madera**

Las consecuencias medioambientales de los actuales procedimientos de conservación pesan mucho sobre el desarrollo de nuevos métodos químicos. Las reglamentaciones europeas sobre el uso de biocidas han prohibido el uso de muchos plaguicidas, en particular algunas familias de productos como las creosotas y los pentaclorofenoles. También los productos en fase acuosa a base de metales pesados como cromo o cobre asociados al arsénico o al boro, no tienen reales sustitutos, por lo tanto una prohibición definitiva podría poner fin al uso en exteriores de las especies actualmente más utilizadas. Los solventes utilizados como portadores de materias activas han evolucionado mucho, y se han diseñado sistemas de emulsión para sustancias no solubles en agua.

Una importante innovación sustentable de producto en la industria forestal es la técnica de la modificación de madera (*wood modification*), que asegura que parte de la madera blanda (*softwood*) desarrolla las mismas propiedades de la madera maciza tropical (el *hardwood*). Asimismo, se pueden utilizar varios *softwoods* para la modificación de la madera, principalmente especies que en sí misma tienen características favorables pero que a través de la modificación pueden competir con la madera maciza tropical.

Países en desarrollo pueden proveer materias primas para la modificación de la madera, especialmente si el proceso posterior también se realiza en los mismos países. Diferentes especies de madera son adaptadas para el proceso de modificación dependiendo de las aplicaciones disponibles. El proceso de modificación puede ser de tipo térmico o de tipo químico:

- Modificación térmica de la madera. Mediante este proceso el calor cambia la estructura química de la madera. La madera modificada térmicamente varía su clase de durabilidad entre valores de clase de 1 hasta 3 dependiendo del proceso utilizado y del tipo de madera. Como resultado del tratamiento térmico la madera se encoje y se hincha reduciéndose de un 40% -50 %.

- **Modificación química de la madera.** Este proceso mejora la calidad de la madera agregando compuestos químicos específicos de manera tal que las múltiples propiedades de la madera mejoren simultáneamente. Es técnicamente posible que por cada aplicación se obtenga la propiedad requerida (hecho a medida). Un importante tipo de modificación química es la acetilación. Durante la acetilación, la madera es tratada con anhídrido acético, esta sustancia reacciona con la madera y asegura que el equilibrio del contenido de humedad disminuye, aumentando la durabilidad.

El número de compañías europeas que aplican el proceso de modificación de la madera, es aún pequeña, pero la demanda de productos forestales sustentables va aumentando y como el mercado de la madera modificada se está desarrollando, esta situación abre oportunidades de exportación a gran escala para los países en vías de desarrollo. Importantes instituciones de investigaciones europeas, junto a compañías, están actualmente experimentando la técnica de modificación de la madera. El instituto de investigación holandés TNO, junto con grandes aserraderos, están realizando pruebas piloto en el oeste de África y en Brasil para verificar qué técnicas de modificación pueden ser utilizadas en países en vía de desarrollo. Debido a que varias compañías han desarrollado sus propias patentes de procesos de modificación, las empresas en países en vía de desarrollo deberían enfocar sus esfuerzos en encontrar a los socios adecuados. Otro cuello de botella para estos países, podrían ser los altos costos de inversión requeridos para construir una planta de producción de madera modificada (CBI Market Information Database, 2014).

## **h) Colas y barnices**

El conocimiento de los efectos de los compuestos orgánicos volátiles sobre la salud humana y el medio ambiente ha influido sobre el desarrollo de nuevos métodos químicos para la fabricación de las colas con bajo contenido de formol conforme los reglamentos específicos en los distintos países desarrollados. Una amplia gama de productos específicos que se encuentran disponibles van desde colas termofusibles hasta colas que se endurecen con el calor, con una rica serie de productos intermedios. Nuevas fórmulas permiten el encolado de maderas verdes, de piezas brutas de serrería con juntas gruesas, así como tecnologías de polimerización acelerada por ondas electromagnéticas (alta frecuencia, microondas, etc.).

La utilización de solventes orgánicos en los procesos de acabado se han reducido parcialmente mediante productos con alto contenido de extractos secos o gracias a sistemas en fase acuosa en el sector de pinturas y barnices. También se siguen investigando productos polimerizables por radiación o productos en polvo que no usan solventes. El tiempo de vida de los sistemas de acabado exterior se ha prolongado con la adición de componentes anti ultravioletas, el mejoramiento del comportamiento visco elástico de las capas de recubrimiento y el alargamiento del proceso de degradación fisicoquímica de los productos existentes.

El principal inconveniente para el uso exterior de la madera, sin embargo, sigue siendo que su aspecto físico se deteriora demasiado pronto. Las investigaciones han mostrado la importancia del tipo de madera para la duración de un tipo de acabado, que puede duplicarse para la madera de ciertas especies. Este tema es objeto de atención creciente, y se considera la relación entre especie de madera y producto aplicado. Otros trabajos podrían llevar en su momento al revestimiento de los materiales madereros con productos metálicos como cobre, aluminio, cinc o un producto “adiamantado” a base de carbono (Maderera Leonangeli Aserradero, 2012).

## **i) Compuestos y maderas reconstituidas**

Las exigencias en el sector del mueble y de la construcción de materiales finos planos y tableros de gran superficie difundieron inicialmente los contrachapados, pero su manufactura requiere el uso de madera de alta calidad (troncos bien formados, cilíndricos, rectos, etc.). En cambio hay que tener en cuenta que los tableros de fibra y de partículas realizados a partir de madera desfibrada o fragmentada no requieren esas cualidades y permiten un uso óptimo de subproductos forestales como madera de poda o de aclareo, o residuos de elaboración de madera entera. Las variaciones en el tipo de

cola utilizada y en el tamaño, la forma y la orientación de las partículas permiten producir tableros con muy diversas propiedades para responder a las exigencias técnicas y económicas de cualquier aplicación. Por otra parte, la madera entra cada vez más en la fabricación de nuevos compuestos que han invadido el mercado en los últimos veinte años: tableros de fibra de densidad media (MDF), tableros de virutas orientadas (OSB) y madera en chapas lamelada (LVL), y sus diversos derivados. En estos productos, la madera es menos visible y más difícil de identificar.

## j) Productos bioplásticos

Otros ejemplos de innovaciones “verdes” que se encuentran en el mercado a base de madera incluyen los bioplásticos (de embalaje y materiales para la higiene, materiales a base de celulosa, nuevos materiales textiles), materiales de base biológica (compuestos de madera-plástico, espumas innovadoras de bioplásticos), productos *engineered* de madera como es el caso de *cross-laminated*, es decir madera en láminas cruzadas; aislamiento a base de celulosa y de biorefinería (productos químicos orgánicos). Las innovaciones bioplásticas están encontrando nuevos nichos de mercado en la industria automotriz y de electrónica, con implicaciones prometedoras para el desarrollo futuro. Por ejemplo, algunas de las guarniciones interiores de varios automóviles están hechas con tableros compuestos a base de madera.

## k) Eco-construcción y arquitectura sustentable

La combinación entre el uso estructural de la madera y el cuidado del medio ambiente se verifica en el concepto de arquitectura sustentable (*green building*). Hay cuatro aspectos por el cual se debe considerar la madera como el material de construcción del futuro.

- La madera es un material de construcción sustentable, ya que deriva de una fuente renovable y ha incorporado (en su ciclo de transformación) baja energía en comparación con la mayoría de otros materiales estructurales. La energía consumida en la gestión de los bosques, la tala de árboles, la producción de productos forestales y el transporte de madera y otros productos forestales a los lugares de trabajo, es relativamente pequeña. Además, el sector de productos forestales es un recurso eficiente, ya que cualquier pieza de residuos del producto puede ser quemada para producir energía o se utiliza como materia prima en otros sectores.
- Es un material de construcción versátil y eficiente. De acuerdo con los análisis de evaluación del ciclo de vida, una casa de madera construida consume muy pocos recursos naturales y causa un bajo nivel de impacto ambiental. La madera utilizada en la construcción posee un alto grado de eficiencia energética gracias a su excelente rendimiento térmico, baja conductividad térmica y buenas propiedades de aislamiento. Además la madera, que se utiliza apropiadamente de acuerdo con las normas de construcción, por lo general supera con creces una vida útil de cincuenta años. Los productos de madera comúnmente utilizados en la construcción son la madera aserrada, tableros de madera y productos de madera.
- La madera no solo es el material de construcción estructural más utilizado en el mundo, sino que también es el único material de construcción neutro de carbono. El uso de la madera en la construcción reduce al mínimo la generación de residuos sólidos, disminuye el impacto sobre el aire y la calidad del agua y reduce la generación de gases de efecto invernadero.
- La madera es el único material de construcción que es renovable y sustentable en el largo plazo. Por otra parte, al final de su ciclo de vida, los productos de madera se pueden utilizar para la generación de energía de biomasa o ser reutilizados o eliminados sin complicaciones.

En Europa el mercado de la bio arquitectura está muy bien desarrollado, gracias a los incentivos y beneficios fiscales que se otorgan con adopción de medidas de eficiencia energética en los nuevos proyectos de construcción o remodelación. Asimismo en Estados Unidos existen los

programas de incentivos para construcciones ecológicas, el más reconocido es el *Leadership in Environment and Energy Design* (LEED) o Liderazgo en Diseño Ambiental y de Energía. Este estándar nacional es voluntario para el desarrollo de edificios sustentables de alto rendimiento y fue creado por el U.S. Green Building Council (Consejo de Construcción Ecológica de los Estados Unidos). A través de estos programas de incentivos, arquitectos y constructores pueden recibir créditos para la certificación de construcciones ecológicas mediante el uso de productos de madera certificada. Por otro lado, las especificaciones de diseño para edificios comerciales ambientalmente responsables parecen ser un importante factor que impulsa la demanda de la certificación en el mercado del contrachapado.

### **3. Algunos casos de innovaciones desarrolladas en el exterior a partir de tecnologías amigables con el medio ambiente**

#### **a) Paneles a base de fibra reciclada (bio-composites)**

En el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura en Estados Unidos, los investigadores en el Forest Products Laboratory (FPL) en conjunto con Noble Environmental Technologies Inc. (NET), un líder en el desarrollo y fabricaciones de materiales sostenibles, han desarrollado paneles fabricados a partir de residuos forestales, de fibras recicladas y subproductos agrícolas.

Los paneles a base de fibra reciclada cuenta con varios beneficios ambientales ya que están hechos 100% en base a materiales reciclados como fibras de cajas viejas de cartón corrugado, fibras procesadas de la especie bovina y otras fibras agrícolas. No posee formaldehído por lo cual no es tóxico y tampoco genera liberación de gases. Cabe destacar que los paneles de múltiples capas se construyen utilizando una arpillera y colas de acetato de polivinilo (PVA). El acetato de polivinilo es un tipo de resina alifática que es también a base de agua y no es tóxico, utilizado para uso interior o exterior. El panel tiene una cobertura transparente para proporcionar una barrera contra la humedad y contra el fuego (clase A). Este producto es elegible para obtener los créditos del programa de certificación LEED, debido a que los materiales son reciclables y rápidamente renovables, con baja emisión de CO<sub>2</sub>.

Los paneles pueden ser utilizados en un sin número de aplicaciones que van desde mobiliario, arquitectura de interiores y decoración a la industria de la aviación, marítima y ferroviaria. Esta innovación permite valorizar los residuos forestales y subproductos agrícolas produciendo nuevos paneles y reciclando residuos de materia prima, aprovechándola integralmente. Además, se genera un aumento del valor agregado en el producto final gracias a las novedosas características físico – mecánicas especiales que se obtienen. Hay una gran oportunidad para el mercado argentino debido a que los paneles están contruidos a partir de materia prima considerada un desecho en la industria agropecuaria y esto crea una importante ventaja competitiva teniendo en cuenta la inmensa generación de ésta materia prima en el país.

#### **b) Biocida multi-componente para la protección de madera**

Los materiales derivados de la madera son susceptibles a los ataques de insectos y hongos, que pueden deteriorar la madera y los mohos pueden disminuir la calidad del aire interior, dando lugar a problemas de salud. Los métodos actuales de tratamiento son problemáticos ya que muchos de los compuestos en los tratamientos son peligrosos para el medio ambiente, representan un riesgo de seguridad para los seres humanos y los animales, y crean difíciles y costosos problemas de eliminación. Estos tratamientos actuales son particularmente problemáticos para su uso en interiores.

El Biocida multi-componente para la protección de la madera es una aplicación a partir de la creación de una composición biocida para el tratamiento de materiales a base de madera evitando el moho, el crecimiento de hongos y la infestación de insectos. La composición biocida de múltiples componentes comprende un componente de borato en combinación con un componente de azol y de amina cuaternaria. Esta composición es adecuada para uso en interiores, ya que no es tóxica, ni volátil,

y es sustancialmente inodora e hipoalergénica. Puede ser utilizada por la industria de la madera, la industria de conservación de la madera, las industrias de construcción comercial-residencial, y los usuarios domésticos que requieren protección en interiores de madera.

Debido al empleo de técnicas ambientalmente seguras y económicas, el Biocida multi-componente permite garantizar al mercado una mayor durabilidad del producto forestal, cumpliendo al mismo tiempo con los requisitos de las reglamentaciones del comercio nacional e internacional de la madera.

### **c) Aceites esenciales para inhibir el moho en la madera**

El control de la humedad sigue siendo el factor crítico para controlar el crecimiento de moho en la madera y sus productos durante el almacenamiento y la construcción. Los riesgos potenciales para la salud causados por el crecimiento de moho en las casas y estructuras de madera no residenciales, han sido una gran preocupación para los propietarios, contratistas de construcción y las compañías de seguros por igual. Los fungicidas químicos de uso común para controlar el crecimiento de moho en la madera no son apropiados para muchas aplicaciones de interior. Alternativas naturales que son fáciles de usar y demuestran una baja toxicidad para los seres humanos son necesarias para aplicaciones en interiores.

Los aceites esenciales son conocidos por sus componentes naturales y no tóxicos, incluyendo monoterpenos, diterpenos, e hidrocarburos con diversos grupos funcionales. Esta tecnología se puede utilizar para proteger los materiales de construcción almacenados, para remediar la madera en uso y productos de madera, reemplazando los fungicidas de síntesis química. La aplicación de esta tecnología asegura la reducción de los costos de producción y permite ofrecer un producto sano al consumidor y hacer un aporte a la recuperación del equilibrio ecológico.

### **d) Sistema de sonda para la evaluación de la madera en pie**

Es difícil evaluar de forma no destructiva la calidad de la madera en árboles en pie. Con el fin de hacerlo, ya sea una muestra de madera debe ser tomada y analizada en un laboratorio, o un árbol debe ser derribado para la inspección visual. A menudo, una evaluación completa de la calidad de la madera no se puede hacer hasta que la madera se encuentra en el proceso de molienda. Para entonces, considerables recursos han sido utilizados para la localización y el transporte de la madera.

Este sistema de sonda fue el resultado de un acuerdo de investigación y desarrollo en colaboración con la Universidad de Minnesota y sus colaboradores industriales. Se trata de un aparato y un método para probar acústicamente propiedades de la madera de árboles en pie, cuidando de ésta manera la tala innecesaria de árboles. En particular, esta invención emplea sondas con picos en ángulo para crear una onda de compresión longitudinal, herramientas de alineación y el aislamiento de las sondas proporcionan una señal mejorada. La detección separada de la sonda y un proceso de discriminación de impulsos de amplitud independiente, garantiza una mayor fiabilidad y repetitividad de las mediciones. Por último, el funcionamiento inalámbrico proporciona la eficiencia operativa.

Esta invención beneficia tanto a las industrias forestales como a los productos de madera. En primer lugar, permite una evaluación objetiva de la rigidez y otras propiedades de la madera en árboles en pie. En segundo lugar, se optimiza el valor de captura en la recolección y en el corte de los rollos. En tercer lugar, proporciona medios para la asignación de la madera basada en la calidad y la idoneidad para diferentes clientes o las opciones de procesamiento. Por último, ofrece apoyo a las decisiones en la gestión forestal para mejorar la calidad de los árboles. Desde el punto de vista competitivo esta innovación permite ahorrar etapas de procesos que implican gastos económicos y tiempo.

### **e) Adhesivos de madera que contienen residuos sólidos de fermentaciones de biomasa**

La utilización de adhesivos químicos sintéticos a base de formaldehído, tales como fenol-formaldehído (PF) de resina, representa un inconveniente a tener en cuenta. Sin embargo, tras el aumento de la demanda del mercado para los productos más renovables, se están estudiando productos



naturales para incorporar a productos químicos y adhesivos industriales, disminuyendo el uso de elementos tóxicos.

Esta invención se refiere a un residuo de fermentación producido por microbios, que puede ser utilizado como un componente en adhesivos de productos de madera. En particular, este bioadhesivo de madera comprende un residuo de la fermentación microbiana que contiene células microbianas adherentes y glicocálix (material polimérico extracelular producido por algunas bacterias). Esta tecnología utiliza residuos sólidos procedentes de la fermentación de biomasa como un componente en adhesivos, los cuales pueden reemplazar una parte de la resina de fenol-formaldehído utilizado actualmente para madera contrachapada y otros productos de madera encolada. También proporciona un uso industrial para residuos sólidos resultantes de la conversión fermentativa de sustratos celulósicos. Desde el punto de vista competitivo esta innovación permite que los adhesivos puedan fabricarse a partir de la biomasa en lugar de obtenerse de productos químicos a base de petróleo. Esto comporta un ahorro en el uso de recursos no renovables y una fuerte disminución de impactos ambientales. El efecto final es de agregar valor a los productos, ya que gracias a sus características de incorporar mayor sustentabilidad se suma también una mayor calidad.

En el caso de Argentina, la Universidad de Tecnología de la Nación (UTN) en Facultad Regional Delta, un grupo de investigación en materiales poliméricos trabaja en la recuperación de materias primas de materiales poliméricos ya utilizados, mediante técnicas de despolimerización, para su re-utilización en la fabricación de nuevos productos. Entre sus líneas de investigación se trabaja el desarrollo de materiales nuevos tales como adhesivos y pegamentos para madera y aglomerados y también para la industria papelera.

#### **4. Estado actual del sector en la Argentina**

Para hacer una síntesis sobre la mejora en la competitividad que produciría la incorporación de la innovación sustentable en el sector industrial de la madera y muebles, se toman en cuenta factores tales como la optimización del aprovechamiento de recursos naturales y energéticos, mejor gestión de residuos o subproductos, a fin de que la cadena adquiera mejor desempeño ambiental.

En este sentido hay que diferenciar entre la realidad de la industria del bosque implantado y la del bosque nativo. Mientras la primera es la que impulsa los cambios y busca maneras de adaptarse a tendencias positivas, la segunda se encuentra más inalterable, y prácticamente no presenta grandes avances en materia tecnológica ni ambiental. Por otro lado en el sector madera y muebles se están experimentando cambios y movimientos positivos a nivel global, que abren espacios por oportunidades en el sector argentino.

Entre las áreas donde se pueden consolidar innovaciones a carácter sustentable cabe destacar las siguientes: i. El sistema de certificación forestal, ii. Servicios forestales, iii. El desarrollo tecnológico aplicado a especies forestales nativas, iv. Genética vegetal, v. Sistemas de teledetección, vi. Gestión de residuos y subproductos, vii. Bioenergía, viii. Eco-construcción ix. Diseño de muebles.

##### **a) Sistemas de certificación forestal**

En cuanto a la aplicación de los estándares de certificación, en Argentina en mayo de 2010 se lanzó el Sistema Argentino de Certificación Forestal (CerFoAr) el cual contempla los requisitos técnicos y procedimentales en el manejo forestal y que es homologable con la norma PEFC, hecho que les permite a las empresas argentinas certificadas contar con un sello local que pueda comunicar internacionalmente su compromiso con la sustentabilidad. La administración del CerFoAr ha sido delegada a las asociaciones vinculadas con las distintas etapas de la cadena foresto industrial (AFoA, FAIMA y la Asociación de Productores de Celulosa y Papel). Esta gestión responsable del bosque consiste en la adopción de la certificación forestal por parte de los actores presentes en las etapas iniciales de la cadena se traslade a lo largo de los procesos productivos subsiguientes (cadena de custodia).



### *Servicios forestales*

El área de servicios forestales está todavía en sus primeros pasos. La incorporación de las TIC que ayuden a la gestión forestal y a la trazabilidad de los productos a través de sistemas de rastreo, tags o códigos de barras son algunas de las cuestiones en las que se debería avanzar. De igual forma, ya existen ejemplos en Argentina de pequeñas empresas que han desarrollado software para optimizar la gestión de las empresas forestales y aserraderos.

En cuanto a las tecnologías de optimización de corte, éstas se encuentran disponibles en el país; más aún, algunos aserraderos medianos y grandes cuentan con líneas de aserrado semi o totalmente automáticos. Sin embargo, la limitante no parece ser esta, sino por el contrario radica en conseguir una escala de producción que justifique dichas inversiones. Problemáticas similares atraviesan en el caso de los tableros y las manufacturas.

### *El desarrollo tecnológico aplicado a especies forestales nativas*

Las especies nativas de mayor uso en la industria forestal comercial son la *Prosopis* y *Araucaria*, a su vez existen especies nativas que son poco utilizadas y la introducción de tecnológica específica validada favorecería no solo su promoción sino que permitiría aumentar la oferta, introduciendo nuevos nichos de mercado. Ejemplos de estas especies son el caldén y el cedro nativo, entre otras. Estas especies nativas alternativas se podrían utilizar también para usos múltiples como servicios ambientales (fijación de carbono), uso ornamental y arbolado de caminos, sistemas agro-silvo pastoril y fito-medicinales.

Existen asimismo oportunidades para abordar la mitigación al cambio climático, gracias al hecho de que muchas especies nativas argentinas tienen características de adaptación a condiciones climáticas hostiles (sequía, salinidad y temperaturas extremas).

Otro aspecto que hay que considerar es que el bosque nativo genera productos forestales no madereros que son utilizados con fines alimenticios, artesanales, farmacéuticos, medicinales, etc., como también servicios con fines turísticos, recreativos y ambientales (protección de suelos y cuencas, y fijación de CO<sub>2</sub>). Por esto hay que tener en cuenta que la introducción de una determinada tecnología puede generar cambios positivos como negativos en las comunidades cercanas.

### *La genética vegetal*

Los principales avances en la modificación genética de las especies de árboles se dirigen a la búsqueda de características tales como mayor resistencia a plagas, enfermedades, mayor tolerancia a los herbicidas y al mejoramiento de las fibras y contenido de lignina.

En el sector de las plantaciones forestales, actualmente las plantaciones puras de *Eucalyptus* sp. y *Pinus* sp. (especies de rápido crecimiento) generan un bajo valor unitario, una baja diversidad biológica, baja sustentabilidad económica y ambiental, además de una competencia y no una complementación del uso de tierras para agricultura y ganadería (Sharry, 2013).

Las investigaciones están dirigidas principalmente hacia tres alternativas de innovación:

- Variación de las especies: enfocando hacia la utilización de especies de alto valor maderero, paisajístico y ambiental, que requieren de un desarrollo de investigación previo tendiente a un ensayo y mejora de distintas procedencias locales e introducidas. Entre éstas podemos destacar al Roble europeo (*Quercus robur*), al Fresno americano (*Fraxinus pennsylvanica*), al Nogal (*Juglans regia*), al Cerezo (*Prunus avium*) y la Acacia melanoxylon, dentro de las exóticas. También es muy importante el desarrollo de especies nativas de valor para cada zona donde se plantea la inversión.
- Variación de sitios: avanzando sobre sectores que no compitan con la agricultura. Por ejemplo, la Cuenca del Salado en la Provincia de Buenos Aires, desarrollando mejoras

genéticas que permitan la resistencia a factores adversos como inundaciones temporarias, salinidad, etc.

- Variación de sistemas: planteando la utilización de sistemas agroforestales, donde se combine de manera eficaz la producción de madera de alto valor en bosques mixtos, la producción ganadera y la producción agrícola, logrando sustentabilidad ambiental, económica y social en el sistema.

Cada una de las alternativas planteadas, presupone un desafío innovador, ya que son caminos poco recorridos, donde se requiere de mucha inversión en I+D (Sharry, 2013).

La consolidación de la cooperación público-privada, entre las empresas del sector e instituciones de ciencia y tecnología, será la clave para la mejora de la competitividad a través de la incorporación concreta de estas innovaciones. Existen instrumentos de financiamiento del FONTAR y del FONCyT que pueden acompañar estas acciones. Algunos ejemplos son las actividades de la Forestal Tapibecúa en Corrientes o algunos proyectos desarrollados por empresas medianas en el marco del Aglomerado Productivo Forestal de Misiones y Corrientes y financiados por FONTAR.

### *Introducción de sistemas de teledetección*

Existen a nivel nacional conocimientos y recursos humanos capaces de desarrollar sistemas de teledetección a través de sistemas geo-referenciados (GIS) y de seguimiento satelital (GPS), un ejemplo de esto es la empresa Araucaria SIG & GPS, un spin off de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, que fue desarrollada en el marco del Aglomerado Productivo Forestal. La utilización de las tecnologías mencionadas resulta fundamental para, por ejemplo, realizar el inventario nacional de plantaciones forestales, para la mejora en la calidad de las imágenes y del software y permite que estas innovaciones se puedan trasladar al sector privado; a través de la creación de empresas de servicios forestales que puedan brindar asistencia y diagnósticos a los productores y gobiernos sobre la base de estas informaciones. La presencia en el país de una empresa como INVAP, líder en la tecnología satelital, puede servir asimismo de plataforma para pensar nuevas técnicas y desarrollos que apunten a tener más precisión en los sistemas que permitan dar alertas tempranas tanto en lo que a deforestación como incendios se refiere. El desarrollo de este tipo de tecnologías tendría un enorme potencial para ser exportadas y comercializadas en el exterior del país.

### *Gestión de residuos y subproductos*

Por lo que se refiere a la utilización de subproductos como aserrín, viruta. En algunos casos son empleados por plantas celulósicas para la fabricación de papel, por secaderos de yerba mate y té e industria ladrillera, o dentro de la misma industria maderera para la generación de calor en el proceso de secado de materia prima o productos semielaborados. En ciertas carpinterías se suelen emplear restos de madera no comercializable de aserraderos para la fabricación artesanal de muebles. Se vislumbra un mejor manejo y aprovechamiento de residuos, sin que esto sea una tendencia general, sino más bien practicada por aquellas empresas que concentran la mayor parte de la producción, las cuales han realizado grandes inversiones en búsqueda de un mayor rendimiento unitario de materia prima a producto final.

### *Bioenergía y residuos biomásicos de origen forestal*

En Argentina se considera que más del 70% de la biomasa producida en las plantaciones no tiene uso alguno, la mayoría de los residuos de los aserraderos se queman aumentando los potenciales riesgos de incendios y las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. El aprovechamiento integral de la madera está relacionado al sistema de manejo, de corte y extracción, y a la tecnología empleada en el procesamiento primario y la capacitación de la mano de obra. Se estima que el rendimiento medio de la materia prima es de 30% a 35%, lo que demuestra un alto grado de desperdicios, generando impactos negativos sobre el medio ambiente y oportunidades económicas no aprovechadas. Si a todo esto se le suma el bajo grado tecnológico y la extracción ilegal, resulta fácil entender cómo la competitividad de la industria forestal resulta fuertemente condicionada.

Por cada tonelada de madera aserrada se obtienen cerca de 180 kilogramos de aserrín y en el procesamiento de rollos, tablas y maderas estructurales para la construcción, por ejemplo, sobra una cantidad de desperdicios que muchas veces no son aprovechados. El almacenaje y la eliminación del aserrín y otros residuos generan costos de manejo y transporte que no son cubiertos. Una de las soluciones radica en la venta a compradores que utilizan como insumo en su ciclo de producción.

Existen algunos casos aislados de plantas de pequeña escala que en general alimentan las necesidades de las instalaciones de secado de los mismos aserraderos. Respecto a la utilización de fuentes renovables, hay iniciativas puntuales como el uso de cámaras de secado con energía solar.

Proyectos de mayor tamaño se están lanzando, por ejemplo, en el caso de los de Misiones y Corrientes.

Actualmente los proyectos bio-energéticos en marcha son los siguientes:

- **Misiones:** presenta 21 proyectos (12 operativos, 4 en construcción y 5 en cartera). En esta provincia los proyectos están mayoritariamente vinculados a biomasa proveniente del sector foresto-industrial. En términos de proyectos operativos, los más importantes están relacionados con la cogeneración de energía (térmica y eléctrica). La producción de biocombustibles sólidos (especialmente pellets) y la instalación de secaderos con biomasa (en línea con la Ley Provincial XVI N°106) surgen como áreas de gran potencial e interés por los desarrolladores de proyectos.
- **Corrientes:** 10 proyectos (4 operativos, 3 en construcción (52 MW) y 3 en cartera). Al igual que en el caso de Misiones, los proyectos se basan en la utilización de residuos forestales y foresto-industriales. Los operativos en este caso están vinculados a la producción de energía térmica y producción de pellets; pero los de construcción y cartera apuntan a la cogeneración de energía. Es de destacar el enorme potencial de Corrientes como provincia bioenergética en virtud de su gran disponibilidad de biomasa y la falta de radicación de industrias para su uso y transformación.
- **Entre Ríos:** presenta 6 proyectos de los cuales 2 están operativos y otros 4 están en construcción.

Aunque con un menor grado de desarrollo, esta provincia tiene un atractivo importante que es la diversidad de actividades productivas. Los proyectos bioenergéticos podrían estar vinculados en este caso a empresas forestales, citrícolas, arroceras, avícolas, etc.

Es necesario avanzar en este sentido en dos ejes fundamentales. Por un lado, la realización y atracción de inversiones con destino a la instalación de usinas termoeléctricas de biomasa de mediana y gran escala y por otro, no abandonar la política de promoción de la forestación aumentando la superficie y el recurso disponible para la generación de insumos bioenergéticos.

Finalmente, deberían ampliarse los esfuerzos de I+D en lo que refiere a nuevas técnicas y procesos de biorefinería. El país cuenta con una inmejorable posición para convertirse en la biorefinería de la región y así disminuir la presión sobre los recursos fósiles no renovables y generar también un flujo de divisas relevante como resultado de la exportación de combustibles y otros derivados químicos. Por la cercanía del recurso y sobre todo por la superficie disponible, la Provincia de Corrientes es —según varios expertos— uno de los principales lugares donde se podría avanzar en esta dirección (Federico, 2012).

*“Hay que investigar, desarrollar e implantar tecnologías de Procesamiento y uso de los residuos de la madera, apropiados para la Argentina, provenientes de todos los eslabones de la cadena forestal. La madera para energía puede utilizarse como tal (leña), como chips, o bien triturarse y aglutinarse en briquetas de madera o pellets, o bien carbonizarse o aglutinarse en briquetas de carbón.*

*La madera paradendroenergía proviene de:*

- *Residuos de industrias forestales.*
- *Residuos de aprovechamientos forestales.*
- *Aprovechamientos de silvicultura mejoradora de masas nativas.*
- *Cultivos dendroenergéticos*

*En la utilización de la biomasa residual forestal, generalmente es necesario realizar una serie de operaciones previas de transformación física y acondicionamiento que hacen posible obtener productos de mayor valor añadido, lo que posibilita la ampliación de su mercado y su consumo. No obstante, para que este acondicionamiento previo sea viable, es necesario que el incremento de valor del producto final, compense los gastos de transformación del material. De esta forma, en función del tipo de aplicación a la que se destina, será necesario aplicar distintas etapas de transformación y acondicionado. Las principales etapas de transformación realizables para el tratamiento de la biomasa residual son el astillado, secado natural, secado forzado, molienda, tamizado y densificación.*

*En esta área se incluye la demanda de asistencia técnica y desarrollo y adaptación de maquinaria/equipos/tecnologías en eslabones intermedios de la cadena para ocupar nichos comerciales nuevos o para autoconsumo (pequeño y mediano productor) de industria argentina. Ej. Desarrollo de briquetadoras, compactadoras, pelleteras, calderas/estufas” (Sharry, 2013).*

### **Eco-construcción**

Con respecto al uso de la madera como insumo en la construcción, en el caso argentino el INTI puso a disposición el “Reglamento Argentino de Estructuras de Madera CIRSOC 601-2013” que incentiva la edificación en madera y garantiza su seguridad. El mismo define los métodos y disposiciones generales a emplear en el diseño y construcción de estructuras para edificaciones y obras civiles con madera aserrada, madera laminada encolada y productos derivados de la madera, basada en maderas de origen nacional.

Esto facilitará la presentación de proyectos utilizando especies tales como: Araucaria angustifolia cultivada en la provincia de Misiones, Eucalyptus grandis cultivado en la Mesopotamia y Pinus taeda/elliottii cultivado en el noreste argentino. Es importante destacar que ya existen varios proyectos en pequeña escala realizados en el NEA, como complejos habitacionales y otros en camino como un complejo hotelero en Andresito (Misiones), que evidencian la viabilidad técnica de la arquitectura en madera.

El Reglamento también incorpora valores de diseño para maderas laminadas y encoladas para estructuras construidas con tablas de las especies ya mencionadas y presenta valores de diseño para miembros estructurales de sección circular como son los postes de Eucalyptus grandis cultivados en la Mesopotamia, como así también valores de diseño para uniones mecánicas.

Este primer reglamento argentino sobre estructuras de madera fue desarrollado en el marco de las actividades de la Comisión Permanente de Estructuras de Madera del Centro INTI-CIRSOC, mediante un convenio de cooperación suscripto entre el Instituto y la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional, cuyo Grupo de Estudios de Maderas (GEMA) estuvo a cargo de su redacción. También participaron los centros del INTI de Construcciones y de Madera y Muebles.

El reglamento está a la espera de la firma de la Secretaría de Obras Públicas de la Nación, autoridad competente para ponerlo en vigencia legal para todas aquellas obras públicas realizadas con fondos del Estado. Para su aplicación en todo el país, cada provincia y municipio debe adherir a la nueva reglamentación a través de sus poderes legislativos, encargados de instrumentar legalmente su aplicación en la jurisdicción que corresponde; y mediante la aprobación por parte de los municipios para incorporarlo a sus códigos de edificación.

## *Diseño de muebles*

Se encuentran varias oportunidades de innovación en la producción de muebles y partes de los mismos, el enfoque principal debe hacerse en los nuevos materiales y los nuevos consumidores. A nivel europeo, ya está consolidada la tendencia de la mezcla de textiles, materiales reciclados, metales y hasta vidrio en la creación de nuevos muebles y objetos. En el país no se constata aún una promoción o estrategia de comercialización del producto nacional, pero existen las condiciones ideales para la creación de un “Made in Argentina”, la diferenciación y la innovación de productos estará dada a través del *know-how* y creatividad peculiar de los diseñadores argentinos en conjunto con la introducción de maderas y materiales autóctonos, hasta ahora no utilizados, lo cual implica también ponerlos en valor y generar nuevos nichos de mercado impulsando la competitividad.

La magnitud de estos desafíos en materia de innovación y diseño requiere que se pueda contar con centros tecnológicos y de servicios donde se encuentran las demandas. Existen proyectos de iniciativas regionales como por ejemplo la reciente deslocalización del Centro Regional INTI-Madera en Misiones, que demuestra que estrategias más eficaces son las de crear valor directamente donde están los recursos y los actores relevantes. Resulta fundamental acompañar la formación de recursos humanos y profesionales para el sector, sin la cual es imposible el salto a una producción más diferenciada con alto valor agregado y que dé respuesta a las complejas necesidades de los consumidores, tanto locales como del exterior.

### **b) Casos de demanda de innovación tecnológica en el sector**

El sector ya ha encontrado algunas demandas sobre innovación sustentable vinculadas a tecnología aplicadas a la foresto industria. Entre las cuales se encuentran (MINCYT-UIA, 2008)

#### *Desarrollo de maquinaria para la detección de metales en la chipera de los aserraderos*

Las astillas o chips son pequeños trozos de madera residuales resultantes del proceso de corte y astillado de troncos y ramas de árboles, que se utilizan para fabricar celulosa. Aunque el sector papelerero en general se abastece directamente con los rollizos (madera sin procesos industriales proveniente de bosques implantados), también se utilizan astillas de aserradero y lampazos (restos perimetrales de troncos aserrados). Luego de acopiar las astillas en grandes pilas, éstas son clasificadas por tamaño. Los chips de volumen normal continúan a la fase siguiente, los de mayor dimensión son devueltos para ser astillados nuevamente y los finos convergen junto con la corteza a la caldera de biomasa, donde son quemados para generar vapor y, a través de un equipo denominado turbogenerador, producen energía eléctrica. Una vez preparada la materia prima se inicia el proceso de elaboración de la pasta de papel, mediante el cual se separan las fibras de celulosa del resto de los componentes de la madera, fundamentalmente lignina. Es importante que a esta altura, los chips no contengan restos de metales, alambres, piedras u otros objetos ya que podrían dañar la maquinaria. Actualmente no existen controles que permitan separar este tipo de material extraño en la chipera. Las industrias papeleras demandantes son las que llevan a cabo su propio control.

La implementación de este tipo de maquinaria desarrollando un detector de metales adaptado a los requerimientos del aserradero que además pueda extraer los objetos extraños y apartarlos de la línea de producción, contribuiría a agregar valor a la producción del sector, asegurando mayor calidad a sus clientes y favoreciendo su crecimiento. En Las Marías Forestal están trabajando sobre un diseño que cumpla con las características mencionadas.

#### *Desarrollo de secaderos que utilicen la combustión de residuos como fuente calorífica*

La preparación de la madera para usos industriales requiere de un proceso de secado. Normalmente se utilizan sistemas que requieren de la combustión de gas para generar calor, ya que para secaderos de mayor dimensión resulta más rentable. Actualmente, la Provincia de Corrientes no cuenta con una red gasífera para el sector industrial debiendo recurrir a la energía eléctrica, con su consiguiente impacto en los costos. Aunque el calor producido con residuos de madera es inferior al procedente del petróleo o gas, su costo menor en comparación con los combustibles fósiles lo torna una fuente



interesante de calor y energía. Asimismo, entre el 40 y 55 % de la madera que ingresa en las industrias de aserrío y de tableros contrachapados se convierte en residuos con valores térmicos del orden de 17 a 23 MJ/kg (peso en seco); cantidad que superaría sus necesidades de abastecimiento energético.

En este contexto se propone desarrollar un secadero que permita utilizar la combustión de residuos de la propia industria maderera como fuente calorífica y que se adapte a pequeñas escalas. La implementación de este tipo de secaderos contribuiría a reafirmar la tendencia mundial de utilizar los residuos de la industria forestal, ya sea como materia prima para obtener otros productos, o como portador energético, permitiendo encontrar una vía factible para el uso de estos desechos así como proteger el medio ambiente, pues estos residuos en los depósitos constituyen una fuente de contaminación, sobre todo si consideramos que el volumen de residuos generado por la industria forestal es superior al volumen de madera elaborada. Los aserraderos locales son de mediana a pequeña escala, y en consecuencia, no se justificaría la implementación de los sistemas actuales de reutilización de residuos. Si se lograra producir un secadero con las mismas funcionalidades pero a menor escala la inversión se recuperaría en un plazo mucho menor haciendo asequible la tecnología a la mayoría de los productores locales. Se esperarían ahorros del 50% por concepto de electricidad y más del 52% por concepto de energía térmica.

Aunque los residuos pueden representar una fuente gratuita de combustible asequible, el costo del equipo de manipulación, tratamiento y combustión de los residuos, junto con los de mano de obra y mantenimiento, es elevado para los gastos de funcionamiento de una fábrica y los desembolsos de capital y puede resultar excesivo para algunos pequeños aserraderos. Por ende, este costo de la central de producción de vapor y generación de energía, no se consideraría una inversión económicamente viable para la mayoría de las pequeñas y medianas empresas.

Un grupo de investigadores de la UNNE que trabaja en la producción de biogás mediante la descomposición de restos orgánicos, está desarrollando además un sistema para aprovechar la energía producida por la quema de aserrín para aplicar al proceso de secado de las industrias forestales. A diferencia de los beneficios de las industrias que producen biocombustible a partir del desecho forestal, mediante este proyecto de biomasa los aserraderos darán un uso al aserrín y a la vez generarán energía. La aplicación del proceso de digestión anaeróbica para el tratamiento de restos orgánicos sólidos y semi-sólidos forma parte de un trabajo que viene desarrollando el grupo de investigación "Energía Alternativa" de la Facultad de Ciencias Exactas. El trabajo se enmarca dentro del programa "La Universidad en el Medio" en la que la UNNE busca colaborar en la resolución de problemas concretos de la sociedad. En ese sentido, la iniciativa se aplicaría en la localidad de Santa Rosa e inmediaciones, donde tienen su radio de acción numerosos aserraderos, zona en la que se concentra la mayor cantidad de maderas trabajadas de la provincia.

### *Desarrollo de software para la optimización de los rollizos en la etapa de diseño y selección de esquemas de corte de la madera*

Los árboles provenientes de las forestaciones pueden tener diversas calidades dependiendo de la edad, el manejo a que fue sometida la plantación, el origen del material que fue implantado, etc. Una vez apeado el árbol es trozado en distintas dimensiones dependiendo de las especificaciones de la demanda en cuanto a su diámetro, su forma y los largos comerciales. La principal actividad productiva que se realiza en los aserraderos radica en cortar rollizos, para obtener las dimensiones demandadas. La eficiencia con que se realizan estos cortes resulta fundamental en la rentabilidad de estas empresas. De acuerdo al posterior destino del material resultante del aserrado, los rollizos son clasificados y se programa su procesamiento.

Actualmente, se realiza una selección intuitiva de los esquemas de corte: el operador conoce las cantidades de piezas de cada producto que deben obtenerse y en base a eso, determina visualmente su forma y de acuerdo a su experiencia analiza diversos modos de aserrío. La precisión lograda es bastante pobre, e impacta negativamente en los rendimientos obtenidos. Adicionalmente, para evitar confusiones en la planificación, la programación de la producción se realiza por partidas pequeñas, cada una de las cuales satisface un pedido. Esto impide aprovechar la potencial complementariedad



entre los distintos pedidos, al planificar la producción en un horizonte mayor, lo que también incrementaría el rendimiento. Los productores no poseen un registro de sistemas de corte. En consecuencia, ante la llegada de nuevos pedidos, se debe reinventar un gran número de esquemas de corte, desaprovechando tiempo y mano de obra calificada.

Se propone desarrollar un software de optimización para el diseño y la selección de esquemas de corte, manteniendo un registro de los mismos, y que trabaje con sistemas de procesamiento de imágenes que permitan determinar la forma del material a cortar. Este software podría asimismo, mantener un seguimiento del estado de avance de los pedidos y por ende del inventario, lo que permitiría su integración con los sistemas utilizados en ventas y otras áreas de la empresa. Finalmente, el programa debería comparar los resultados reales con los simulados para determinar los puntos sobre los cuáles deben aplicarse medidas para la mejora. El desarrollo de este tipo de software permitiría organizar la producción de forma más eficiente, logrando una reducción en los tiempos de producción, en los costos, y por sobre todo una mejor utilización de la madera, generando menor cantidad de desperdicios.

### **c) Propuesta de proyecto: Caso Empresa Fabril Maderera S.A.**

#### *i) Proyecto: Producción forestal y generación de energía*

##### *Producción Forestal*

El Proyecto de producción forestal sustentable de Finca El Carmen, se basa en dos esquemas productivos: un plan de manejo de una fracción de 900 Hectáreas de bosque nativo, planteado como un sistema de producción de pequeña escala a perpetuidad, destinado al abastecimiento de la componente nativa de la gama de productos finales (muebles diversos) que en general alcanza del 10 al 15% de los mismos amparado por la Ley 26.331 (Ley de Bosques), y por otra parte, una parcela de bosque degradado, donde se viene implantando un bosque de eucaliptus, en una superficie de alrededor de 250 hectáreas. La complementación de estos dos ambientes productivos sumada al valor agregado logrado en los bienes finales permite el funcionamiento del proyecto y su expansión futura. Con lo cual se reduce de una manera importante la presión sobre el bosque nativo.

Un segundo aspecto para la sostenibilidad del sistema es el agua. La vecina ciudad de Orán, de 130.000 habitantes realiza un tratamiento imperfecto de sus aguas residuales. Se estima que alrededor de un 40% de los líquidos son tratados en tanto que el resto de los efluentes son volcados al Río Bermejo, aguas abajo de la planta de tratamiento pasando por un lado de Finca El Carmen, marcando el límite de esta.

Por otro lado, se ha observado que existe una notable respuesta al riego de la especie *Eucaliptus Grandis* en las condiciones locales de cultivo, por lo que la posibilidad de regar el bosque cultivado con estas aguas configura una notable merma en la carga de efluentes del Río Bermejo, merma que cobra especial relevancia en la época de caudal mínimo. Coincidente con la máxima demanda de riego, y donde la relación de mezcla entre las aguas vertidas y las que lleva el río es muy alta, generando un mayor riesgo de accidentes en las poblaciones de peces y otros componentes biológicos del Bermejo. Una demanda destinada a cubrir alrededor de 400 mm de lámina de riego anual en las 300 hectáreas que se proyectan en total para los bosques implantados en el proyecto, totaliza unos 12 millones de metros cúbicos de agua imperfectamente tratada que recircularía por el bosque, atenuando significativamente los daños ambientales mientras no se construya la planta de tratamientos adecuada. De esta manera, el proyecto externalizaría un impacto positivo.

##### *Generación de Energía*

Actualmente este riego se está realizando con una bomba de riego arrocera accionada por un tractor de 90 hp, es decir utilizando combustible fósil. La idea del proyecto es trasladar la línea de media tensión hasta la propiedad no solo para economizar combustible, sino además para poder usar energía en la primera etapa de transformación (aserraje y secado). Aunque lo ideal sería poder

conseguir un sistema de generación de energía a partir de biomasa con lo que el ciclo quedaría cerrado en su totalidad.

Se proyecta el traslado gradual de una parte de las actividades desde la Ciudad de Orán al predio de Finca El Carmen. Se aspira a aserrar y secar todos los productos a ser utilizados en el proceso productivo, obteniendo además algunos bienes de consumo usual en la zona, como piezas de envases para frutas y hortalizas o para pallets, así como a generar por lo menos una parte de la energía necesaria a partir de los residuos. De esta manera se atenuaría el impacto producido por la operación de la fábrica en la Ciudad de Orán (polvillo, ruidos, humos, etc.) que recibiría los productos listos para la etapa final de la fabricación de los diversos muebles que se producen. Ello requiere de la instalación de un generador que estimamos puede operar con biomasa forestal alimentando tanto las necesidades de electricidad como de vapor para los distintos procesos.

## ii) *Proyecto: Producción Casa Canadiense*

Ubicada en la forestación de 300 ha de Fabril Maderera S.A. se encuentra la primer casa estilo canadiense de la provincia de Salta. La misma consta de una superficie de 65 m<sup>2</sup> (55m<sup>2</sup> cubiertos y 10m<sup>2</sup> semicubiertos), conformados en un 95% por madera de reforestación proveniente de la misma finca (*Eucaliptus Grandis*), el 5% restante es una especie nativa abundante en la zona denominada Mora.

En cuanto a sustentabilidad se destacan dos aspectos ambientales fundamentales para este tipo de construcción:

- Materiales estructurales: La madera de reforestación otorga un balance de carbono positivo; ya que el árbol en toda su vida (14 años aproximadamente) absorbe una mayor cantidad de carbono que se emite al ambiente para su respectivo procesado.
- Aislaciones: tanto en pisos, como paredes, techo y cielorraso; este principio otorga a la casa un coeficiente de aislación elevado (equivalente a un muro de ladrillos de 1 metro de espesor) proporcionando así una diferencia de temperatura de alrededor de 15 °C con el ambiente que la rodea (+15 °C en invierno y -15 °C en verano). Por ende el consumo de energía utilizado para su refrigeración o calefacción es mucho menor.
- Valor Agregado; no conforme con estos últimos detalles, se decidió darle otra impronta más a este proyecto:
  - Energía eléctrica proveniente de celdas fotovoltaicas: en la zona se cuenta con un régimen de lluvias monzónico (3 meses), lo cual provee varios días soleados al año; garantizando así un abastecimiento continuo. Si bien es una inversión elevada, es una garantía desde el punto de vista ambiental y económico (anula el impacto de aumentos en las tarifas y la dependencia de las compañías proveedoras de energía).
  - Sistema de recuperación de agua de lluvia y desagües secundarios: mediante una red de conductos se deposita el agua proveniente de lluvia, lavatorio y ducha en una cisterna (capacidad de 500 litros) para darle así un uso secundario como el lavado de vehículos o regado de árboles y plantas alrededor de la casa. Esto garantiza no solamente la reducción del consumo de este bien tan escaso, sino también, su transformación a otros elementos necesarios (flores, frutas, verduras, etc.)

De cara al futuro se piensa desarrollar una unidad de negocios basada en la construcción “Wood Frame”, no solamente en casas, sino también edificios, galpones y oficinas; y en la medida que lo permita el mercado, agregar valor mediante complementos sustentables con el medio ambiente tal como se hizo en este primer proyecto.

## E. Conclusiones

El objetivo de este primer estudio exploratorio ha sido investigar las oportunidades de mejora en la competitividad del sector madera y de muebles, a través de la promoción de la innovación e incorporación de nuevas tecnologías, tomando como eje principal el impacto en el medio ambiente.

El estudio consiste en una revisión de la información secundaria disponible y un relevamiento de información primaria, realizado a través de entrevistas con representantes de FAIMA, cámaras empresarias, expertos del sector, investigadores, académicos y empresarios.

La productividad y la eficiencia de recursos son factores fundamentales para la competitividad de las empresas, la cual se vincula de forma directa con oportunidades para implementar prácticas sustentables a lo largo de la cadena productiva madera-muebles. De esta forma, no caben dudas de que el crecimiento y el desarrollo de las pymes argentinas se debe realizar de manera sustentable, ya que la adopción de innovaciones sustentables son un factor clave para el aumento de la competitividad de las empresas que componen el sector foresto industrial.

En el caso argentino en particular, el país cuenta con la ventaja de poseer bosques implantados de alta productividad y bosques nativos con madera de alta calidad y dada la inmensa superficie territorial, este segmento de la cadena tiene una gran oportunidad de producir aprovechando su recurso primario de manera integral.

Con respecto a los bosques implantados, si bien existen instrumentos, como la Ley 25.080 de promoción de bosques cultivados que define los parámetros básicos, es necesario progresar en el manejo forestal sostenible, completando los inventarios forestales y planificando la explotación, para evitar su concentración en pocas especies y eliminar la degradación general de los bosques.

Considerando que hay un bajo rendimiento en las distintas etapas de transformación de la madera (alta cantidad de residuo no aprovechado), una oportunidad inmediata sería la de aprovechar los residuos foresto industriales para el desarrollo de líneas de producción y productos a partir de madera reconstituida. Como también, para la generación de energía y calor y otros sub productos como pellets y chips.

La adopción de la tecnología de aserrado a los diámetros de los rollizos del bosque nativo, (principalmente más pequeños) permite adaptar la capacidad instalada de aserrío para el procesamiento de materia prima de menor diámetro. Una oportunidad de aprovechamiento en este sentido sería la adopción de ésta tecnología para aprovechar el bosque de lenga disponible.

Para sostener el desarrollo de productos alternativos a lo largo de la cadena foresto-industrial, se abre una oportunidad en desarrollar tecnología para introducir nuevas líneas de proceso y nuevos productos como chapas, láminas de lenga y pisos. En la industria del mueble, las oportunidades se manifiestan en el desarrollo de un paquete tecnológico para la instalación de plantas de producción estándar o en serie de muebles específicos o parte de muebles con diseño (como ser sillas, mesas, mobiliario escolar, entre otros). Otra oportunidad es la introducción de nuevos productos de madera mezclados con otros materiales (plásticos, poliestireno y PVC, entre otros). Asimismo, el aumento en la diversificación de productos de madera nativa que tienen un ciclo largo de vida es una oportunidad que garantiza sustentabilidad ambiental y social en el uso del bosque.

Tal como se fue mencionando a lo largo del presente trabajo, las empresas del sector foresto industrial poseen una gran cantidad de oportunidades en donde cuestiones técnicas como la bioenergética, los desarrollos para el aprovechamiento de residuos e incluso cuestiones como la asociatividad resultan claves para la incorporación de innovación que sea sustentable con el medio ambiente y aumente de forma directa la competitividad de las empresas.

Por otro lado, resulta importante destacar que la industria del mueble debe desarrollar la capacidad de interpretar los cambios sociales y del mercado. El cliente exige diferenciaciones, especificaciones vinculadas al cuidado del medio ambiente (sea de la estructura como del diseño), es un cliente con

conciencia ecológica y el fabricante debe dar respuesta. El nuevo perfil del consumidor asociado a una mejora en la calidad de vida, va a ir marcando la tendencia del sector.

La innovación sustentable que implica un cambio transversal en la empresa. Implica, entre otros factores, el desarrollo y la implementación de modelos de producción que permitan hacer un mejor uso de los recursos naturales y reduzcan al máximo el impacto negativo en el medio ambiente.

Otro punto a tener en cuenta en la producción del mueble es el diseño y la incorporación de nuevos materiales. El mueble de madera se combina con otros materiales que permiten suplir las condiciones de la madera para dejarle a ésta y a sus derivados, otros roles en los productos finales. A nivel global esto está avanzado pero en la Argentina hay solo algunas experiencias aisladas.

A modo de conclusión, la competitividad y el cuidado del medio ambiente son aspectos complementarios e imprescindibles para una producción sustentable. La optimización de los procesos productivos y el uso más eficiente de los recursos se traduce en la creación de valor agregado, lo cual se relaciona con beneficios sociales y económicos, debido a la creación de empleo, aumento de los ingresos, disminución del uso de recursos y el aprovechamiento de desechos.

## Bibliografía

- ASORA Artículos Revista (2012, 2014).
- Braier, G. (2004), Informe complementario nacional. Tendencias y perspectivas del sector forestal al año 2020. Argentina, Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- CENES (Centro de Estudios de la Estructura Económica de la Facultad de Ciencias Económicas, U.B.A.)- El sector de muebles de madera y su encadenamiento productivo- (2003) Plan de Trabajo No 1: “Desarrollo de encadenamientos productivos en el MERCOSUR” Convenio de asistencia técnica entra la Secretaría de Política Económica del Ministerio de Economía y la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires Unidad de Preinversión (UNPRE).
- CEP (Centro de Estudios para la Producción) -2008 a, Análisis de los sectores productos de madera y muebles de madera en la Argentina, Síntesis de la Economía Real N°57.
- CEPAL (2010). Innovar para crecer. Santiago de Chile.
- CFI (Consejo Federal de Inversiones)- Argentina (2013).
- CBI Market Information Database (2014). *Sustainable Product Innovations in the Timber Industry*. Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands.
- CSIL (Centro Studi Industria Leggera) (2013). Reporte World Furniture Outlook 2014.
- Dini, M y Stumpo, G; (2011) Políticas para la innovación en las pequeñas y medianas empresas en América Latina. CEPAL Santiago de Chile.
- FAIMA (2011), Condiciones para el Desarrollo del Sector.  
(2014). Estadísticas 2014.
- FAO -FRA (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales. Forest and Genetically Modified Trees. Roma.
- FAO (2013). State of the World's Forests 2012.
- FAOSTAT Datos y Cifras 2012 productos forestales base de datos Forestal de FAOSTAT (<http://www.fao.org/forestry/statistics/es>), y después se publican en el Anuario FAO de Productos Forestales en el siguiente mes de abril (<http://www.fao.org/forestry/statistics/80570/es>).
- Federico J. (2012). Prospectiva Tecnológica Complejo Madera y Muebles.
- \_\_\_\_\_ (2012). Lineamientos estratégicos para profundizar la transformación estructural a nivel sectorial. IERAL, 2011.
- INET (Instituto Nacional de Educación Tecnológica) (2009), Sector Foresto-industrial- Informe final 2009.
- INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) (2011).  
\_\_\_\_\_, 2013.
- ITC/ITTO -International wooden furniture markets: A review Geneva: ITC/ITTO, 2005. xxxii, 233 p.

- Maderera Leonangeli Aserradero, 2012. “La innovación tecnológica en el sector maderero”.  
[http://leonangeli.com/site/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=986:la-innovaci%C3%B3n-tecnol%C3%B3gica-en-el-sector-maderero&Itemid=1](http://leonangeli.com/site/index.php?option=com_k2&view=item&id=986:la-innovaci%C3%B3n-tecnol%C3%B3gica-en-el-sector-maderero&Itemid=1).
- Mantau, U. et al. (2010). EUwood: Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report. Hamburg/Germany, June 2010. 160 p.
- Maslatón, C. (2005), Potencial del complejo maderero argentino, Documentos de Trabajo N° 2, INTI.
- \_\_\_\_\_, 2011, Plan Estratégico Industrial Argentina 2020- Sector Madera y Muebles.
- MINCYT-UIA (2008). Debilidades y Desafío Tecnológico del sector Productivo.
- Sharry, S. (2013). “Plan Argentina Innovadora 2020” Producción y Procesamiento de Recursos Forestales, Documento de Referencia- Abril 2013-.Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva- Secretaria de Planeamiento y Política en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

### **Página de Internet:**

United States Department of Agriculture- Forest Service: <http://www.fs.fed.us/>.

## **Anexo**

### **Lista de los expertos y las instituciones entrevistadas:**

FAIMA- Federación Argentina de la Industria Madereras y Afines:  
Gabriel Campins, (Vicepresidente 1°) y Esp.Ing Marcela Alejandra Bissio (Coordinadora Departamento de Desarrollo Foresto Industria). Alejandro Rivello (Responsable Comercio Exterior y Relaciones institucionales)

CADAMDA- Cámara de la Madera- Sig. Daniel R. Lassalle

CEMA (Cámara de Empresario Madereros y Afines)- Sig. Gabriel Campins (Presidente)

ASORA Lic. Alberto Pelagallo (Secretario de Redacción. ASORA Revista)

Mario Fridman presidente REciMAD s.a. (Vivienda de Madera y pallets)

Pablo Eliano (Especialista Forestal)

Emiliano Daniel Loutaif (Gerente de Producción FABRIL Maderera s. a).

Emmanuel Andrusyszyn (Gerente Producción- FLAG equipamientos).

Roberto Tarnowsky (Consultor por el Plan de Competitividad Conglomerado Productivo Muebles de Madera de Misiones)

Gustavo Cetrangolo- ex Subsecretario de Tierra y Bosques de la Provincia de Misiones  
Cámara de la Madera de Córdoba

### **Fuentes estadísticas:**

Federación Argentina Industria de la Madera y Afines (FAIMA)

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) - Ministerio de Industria de la Nación- INTI MADERA

Unión Industrial Argentina (UIA)

Instituto Nacional de Estadística- (INDEC)

### **Entrevistas con Cámaras Empresaria:**

Federación Argentina Industria de la Madera y Afines (FAIMA)

CADAMDA- Cámara de la Madera

CEMA (Cámara de Empresario Madereros y Afines)

Cámara de la Madera de Córdoba- Enzo Moriconi (Director Ejecutivo)

Asociación de Productores Foresto industriales y Comerciales de la Prov. de Salta

ASORA- Asociación de Fabricantes y Representantes de Maquinas, Equipos y Herramientas para la Industria Maderera

**Entrevistas con Empresarios:**

FABRIL Maderera s. a - Emiliano Daniel Loutaif (Gerente de Producción).

FLAG equipamientos - Emmanuel Andrusyszyn (Gerente Producción).

REciMAD s.a. - Mario Fridman (Presidente)

Bosque Nativo Almicar Edgardo Almada

DOVIS – FEDERICO- Innovación & Diseño – Marcelo Federico

GC & Asociados - Ing. Gustavo Cetrángolo, (Presidente).



## **V. Oportunidades de mejora en la competitividad del sector transformador plástico argentino a través de la innovación sustentable**

*Gustavo Baruj*

El objetivo del presente estudio es analizar la industria transformadora del plástico en la Argentina con la finalidad de detectar y relevar oportunidades de mejora en la competitividad de sus PyMEs a través de la innovación sustentable. Para ello, se hizo una exhaustiva revisión de la información secundaria disponible y se llevó adelante un relevamiento de información primaria entre el 20 de marzo y el 15 de mayo del presente año, a través de diferentes ‘*stakeholders*’ con distintos formatos de contacto (entrevistas en profundidad y talleres).

El sector transformador del plástico en Argentina representa alrededor del 10% del PBI industrial, está formado por casi 2.800 plantas (en su mayoría PyMEs) que emplean a unas 35.000 personas y se concentran fuertemente en el área metropolitana de Buenos Aires. La evidencia muestra que el sector es innovador en relación a la media industrial y que la problemática y sustentabilidad ambiental del negocio está instalada a nivel de firmas, instituciones intermedias e instituciones públicas tecnológicas. Esto se advierte en iniciativas de reciente implementación en el país, orientadas a disminuir el impacto ambiental del sector y que demandaron el compromiso e involucramiento de diferentes actores sociales dentro y fuera de la cadena productiva. Asimismo, se han identificado un número de oportunidades concretas, que no han podido ser implementadas aún pero que podrían ser abordadas en el futuro cercano, como por ejemplo: el desarrollo de maderas plásticas a partir del reciclado de residuos plásticos mixtos, la incorporación de cabezales de extrusión con control de espesores en línea y las introducción de tecnologías que mejoran la separación y lavado de los residuos en el proceso de reciclado mecánico, entre otras. Tanto la cohesión interna del sector, reflejada en el alto grado de participación de sus firmas en la cámara, como la creciente preocupación que existe al interior del sector y en la sociedad en general por el impacto que tienen los plásticos en el medio ambiente, permiten vislumbrar que los esfuerzos por la innovación sustentable deberían ser cada vez mayores a lo largo del tiempo.

## A. Introducción<sup>16</sup>

La creciente importancia por conciliar sustentabilidad ambiental y crecimiento económico imponen a países y firmas desafíos en materia de sustentabilidad. En muchos sectores y empresas se advierte que la mejora de la competitividad y el cuidado del medio ambiente pueden reforzarse mutuamente, a partir de esfuerzos por desarrollar e implementar tecnologías limpias que además de fomentar un desarrollo sustentable, también logran mejoras en la posición competitiva de los mismos (CEPAL, 2010). En este contexto la innovación sustentable, entendida como la creación de nuevos, o sustantivamente diferentes, productos, procesos, métodos de marketing, o estructuras organizacionales, los cuales (intencionalmente o no) producen mejoras ambientales comparadas con sus alternativas relevantes, constituye un reto y una oportunidad para dar respuesta al desafío mencionado.

El objetivo del presente estudio es analizar la industria transformadora del plástico con la finalidad de detectar y relevar oportunidades de mejora en la competitividad de sus PyMEs a través de la innovación sustentable. El análisis está basado en una exhaustiva revisión de información secundaria disponible y de un relevamiento de información a través de diferentes 'stakeholders'. Se realizaron entrevistas en profundidad a representantes de la Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP), empresarios, informantes calificados e investigadores/expertos en la temática de institutos que conforman el Sistema Nacional de Innovación. Adicionalmente, se organizaron tres talleres con empresarios para que trabajen de manera participativa y grupal en la identificación de oportunidades. En este punto es bueno destacar que tanto los casos como las oportunidades refieren fundamentalmente al subsector de envases y embalajes, producto principal del sector transformador plástico.

El estudio muestra que el sector plástico es innovador en relación a la media industrial en varios aspectos. Por un lado, las firmas muestran esfuerzos por innovar, medidos como gastos en innovación e investigación y desarrollo como porcentaje de las ventas, que están por encima de la media industrial. Por el otro, exhiben tener una tasa de lanzamiento de nuevos productos que también supera al promedio del sector industrial en su conjunto. La problemática y sustentabilidad ambiental del negocio está instalada a nivel de firmas, instituciones intermedias como la cámara sectorial del plástico e instituciones públicas tecnológicas locales como el INTI. Esto se advierte en iniciativas de reciente implementación como por ejemplo el programa polietileno reciclable, el programa consumo responsable de bolsas plásticas normalizadas y el proyecto piloto de antena de vigilancia tecnológica para el sector de envases plásticos para la industria alimentaria, que están orientadas a disminuir el impacto ambiental del sector y que demandaron y aún demandan el compromiso e involucramiento de diferentes actores sociales dentro y fuera de la cadena productiva. Dado que alguna de estas iniciativas / innovaciones no han alcanzado su potencial máximo de aprovechamiento, hay espacio para fomentar su difusión y así contribuir a la sustentabilidad sectorial.

Asimismo, se han identificado un número de oportunidades concretas, que no han podido ser implementadas aún pero que podrían ser abordadas en el futuro cercano como por ejemplo, el desarrollo de maderas plásticas a partir del reciclado de residuos plásticos mixtos, la incorporación de cabezales de extrusión con control de espesores en línea y las introducción de tecnologías que mejoran la separación y lavado de los residuos en el proceso de reciclado mecánico, entre otras. Tanto la cohesión interna del sector, reflejada en el alto grado de participación de sus firmas en la cámara, como la creciente preocupación que existe al interior del sector y en la sociedad en general por el

---

<sup>16</sup> Se destaca que el estudio, especialmente el Capítulo II, fue realizado con la colaboración del Mg. Carlos Aggio (UNLZ). Adicionalmente, se agradece a todos los representantes de agrupaciones empresariales e instituciones científicas, expertos y empresarios que han participado de entrevistas y de los talleres organizados en el marco del presente estudio, aportando su inestimable conocimiento del sector bajo análisis. Un particular reconocimiento se extiende a Sergio Hilbrecht (CAIP), Mario Tonelli (EcoPlas) y Marta Galak (INSTIPLAST y COTNYL S.A.) por sus contribuciones a lo largo de todo el estudio.

impacto que tienen los plásticos en el medio ambiente, permiten vislumbrar que los esfuerzos por la innovación sustentable deberían ser cada vez mayores a lo largo del tiempo.

El documento está organizado en cuatro capítulos incluida esta introducción. En el capítulo siguiente se analizan las principales características del sector transformador del plástico. En este se incluye una breve presentación del mercado global y un estado de situación más en detalle del sector en Argentina que brinda un marco para poder identificar áreas potenciales para la implementación de innovaciones sustentables. En el tercer capítulo, se introducen las “grandes líneas” por donde se están produciendo, o se prevé que se produzcan, cambios en el mundo en pos de una mayor sustentabilidad de la cadena del plástico. Con esas tendencias como referencia, se exponen por un lado, una serie de ejemplos de innovaciones sustentables que de modo ilustrativo reflejan esfuerzos y resultados que aunque sean incipientes y de alcance acotado, sirven como modelo de cambios en pos de la mayor sustentabilidad dentro de la cadena plástica y por el otro, un conjunto de oportunidades de innovación sustentable cuyo apoyo y promoción contribuirían a la sustentabilidad y competitividad del sector. En el cuarto y último capítulo se extraen las principales conclusiones del estudio.

## **B. Perfil sectorial**

El plástico es el nombre genérico de los compuestos orgánico-químicos obtenidos de sustancias naturales como el petróleo, gas natural, carbón y sal común. La industria transformadora plástica forma parte de una cadena de valor que comienza con la exploración y extracción de hidrocarburos, que la industria petroquímica convierte en resinas termoplásticas, principal insumo de la industria bajo estudio, que luego son transformados en una variedad de productos que en su mayoría tienen como destino final otras industrias. Se trata de un material relativamente nuevo dado que comenzó a producirse a nivel industrial a principios del siglo pasado. En la actualidad, está presente en una buena parte de los productos industriales y de consumo y la vida moderna es inconcebible sin él. Al mismo tiempo, esas características que hacen al plástico útil, como su durabilidad, la ligereza y el bajo costo, hacen también que la eliminación resulte problemática (UE, 2013).

En este capítulo se analizan las características principales del sector transformador del plástico. En primer lugar se hace una breve presentación del mercado del plástico a nivel global. Para ello se muestra la evolución de la producción, del comercio internacional y del consumo per cápita mundial y por principales regiones económicas. Adicionalmente, se identifican por un lado, las principales materias primas utilizadas y categorías de productos producidos; y por el otro, los países con mayor participación en la producción y comercio internacional. En segundo lugar se analiza con mayor profundidad la situación sectorial en Argentina. Se presenta de modo estilizado el proceso productivo y se da cuenta del estado de situación del sector como paso necesario para poder identificar áreas donde se podría fortalecer la competitividad sectorial a partir de la implementación de innovaciones sustentables.

### **1. Contexto internacional**

El sector del plástico y sus manufacturas es altamente competitivo a nivel mundial. Este rasgo se ha intensificado con la emergencia de nuevos y grandes jugadores como China e India hacia donde se ha venido desplazando la producción (e incluso últimamente el diseño) desde los países más desarrollados. Algo similar ocurre en el ámbito europeo donde parte de la producción, que históricamente se hacía en las economías más robustas del bloque, se está moviendo hacia los nuevos socios con potencial crecimiento y costo laboral más bajo. Su carácter de industria proveedora de otras industrias hace que exista capacidad productiva en prácticamente todo el planeta, prácticamente todos los sectores económicos demandan directa o indirectamente productos plásticos y les exige a sus proveedores estar presentes en el mundo entero y proveer el mismo producto con el mismo estándar de calidad en cada lugar. A modo de ejemplo, las autopartistas plásticas deben localizar filiales donde están instaladas las grandes terminales automotrices, del

mismo modo, la fabricación de materiales de empaque están forzados a establecer plantas industriales en los grandes mercados para así abastecer localmente a los clientes

La versatilidad y bajo costo del plástico ha hecho que crezca su consumo de manera exponencial durante todo el siglo pasado. Todo indica que esta tendencia se acentúe en el futuro teniendo en cuenta el crecimiento acelerado que evidencian economías, como la India, China, Brasil e Indonesia, pero también otros países en desarrollo. Según previsiones, la población mundial crecerá en 790 millones de habitantes cada decenio y podría superar los 9 000 millones de habitantes en 2050, con una nueva clase media de unos 2 000 millones de personas (UE, 2013). Esto tendrá un impacto positivo tanto en la demanda como en la cantidad de desechos de plásticos en todo el mundo. Este escenario positivo en términos de crecimiento productivo junto a la durabilidad del plástico dejan en evidencia la problemática asociada a la eliminación descontrolada de los mismos (el plástico puede persistir mucho tiempo en el medio ambiente). Teniendo en cuenta que el plástico es un material reciclable y que en la actualidad solo una pequeña fracción de los desechos de plásticos se recicla mejorar el reciclaje forma parte de la agenda internacional. Acciones en ese sentido contribuirían al uso más eficiente de los recursos, a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de combustibles fósiles. La adopción de medidas adecuadamente diseñadas para el reciclaje del plástico puede mejorar la competitividad, crear nuevas actividades económicas y puestos de trabajo.

#### **a) Producción y consumo mundial**

Desde mediados del siglo pasado, la producción y el consumo mundial de plásticos han mostrado un crecimiento sostenido a una tasa promedio anual del 9%. La producción total pasó de 1,5 millones de toneladas (Mt) anuales en 1950 a 265 Mt en 2010. Asimismo, la producción durante los últimos diez años ha sido equivalente a la producción de todo el siglo XX. Bajo el supuesto que se mantenga la situación actual se calcula que la producción mundial podría triplicarse de aquí a 2050 (EuPC, 2013).

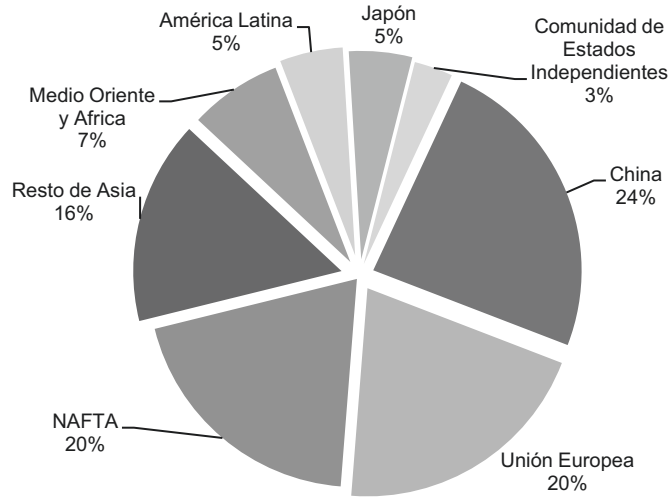
Durante el año 2012, dos terceras partes de la producción mundial de productos plásticos se elaboran en los países del NAFTA (20%) principalmente en EE.UU., la Unión Europea (20%) y en China (24%). Europa produce aproximadamente 60 millones de toneladas a lo largo de su territorio, siendo Alemania el principal productor de la región, explicando el 7,5% de la producción mundial seguido por Benelux (4,5%), Francia (3%), Italia (2%) y el Reino Unido y España (1,5%). América Latina, explica tan solo el 5% de la producción global siendo Brasil el principal productor de la región<sup>17</sup>.

A mediados de la década pasada el consumo anual per cápita total (incluye consumo intermedio industrial y final) era de aproximadamente 30 kg a nivel global, estimándose que el mismo podía ascender hasta 45 kg para el año 2015. Ahora bien, focalizándose en aquellas regiones más desarrolladas como el NAFTA y Europa Occidental este consumo alcanzaba los 100 kg per cápita anuales y se estimaba que ascendería a 140 kg para mediados de la presente década. Sin embargo, la región de mayor crecimiento potencial son los países asiáticos de rápido crecimiento (excluido Japón) donde el consumo per cápita ronda los 20 kg al año (EPRO, 2008). América Latina también es una región con alto potencial de crecimiento del consumo en la medida que acelere y sostenga su crecimiento económico, considerando que el consumo per cápita reciente es equivalente aún a una quinta parte del consumo que registran los países más desarrollados.

---

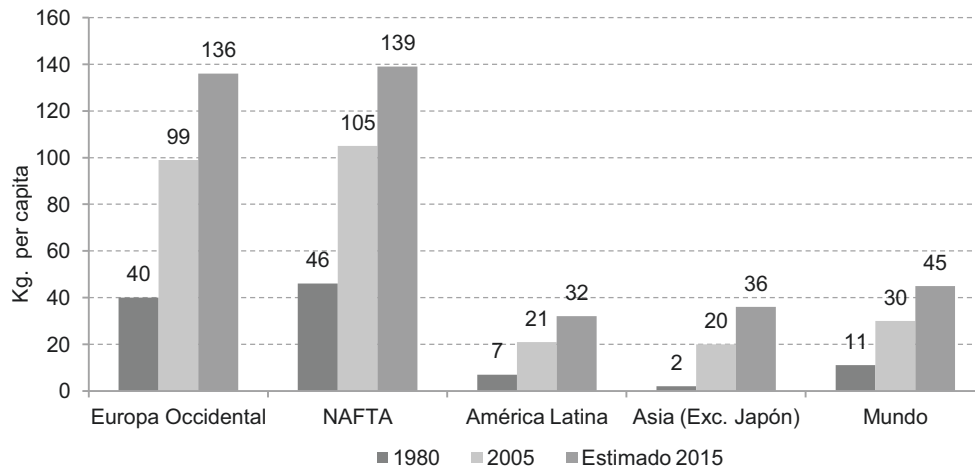
<sup>17</sup> El porcentaje de América Latina no incluye México dado que está incluido en la producción del NAFTA.

**GRÁFICO 22**  
**PRINCIPALES PRODUCTORES MUNDIALES POR REGIÓN, 2012**  
*(241 millones de toneladas)*



Fuente: EuPC (2013).

**GRÁFICO 23**  
**CONSUMO DE PLÁSTICOS POR REGIÓN, 1980–2005 Y ESTIMACIONES A 2015**  
*(En kilos per cápita)*



Fuente: EPRO (2008).

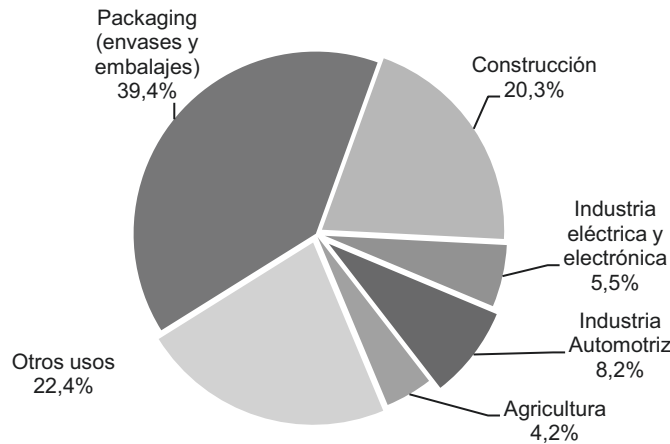
**b) Tipos de producto / aplicaciones**

La participación de mercado de las aplicaciones finales se ha mantenido estable en Europa a lo largo del tiempo. El segmento de los envases es el más importante, con un 39% de la demanda total. Al sector “envases” le siguen en orden de importancia el de la construcción (20,5%), el automotriz (8,3%) y el de equipamiento eléctrico y electrónico (5,4%). Aunque en 2011 casi todos los sectores de aplicación se mantuvieron más o menos estables, con un crecimiento de +/- 2%, aunque particularmente el automotriz aumentó casi un 10%. Bajo la categoría “Otros usos” se incluyen otros sectores como el de los aparatos domésticos y bienes de consumo, el de los muebles, el de la agricultura, el del deporte, o el de la sanidad y seguridad (EuPc, 2013).

En América Latina es posible analizar a Brasil como uno de los principales socios en el MERCOSUR y la UNASUR. En el gráfico 24 se muestran el tipo de productos plásticos que se consumen en dicho país. Si bien las categorías disponibles para este país y la Unión Europea no son estrictamente comparables, es posible advertir que: i) la demanda de envases y embalajes es la más importante tanto en la UE, donde representa casi el 40%, como en Brasil. En este caso la suma del 14,5%, en envases propiamente dicho, al 25,9% del sector alimentos (que en gran parte se explica por envases), resulta en un porcentaje similar ii) el segundo sector en relevancia es en ambos casos la construcción que explica una quinta parte de la demanda total de productos plásticos en la UE y el 15% en Brasil, iii) el tercer segmento en importancia es el automotriz en la UE y el de utilidades domésticas en Brasil. En ambos casos, se destaca la importancia de la demanda industrial vinculada estrechamente al crecimiento económico.

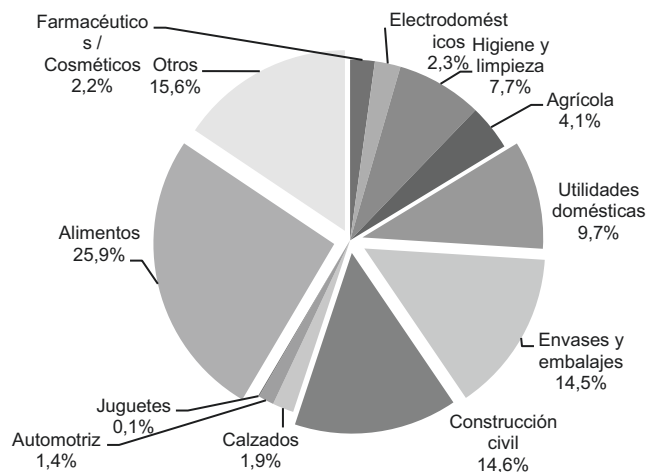
**GRÁFICO 24**  
**DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA EUROPEA DE PLÁSTICOS POR TIPO DE PRODUCTO, 2011**

(Total 45,9 millones de toneladas)



Fuente: EuPC (2013).

**GRÁFICO 25**  
**DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DE PRODUCTOS DE PLÁSTICO BRASILEÑA POR TIPO DE PRODUCTO, 2010**



Fuente: Vázquez (2012).



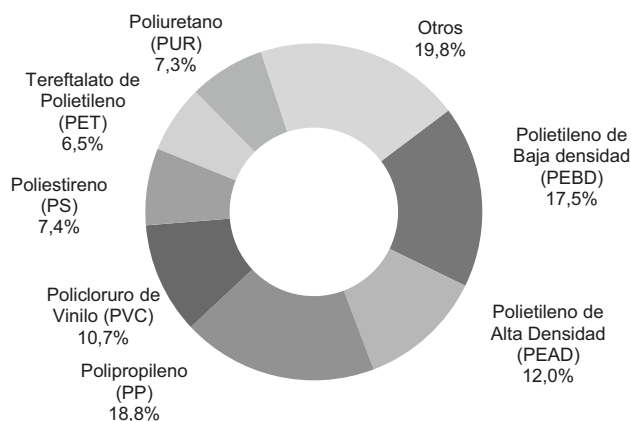
### c) Principales resinas termoplásticas

Existen distintos tipos de plásticos con una gran variedad de calidades que poseen propiedades específicas que se ajustan a diferentes aplicaciones (ver diagrama 12). Las seis familias de plástico de mayor consumo en el mundo son:

- Polietileno, incluidos el polietileno de baja densidad (PEBD), el polietileno lineal de baja densidad (PELBD) y el polietileno de alta densidad (PEAD)
- Polipropileno (PP)
- Policloruro de vinilo (PVC)
- Poliestireno sólido (PS) y expandido (PS-E)
- Polietileno tereftalato (PET)
- Poliuretano (PUR)

Conjuntamente, representan en torno a un 80% de la demanda total de plásticos en Europa. Los tres tipos de resinas más importantes según su participación de mercado son: el polietileno (29%), el polipropileno (19%) y el policloruro de vinilo (11%). El crecimiento de los diferentes tipos de plásticos varió en 2011, entre los que experimentaron mayores tasas de crecimiento están los llamados plásticos técnicos (incluidos en el grupo 'otros' en el gráfico adjunto)<sup>18</sup>. Por ejemplo, la demanda de poliamida se incrementó en un 8%, mientras que la demanda de los "seis grandes" aumentó entre un 1 y un 5,6%. En el año 2011, el poliestireno y el poliuretano, usados principalmente para la construcción y el aislamiento, experimentaron un crecimiento significativo. El crecimiento reciente de los plásticos técnicos se ha visto impulsado por la combinación del crecimiento general y de la recuperación de la caída causada por la crisis económica de fines de la década pasada, que afectó en mayor medida a los plásticos técnicos que a las cinco familias de mayor volumen (EuPC, 2010).

**GRÁFICO 26**  
**DEMANDA DE LA INDUSTRIA TRANSFORMADORA EUROPEA**  
**POR RESINA PLÁSTICA, 2012**  
*(45,9 millones de toneladas)*



Fuente: EuPC (2013).

<sup>18</sup> Los plásticos técnicos cuentan con mejores propiedades térmicas y mecánicas que las resinas termoplásticas más utilizadas y difundidas. Debido a su mayor costo, tienen a ser usadas para objetos pequeños y de bajo volumen (como componentes).

#### d) Principales exportadores e importadores mundiales

Teniendo en cuenta la fuerte asociación entre crecimiento económico y producción de productos plásticos, se advierte que las principales economías del mundo desarrollado y las nuevas grandes economías manufactureras dominan el comercio mundial. Aunque luego de cuatro décadas de crecimiento sostenido, hacia fines de la década de los noventa el consumo de plásticos en EE.UU. y Europa alcanzó cierto nivel de saturación, limitando el potencial crecimiento de esta industria. A partir de entonces, los países de Asia Pacífico (principalmente China y Taiwán) impulsaron la expansión del sector al tiempo que terminaron desplazando a los países desarrollados de su liderazgo. Sin embargo, más allá de lo antedicho, otro de los rasgos característicos de la industria plástica es su bajo grado de apertura comercial debido fundamentalmente a la elevada incidencia de los costos de transporte, por tratarse normalmente de productos con escaso valor por unidad de volumen (CEP, 2004).

**CUADRO 29**  
**PRINCIPALES EXPORTADORES E IMPORTADORES DE PRODUCTOS PLÁSTICOS, 2011**  
*(En toneladas)*

Ranking	Semiterminados				Envases y Embalajes			
	Exportadores		Importadores		Exportadores		Importadores	
1°	Alemania	14%	China	12%	China	13%	EEUU	14%
2°	Japón	14%	EEUU	8%	EEUU	11%	Alemania	7%
3°	EEUU	10%	Alemania	7%	Alemania	10%	Francia	7%
4°	China	7%	Francia	6%	Francia	6%	Reino Unido	6%

Fuente: Bekerman (2012).

### C. Perspectivas futuras y el desafío medioambiental

De acuerdo a un estudio reciente las tendencias futuras del sector plantean varios desafíos globales relacionados al cuidado del medio ambiente que también tendrán su impacto en Argentina. A saber<sup>19</sup>:

- La demanda de productos plásticos y la generación de residuos plásticos seguirá en aumento
- Los niveles de reciclado, principalmente mecánico se incrementarán
- Los niveles de recuperación energética seguirán en aumento (pero a tasas más bajas que el reciclado)
- Los niveles de residuos plásticos exportados para su reciclado y recuperación crecerán de la mano de los niveles y volúmenes generales de reciclado
- La producción de plásticos tenderá a estar aún más dominada por el mercado asiático y en particular por China
- La producción de bioplásticos crecerá rápidamente pero permanecerá como una proporción minoritaria de la producción total de productos plásticos por muchos años más
- La transformación de residuos en energía (incineración) se incrementará reduciendo el porcentaje de residuos vertidos en basureros

<sup>19</sup> BIOIS (2011).

- La principal fuente de materias primas seguirán siendo los hidrocarburos (no renovables) a pesar del mencionado aumento de los bioplásticos
- Los crecientes niveles de residuos plásticos hacen necesario que se amplíen y mejoren los sistemas de manejo de residuos

En función de esto, se estima que el impacto ambiental asociado a los residuos de los productos plásticos no solo es importante en la actualidad sino que a pesar de los esfuerzos previstos por atenuarlo, tanto por la industria como por las regulaciones de los países desarrollados, será creciente en los próximos años. Esto implica que hay una demanda por innovaciones sustentables que podrían ser aprovechadas por la industria local para fortalecer su competitividad.

## D. La industria transformadora plástica Argentina

### 1. La cadena productiva

#### a) Sector o segmento petroquímico

La principal materia prima de la industria transformadora del plástico es provista por el sector petroquímico que se ha convertido a lo largo de la segunda mitad del siglo pasado en uno de los principales sectores industriales básicos. El plástico fue sustituyendo de modo creciente a otros materiales, gracias al desarrollo de la industria petroquímica y a una naciente industria transformadora que modificó y creó una amplia variedad de productos para las industrias de la construcción, electrodomésticos, alimenticia y automóviles, entre otras. Esta industria toma las fracciones menos demandadas de los hidrocarburos líquidos y gaseosos (sector primario no descrito en este estudio) y los transforma a gran escala en productos petroquímicos. A éstos últimos se los agrupa en petroquímicos básicos e intermedios, que intervienen en la elaboración de otro conjunto de productos dentro del mismo sector, y los petroquímicos finales cuya oferta está dirigida a otras ramas de actividad para su posterior transformación. El nombre genérico de los productos destinados a la industria del plástico son las resinas termoplásticas (RT) y consisten en productos orgánicos sólidos o semisólidos de origen sintético que se calientan y se funden para darle su forma final cuando se enfrían. Las RT representan alrededor de tres cuartas partes de la producción petroquímica mundial y las principales son<sup>20</sup>:

- Polietileno de Baja densidad (PEBD)
- Polietileno de Alta Densidad (PEAD)
- Polipropileno (PP)
- Policloruro de Vinilo (PVC)
- Poliestireno (PS)
- Tereftalato de Polietileno (PET)

El proceso productivo de este sector se caracteriza por ser:

- Proceso continuo
- Intensivo en capital

<sup>20</sup> La restante cuarta parte de los productos petroquímicos finales se explican por: i) fibras sintéticas (10% de la demanda petroquímica mundial), ii) elastómeros sintéticos (entre el 7% y 10% de las ventas de la industria petroquímica final) se destina a la producción de neumáticos y de piezas industriales diversas, iii) fertilizantes nitrogenados (urea), y las combinaciones de nitrógeno con azufre (sulfato de amonio) o fósforo (fosfato de amonio) donde la demanda se relaciona con la actividad agrícola iv) miscelánea de productos petroquímicos finales que intervienen como insumos auxiliares en diferentes industrias (Ramal, 2003).

- Fuerte presencia de economías de escala
- Alto grado de especificidad de los activos productivos involucrados

La incidencia que tiene la mano de obra en la estructura de costos es muy baja tanto en términos absolutos como en relación al costo de los hidrocarburos, cuya volatilidad en precios y cantidad producida implican la necesidad de una ajustada logística de abastecimiento de materias primas, de modo de poder estabilizar el aprovisionamiento en los niveles que hacen eficientes a las plantas petroquímicas. Debido a la intensidad en capital, la capacidad de producción se expande y reduce mediante “saltos” que requieren de proyectos de inversión de gran magnitud y plazos de maduración relativamente largos. Las importantes economías de escala sumadas a la necesidad de mantener una minuciosa correspondencia entre los distintos eslabones de la cadena petroquímica (básicos, intermedios y finales), explica que las variaciones en la capacidad instalada suelen ser desplegados modularmente y actúan como incentivo a que se integre más de un eslabón productivo. Asimismo, la volatilidad en precios y cantidades producidas de los hidrocarburos implican la necesidad de una ajustada logística de abastecimiento de materias primas. Dicha logística actúa como incentivo para la integración vertical entre la actividad petrolera y la petroquímica (Bekerman, 2012). Desde el punto de vista estructural, es un mercado que se caracteriza por la presencia de grandes empresas, con una fuerte concentración y cuya dinámica responde al tipo oligopólico. Sin embargo, existen segmentos de producción y nichos de mercado que son ocupados por empresas medianas.

Para conservar su competitividad, los fabricantes de resinas termoplásticas siguen reaccionando con enormes esfuerzos en dirección a la racionalización, reconfiguración de vías de distribución, reestructuraciones, fusiones y adquisiciones. Para alcanzar estándares unificados de calidad de producto y, al mismo tiempo, producir de manera competitiva, los fabricantes intentan alcanzar una óptima condición de costos utilizando tecnología de procesos ultramoderna en instalaciones grandes y de escala mundial. En las actividades de desarrollo de los fabricantes también están en el centro de atención las mejoras técnicas de procesos y la investigación sobre catalizadores, mientras que la investigación de polímeros originaria perdió importancia. Para la producción de poliolefinas, la investigación de catalizadores todavía conlleva un enorme potencial.

Ahora bien, para poder utilizar las altísimas capacidades de producción de las instalaciones de escala mundial es necesario conservar una porción proporcional del mercado general. En consecuencia: la concentración en unos pocos fabricantes de plástico se sigue incrementando en todo el mundo. Desde la década del ochenta, la industria transita por un proceso de concentración. Pasado el umbral del nuevo siglo se produjo la consolidación con la participación de casi todos los actores importantes del mercado.

**DIAGRAMA 12**  
**ESQUEMA PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA DEL PLÁSTICO**



Fuente: Centro de Estudios para la Producción (2004) y Unión Industrial Argentina (2008).

## b) Sector o segmento transformador del plástico

Esta es la industria sobre la cual se concentra el análisis. La misma está formada por empresas que procesan las RT modificando su forma a través del empleo de calor. El productor petroquímico suministra las RT en forma de “pellet” y las firmas plásticas la retornan al estado líquido, para luego ser transformada en productos nuevos mediante alguno de los siguientes procesos de transformación (Ramal, 2003 y CEP, 2004):

- **Extrusión:** Mediante este proceso los pellets se cargan en una tolva, luego pasan a una cámara de calentamiento, donde son fundidos por un tornillo de revolución continua. Al final de la cámara, el plástico es empujado a través de una pequeña abertura o matriz con la forma del producto. Al salir de la matriz el plástico extruido es enfriado por sopladores o por inmersión en agua.
- **Moldeo por inyección:** En este mecanismo los pellets se introducen en un cilindro, donde se los calienta. Luego, cuando el plástico se reblandece, un tornillo sinfin lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero para darle forma. El molde y el plástico se enfrían mediante unos canales interiores por los que circula agua.
- **Moldeo por soplado:** Proceso que consiste en estirar el plástico para luego endurecerlo contra un molde. Se divide en dos categorías principales: soplado por extrusión y soplado por inyección.
- **Calandrado:** Consiste en hacer pasar el material plástico a través de unos rodillos que producen, mediante presión, láminas de plástico flexibles de diferente espesor.
- **Termoformado:** Proceso por el cual se le da forma a una lámina de plástico, utilizando calor y presión para empujar al plástico ablandado dentro de un molde.

Estos procesos constituyen una tecnología ya madura y estandarizada. La misma está bien difundida entre los productores alrededor del mundo y con más de 20 años de existencia. No obstante, la aparición de nuevos materiales termoplásticos, algo que se desarrolla más adelante en el presente estudio, y la búsqueda de mejoras en la eficiencia productiva exige a los fabricantes a renovar su parque de maquinarias y equipos.

Como ya fue mencionado, la industria plástica produce artículos que en su mayoría están orientados a mercados industriales, razón por la cual se la conoce como industrias de industrias. En función de su finalidad los mismos pueden ser agrupados en:

- **Semielaborados** (productos que luego serán transformados nuevamente por otras industrias): barras, varillas, perfiles, placas, láminas, hojas, revestimientos, etc.
- **Envases y embalajes:** cajas, cajones, bolsas, botellas, bidones, damajuanas, frascos, potes, tambores, tapones, tapas, etc.
- **Tuberías, sanitarios y otros materiales para la construcción:** tubos y accesorios de tuberías (juntas, codos, empalmes, etc.), mangueras, bañeras, duchas, bidés, inodoros, depósitos, cisternas, puertas, ventanas y sus marcos, etc.
- **Artículos de uso doméstico:** vajillas y demás objetos para el servicio de mesa o de cocina (biberones, juegos de té, café, vasos, tazas, platos), artículos para higiene y tocador (jaboneras, portacepillos, portarrollos, esponjas, toalleros, cortinas de baño, etc.)
- **Otros insumos:** artículos de oficina, correas de transmisión y correas transportadoras; artículos de laboratorio o de farmacia, accesorios utilizados para hemodiálisis; partes de vehículos automóviles; cascos de seguridad, etc.
- **Otros bienes de consumo final:** artículos escolares; accesorios de vestir; estatuillas y adornos; etc.

El siguiente cuadro resume una gran parte del universo de productos plásticos que surgen de la combinación de materias primas y procesos de transformación.

**CUADRO 30**  
**PRODUCTOS PLÁSTICOS POR RESINA, PROCESOS Y FINALIDAD**

Producto / Resina	Semielaborados	Envases y Embalajes	Tuberías, sanitarios y otros materiales para la construcción	Uso doméstico	Resto
PEBD	Extrusión (películas para agro, láminas para envases y termoformados, film para pañales, stretch)	Extrusión (Bolsas industriales y supermercados); Soplado (botellas, pails y tambores)	Extrusión (tuberías para riego, cables)	-	-
PEAD	Extrusión (películas para agro, láminas para envases y termoformados, film para pañales, stretch)	Inyección (recipientes para: recolección de frutas, residuos, transporte de bebidas, etc.); Extrusión (bolsas industriales y para art. de limpieza, cosmética y aceites lubricantes, pails y tambores)	Extrusión (caños para gas, telefonía, agua potable, drenaje y uso sanitario)	-	-
PP	Extrusión (films, monofilamentos, planchas)	Inyección (tapas para envases, art. de menaje, cajones de bebidas, etc.)	Extrusión (caños y accesorios, válvulas, aislación de alambres y cables, etc.)	Inyección (art. de menaje, muebles de jardín)	Inyección (autopartes, partes de electrodomésticos)
PVC	Extrusión (películas y láminas, revestimientos)	Termoformado (bandeja para alimentos); Extrusión-Soplado (packaging de golosinas); Soplado (botellas de aceites, cosméticos y bidones de agua)	Extrusión (caños, aislación de alambres y cables, perfiles para puertas y ventanas, etc.)	Inyección (artículos para cocina)	Inyección (bases para zapatillas y zapatos; productos de cuero sintético); Calandrado (blisters farmacéuticos, tarjetas de crédito)
PS	Extrusión (planchas de PS espumado)	Extrusión (envases descartables para lácteos y otros alimentos); Termoformado (bandejas para catering, snacks y fast food)	-	Inyección (vasos, cubiertos, etc.)	Inyección (paneles interiores para refrigeración, piezas y equipos eléctricos, electrónicos y telefónicos)
PET	Inyección (preformas)	Inyección-Soplado (botellas de gaseosa, agua mineral, aceite, art. de limpieza y cosmética); Extrusión (envases alimentos, medicinas y cosméticos)	-	Extrusión (bolsas para horno); Termoformado (bandejas para microondas)	-

Fuente: Centro de Estudios para la Producción (2004).

### c) Segmento de comercialización

Desde el punto de vista del mercado de destino, la industria transformadora del plástico provee a un conjunto de actividades que presentan características similares a las de sus proveedores en términos de concentración. Entre ellas, es posible mencionar a las grandes cadenas comerciales —fuertes consumidoras de bolsas y film para uso general—; la industria de la alimentación —que emplea diferentes variantes de envases rígidos o flexibles—; los fraccionadores de bebidas, las terminales automotrices, y la de la construcción, entre otros. Sin embargo, lo anterior no debe llevar a considerar a todo el sector transformador como una estructura homogénea. Como ya se ha mencionado se pueden diferenciar cinco grandes bloques de productos: semielaborados, envases y embalajes, tuberías, sanitarios y otros materiales para la construcción, artículos de uso doméstico y el resto de los productos plásticos. Esta segmentación resulta útil no sólo para simplificar el análisis, atento a la multiplicidad de productos que integran esta actividad, sino también para analizar las distintas estructuras de mercado y dinámicas competitivas que conviven en el sector. Al respecto, los segmentos de mayor concentración relativa son los de productos semielaborados, materiales para la



construcción y algunos rubros de envases y embalajes (por ejemplo, las botellas para bebidas sin alcohol y los envases flexibles para alimentos lácteos).

Así es que desde el lado de sus clientes, aparecen fuertes elementos que condicionan a la industria transformadora tanto en el plano tecnológico como comercial. En lo tecnológico, el desarrollo reciente de normas de calidad y homologaciones técnicas globales obligan al sector transformador de plástico a producir en estrecha vinculación con su cliente, cumpliendo con diseños y especificaciones provistas por éste. En el plano comercial, las firmas de la industria transformadora plástica tiene escaso poder de negociación en lo que refiere a precios y condiciones de pago con sus clientes (Ramal, 2003).

Finamente, resulta relevante mencionar que una vez consumidos si los desechos de plásticos no son tratados quedan en el medio ambiente —especialmente en el medio marino—, durante centenares de años. Los 10 millones de toneladas de basura, principalmente plásticos, que van a parar cada año a los océanos y los mares de todo el mundo, convirtiéndolos en el mayor vertedero de plásticos del planeta, dañan el medio litoral y marino, así como la vida acuática. Se calcula que las placas de residuos que hay en los océanos Atlántico y Pacífico pesan del orden de 100 millones de toneladas, de las que alrededor de un 80 % son plásticos (UE, 2013). Si bien este problema surge post consumo, la dimensión y complejidad de la problemática ambiental tiene implicancias productivas para el sector transformador.

## 2. La industria transformadora

Actualmente la industria transformadora del plástico representa alrededor del 10% del PBI industrial y el 1,5% del PBI total (CAIP, 2014). Esta participación en el nivel de actividad surge como resultado de un sostenido crecimiento a lo largo de la última década a la par de uno de los procesos de expansión económica más prolongado que Argentina experimentó en su historia. En esta sección se profundiza el análisis en el eslabón de la cadena de la transformación del plástico, foco central del presente estudio. En primer lugar, se presenta la demografía empresarial y la evolución del empleo a lo largo de los últimos años de modo de poder caracterizar los distintos tipos de firmas que operan en el sector, su localización geográfica y tamaño. En segundo lugar, se analiza la evolución reciente de la producción el consumo per cápita y se identifican los principales productos que se producen en el país y los sectores económicos que los demandan. En tercer lugar, se analizan los flujos de comercio internacional con la intención de dimensionar la relevancia que tiene el comercio exterior en el sector, cuantificar el superávit/déficit comercial e identificar los principales mercados de destino y bloques económicos de origen de las importaciones. En cuarto lugar, se evalúa la intensidad innovadora de las empresas a partir de los esfuerzos por innovar que realizan (insumos) y los resultados innovadores que obtienen. Por último, se cierra la sección con una breve descripción del entramado institucional que ayuda a entender la cohesión sectorial imperante y la relevancia asignada a la innovación y a la sustentabilidad.

### a) Composición empresarial

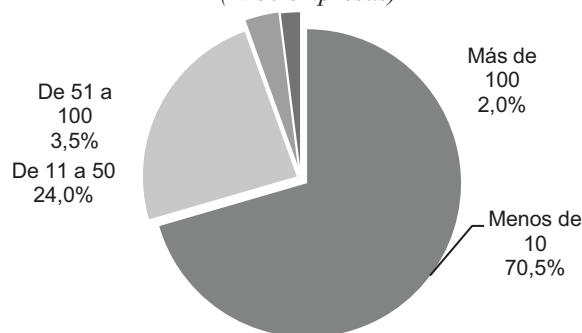
La flexibilidad requerida por los diseños de fabricación y los requerimientos de capital relativamente bajos, hacen de la industria plástica un sector eminentemente PyME, eslabonado productivamente entre actividades que se distinguen por su elevado grado de concentración. En Argentina, diversos estudios coinciden en que el sector transformador local ha tenido una dinámica caracterizada por la segmentación en por lo menos cuatro tipos de empresas (Bekerman, 2012, CEP, 2006, Ramal, 2003):

- **Empresas medianas de capital nacional que producen productos diferenciados:** se trata, en general, de empresas familiares, que constituyen el núcleo fundador de la industria plástica en Argentina. Poseen maquinaria y equipos modernos y muchas de estas firmas son exportadoras. Algunas de estas firmas se ubican en los segmentos de caños, compuestos de PVC, bandejas de Poliestireno, films de Polietileno, entre otras.

- **Empresas medianas de capital nacional que producen “commodities”:** el caso típico es el de los productores de bolsa camiseta y bobinas de arranque para supermercados.
- **Filiales de empresas transnacionales:** mayormente son medianas o medianas grandes en términos de empleo, que se instalaron en Argentina por medio de la adquisición de firmas locales o instalando sus propios plantas.
- **Micro y pequeñas empresas familiares:** que en su mayoría abastecen a reducidos segmentos de mercado o realizan trabajos para terceros. Presentan poco grado de sofisticación tecnológica.

En el gráfico siguiente se muestra de modo aproximado qué porcentaje del total de empresas está explicado por cada uno de estos actores. Así, más del 70% de las empresas emplea 10 personas o menos y son micro y pequeñas firmas familiares. Asimismo, existe un grupo reducido (5,5%) que emplean a más de 50 trabajadores donde es posible identificar a las empresas medianas de capital nacional y las filiales de firmas transnacionales.

**GRÁFICO 27**  
**FIRMAS DE LA INDUSTRIA PLÁSTICA POR NÚMERO DE PERSONAL OCUPADO, AÑO 2013**  
(2780 empresas)



Fuente: Elaboración propia en base a CAIP (2014).

Actualmente el sector cuenta con alrededor de 2.800 plantas fabriles que ocupan cerca de 40.000 personas de manera directa. El tamaño medio de las plantas asciende a 12,5 operarios, un 25% más grande que a principios de la década del noventa. Respecto de la evolución histórica de estas variables, en el siguiente cuadro se observa que entre 1990 y 2013 pueden distinguirse dos etapas bien diferenciadas en lo que respecta a la creación de empleo (y de empresas) en el sector transformador. Entre 1990 y 2000 se destruyeron más de 1.000 plantas (30%), pasando de 3.500 a 2.400 en el año 2000 y alrededor de 10.000 puestos de trabajo. La recuperación iniciada a mediados de 2002, impulsada primero por la demanda industrial y luego por la construcción se tradujo en la creación de centenares de nuevas empresas y 9.000 nuevos puestos de trabajo, retornando a los niveles de mano de obra previos al impacto de las políticas de apertura y liberalización implementadas a comienzos de los años noventa.

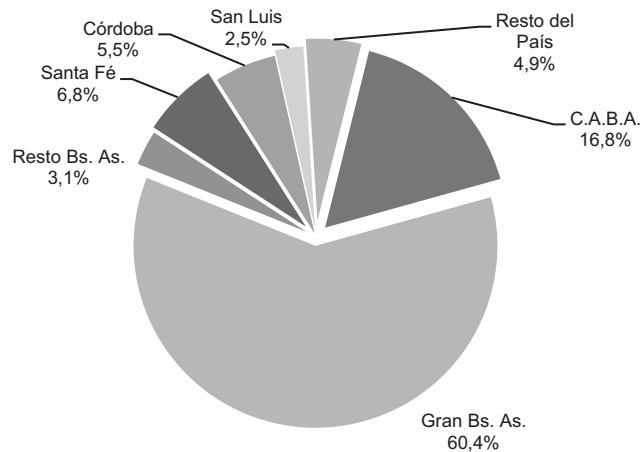
**CUADRO 31**  
**NÚMERO DE FIRMAS, PERSONAL OCUPADO Y TAMAÑO MEDIO DE FIRMAS DE LA INDUSTRIA PLÁSTICA. AÑOS SELECCIONADOS**

Año	Número de firmas	Personal ocupado	Tamaño medio
1990	3 500	38 000	10,9
1995	2 600	30 000	11,5
2000	2 385	29 000	12,2
2006	2 680	32 000	11,9
2009	2 710	34 000	12,5
2013	2 795	35 000	12,5

Fuente: Elaboración propia en base a CAIP (2014).

En lo territorial, se observa que las firmas están aglomeradas fuertemente en el área metropolitana de Buenos Aires. Más de tres cuartas partes de las mismas están radicadas en la Ciudad de Buenos Aires (16,8%) y el Gran Buenos Aires (60,4%). Las firmas restantes reparten entre las provincias de la región pampeana cercana a los grandes mercados urbanos como ser: Santa Fe (6,8%), Córdoba (5,5%), resto de la Provincia de Buenos Aires (3,1%) y así como en la Provincia de San Luis (2,5%). Esta última provincia atrajo inversiones de empresas del sector en base a un régimen de promoción industrial.

**GRÁFICO 28**  
**LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE EMPRESAS PLÁSTICAS AÑO 2013**  
(2 780 empresas)



Fuente: Elaboración propia en base a CAIP (2014)

En el cuadro 31 se presentan los principales productos para cada categoría, las empresas más significativas y el grado de concentración al interior de esos segmentos del mercado. Dentro de la categoría de productos semi terminados se destaca, por un lado la producción de films, placas y preformas para la industria alimenticia y por el otro el creciente segmento productor de films para silo bolsas. Este último se ha difundido exponencialmente en respuesta a la creciente necesidad de acopio de granos asociada a las ganancias de productividad del sector agrícola. El dinamismo del segmento se explica por la oferta altamente concentrada en un grupo reducido de empresas que ofrece un silo que pesa 120 kilos con capacidad de almacenar 1.700 veces su propio peso (aproximadamente 200 toneladas de grano). En el segmento de bolsas y embalajes la producción está más distribuida en un mayor número de firmas. De esta categoría forman parte las bolsas de diferente tipo y tamaño que se utilizan en el sector comercial en general y de supermercados. También los envases plásticos para la industria de la cosmética y de bebidas. La tercera categoría se refiere a tubería y sanitarios fundamentalmente destinados al sector de la construcción donde cerca del 80% de la producción está explicada por media docena de firmas. Por último, en la categoría productos para uso doméstico existe una gran diversidad de bienes como baldes, palanganas, vajilla, jaboneras, escobas, cepillos, coladores, jarras, guantes, esponjas, entre otros siendo este segmento relativamente poco concentrado del mercado.

**CUADRO 32**  
**PRINCIPALES PRODUCTOS, EMPRESAS Y CONCENTRACIÓN**  
**DE MERCADO POR CATEGORÍA**

Categorías	Productos	Principales empresas	Concentración de mercado <sup>a</sup>
Semi - terminados	Placas, láminas y hojas	Vitopel Klockner, Pentaplast, Celmat, Sigdopak	AC
	Film		
	Preformas		
Envases y embalajes	Film para agro	Ipesa, Plastar, Impex	MAC
	Cajas y cajones, botellas, tapas y taponés		
	Bolsas		
Tuberías, sanitarios y otros	Envases para cosmética y alimentos	Bandex, Syphon, ITA, American Plast, Engelmann, Clover Plast, Celpack	MC / AC
	Caños y accesorios para infraestructura		
	Caños y accesorios para uso doméstico		
Art. Para uso doméstico	Polimex, Industrias Saladillo, Nicoll, Tigre Arg., Amitech	Dart Sudamericana, American Plsat, Bella Cup, Colombraro Hns., Nuva	MC / AC
	Vajilla y diversos artículos de cocina		
Resto	Menaje	Garden life, Dynamit Nobel, Mascardo, L'Equipe Monteur, Albano Cozzuol	AC
	Muebles de jardín		
	Autopartes		

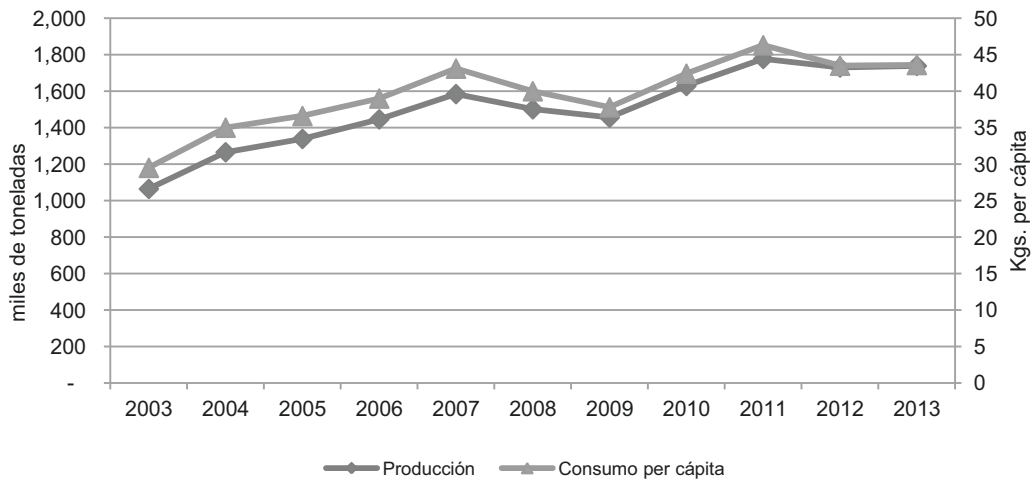
Fuente: Centro de Estudios para la Producción (CEP) en base a CAIP.

a: Se considera que hay muy alta concentración (MAC) cuando tres o menos empresas concentran el 85% del mercado; alta concentración (AC) cuando de seis a siete empresas tienen 70-80% del mercado o tres empresas tienen el 50% y moderada concentración (MC) cuando de tres a seis empresas manejan el 40-50% del mercado.

## b) Volúmenes de producción y consumo per cápita

La evolución del volumen producido a lo largo de los últimos años muestra un fuerte crecimiento a una tasa promedio anual del 6,6%. Se produjo una contracción en el bienio 2008-09 como causa de la crisis financiera internacional. Siendo el sector una industria de industrias, la recuperación iniciada a mediados de 2002 fue impulsada primero por la demanda industrial y luego por la construcción. El escenario económico post convertibilidad más estable y la mejor performance de las ramas demandantes, hizo crecer la producción ubicándola en valores similares al valor máximo pre crisis (1996). Junto con la recuperación de la demanda industrial doméstica, la mayor competitividad de los productos en el exterior y la sustitución de buena parte de los artículos que antes se importaban, constituyeron otros factores dinamizadores (CEP, 2006). La producción máxima se produjo en el año 2011 (1,77 millones de toneladas). Sin embargo, la desaceleración de la economía en el año 2012 impactó en el sector de modo tal que produjo una contracción del 2,6% que se revirtió, aunque moderadamente, al año siguiente. El gráfico 29 también muestra que el consumo per cápita en Argentina era en el año 2005 (único año con información comparable) 1,7 veces más alto que el observado en el promedio de América Latina y un tercio del nivel de consumo presente en Europa occidental y América del Norte. La información disponible no permite determinar si el consumo per cápita local en comparación con el nivel de los países más desarrollados se ha reducido luego del dinamismo registrado a lo largo de los últimos 10 años. Sin embargo, en cualquier escenario que se evalúe, la industria transformadora del plástico tiene un potencial amplio de crecimiento futuro.

**GRÁFICO 29**  
**PRODUCCIÓN TOTAL DE PRODUCTOS PLÁSTICOS Y CONSUMO PER CÁPITA**  
*(En miles de toneladas y Kg. por habitante)*



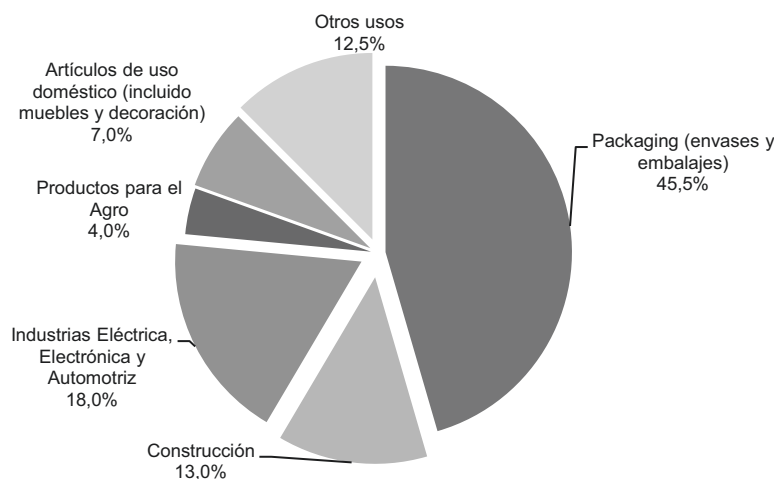
Fuente: Elaboración propia en base a CAIP (2014).

El análisis de los productos por campo de aplicación revela la importancia que tienen otros sectores industriales en la demanda final (gráfico 30). Casi la mitad de los productos están destinados a envasar y embalar productos de otras industrias de consumo masivo. Por su parte, los materiales para la construcción y los componentes de plásticos para industrias, eléctricas, electrónica y automotriz, todos sectores de alto dinamismo ininterrumpido a lo largo de la última década, explican el 13% y el 18% de la producción total. En contraste, los productos con destino final de uso doméstico representan tan solo el 7% del total.

Asimismo, otra evidencia que muestra el carácter de industria de industrias del sector es que la proporción de ventas dirigidas a otras empresas industriales es significativamente más alta para las PyMEs del sector que para el promedio total de las PyMEs industriales<sup>21</sup>. Como se observa en el gráfico 30, la mitad de las ventas de las empresas PyMEs está orientada a otras empresas, comparado con casi el 30% para el promedio de la industria (Fundación Observatorio Pyme, 2010). De este modo, en el plano comercial, las firmas de la industria cuentan con escaso poder de negociación en lo que refiere a precios y condiciones de pago con sus clientes (Ramal, 2003).

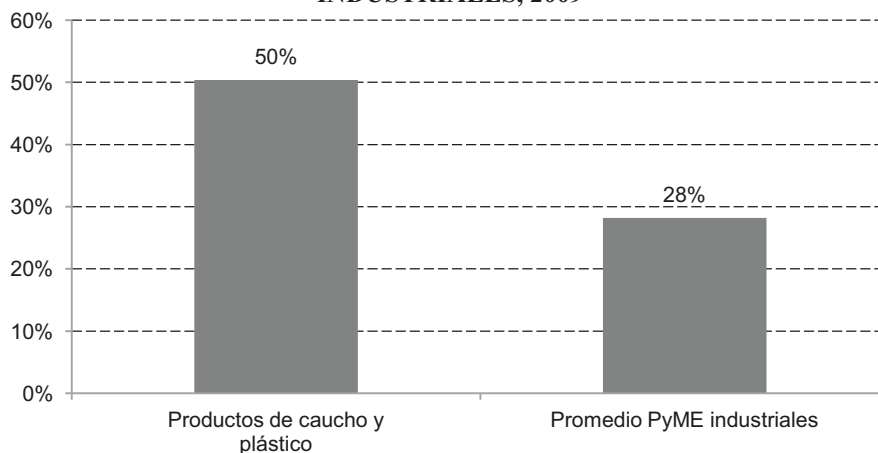
<sup>21</sup> El sector transformador plástico está presentado de modo conjunto con Productos de caucho (Rama 25 de la CIUU revisión 3). La comparación entre empresas de ambos sectores no arroja diferencias significativas.

**GRÁFICO 30**  
**DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA TRANSFORMADORA POR TIPO DE PRODUCTO, 2013**  
*(En toneladas)*



Fuente: Elaboración propia en base a CAIP (2014).

**GRÁFICO 31**  
**PORCENTAJE DE VENTAS DE LAS PYMES DIRIGIDAS A OTRAS EMPRESAS INDUSTRIALES, 2009**



Fuente: Elaboración propia en base a Fundación Observatorio Pyme (2010).

### c) Comercio exterior<sup>22</sup>

Un rasgo de la industria es el relativamente bajo grado de apertura comercial. La principal razón de esto es la elevada incidencia de los costos de transporte en estos productos que tienen un reducido valor por unidad de volumen. El gráfico 32 muestra las cifras que confirman la baja apertura del sector. Del mismo se desprende que la evolución positiva de la producción y el consumo aparente a lo largo de los últimos años, se registró con exportaciones que en promedio se mantuvieron por

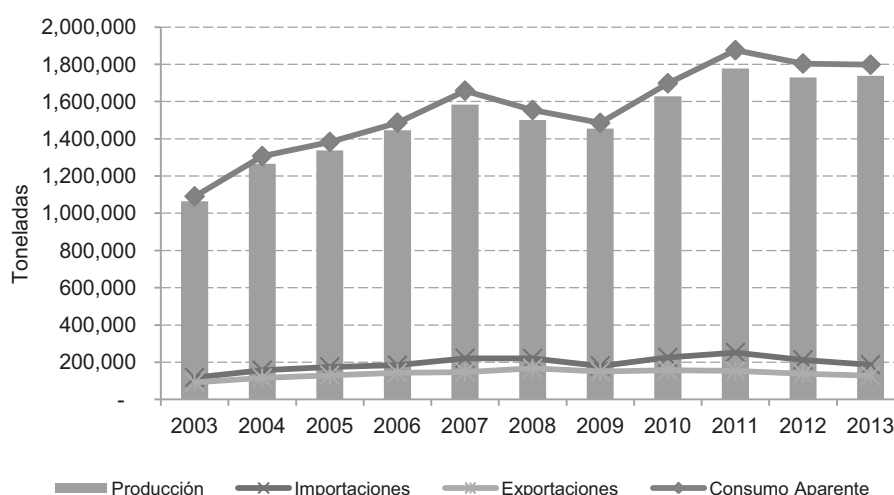
<sup>22</sup> El análisis no incluye el comercio 'indirecto'. Esto es, la inclusión de componentes plásticos en productos comerciados (ej. alimentos envasados).



debajo del 10% de la producción local total e importaciones que como porcentaje del consumo aparente oscilaron entre el 11% y 13,5%<sup>23</sup>.

Esto no quita que el sector transformador local intercambie sostenidamente una parte de sus productos, tanto semielaborados como terminados con distintos países. En el año 2011, el valor exportado ascendía US\$ 600 millones, 3 veces superior al que se registró 8 años antes, resultado del crecimiento experimentado. En líneas generales, las ventas externas muestran un comportamiento procíclico; siguiendo las tendencias de la producción. En tal sentido, el CEP (2006) explica esto como resultado de una mejora de competitividad vinculada a la reducción de los costos unitarios junto a una mayor ocupación de la capacidad instalada.

**GRÁFICO 32**  
**PRODUCCIÓN, EXPORTACIONES, IMPORTACIONES Y CONSUMO APARENTE**  
(En toneladas)



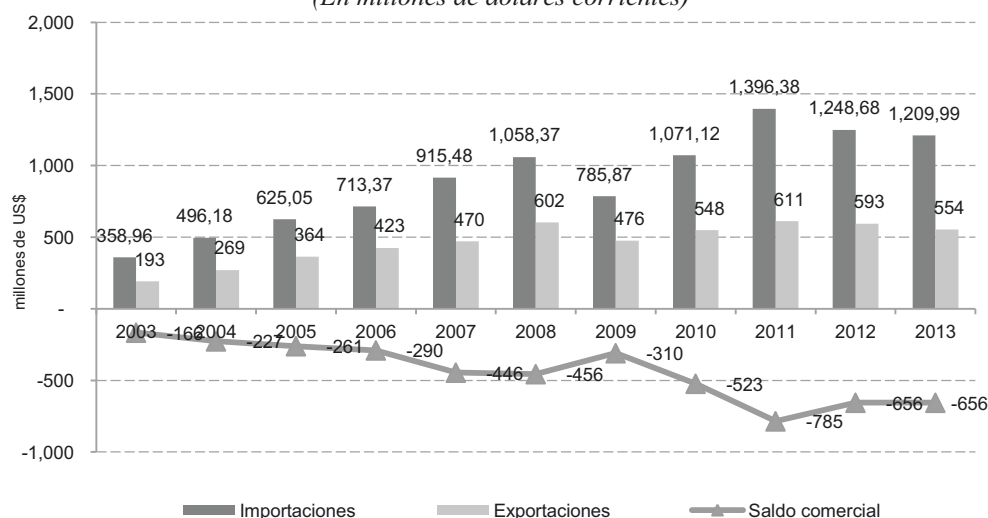
Fuente: Elaboración propia en base a CAIP (2014).

Por su parte, las importaciones que partieron en el año 2003 de un nivel cercano a los US\$ 360 millones se multiplicaron por 3 en el período 2003-2013 (ver gráfico 33). Como resultado, el saldo comercial negativo en todo el período se incrementó tanto en términos absolutos como porcentaje del comercio intrasectorial hasta el año 2011. Las compras externas también han seguido la evolución del ciclo productivo del sector y la recuperación del mercado interno post devaluación. En el año 2012, con la desaceleración de la economía se contrajeron tanto las exportaciones como las importaciones pero éstas últimas a una tasa mayor, lo que redujo un 17% el déficit comercial sectorial en el año 2012. En términos absolutos el saldo comercial al año siguiente se mantuvo idéntico en US\$ -656 millones.

El análisis de los principales socios comerciales muestra que las exportaciones están fuertemente concentradas en los países miembros del MERCOSUR (donde Brasil explica más del 90% de lo que se vende en el bloque comercial). Si bien los países extra MERCOSUR ganaron participación, es posible afirmar que la estructura se ha mantenido relativamente estable a lo largo de los últimos quince años. Asimismo, es necesario aclarar que todos los destinos extra MERCOSUR de relevancia, son países de la región, sin que se hayan destacado como destino países desarrollados.

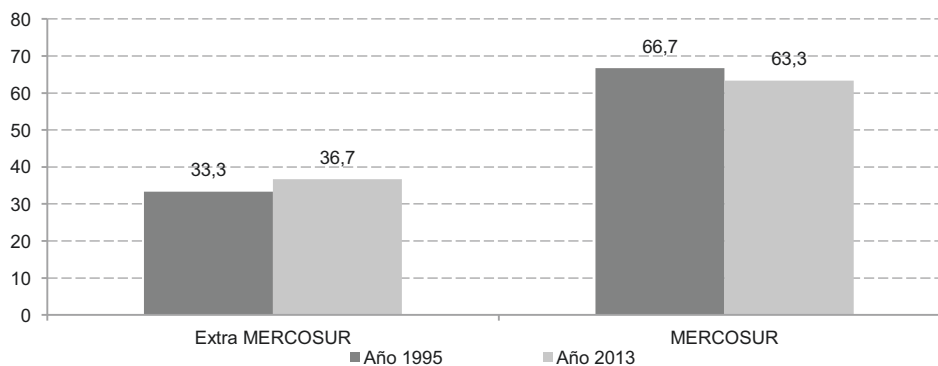
<sup>23</sup> El consumo aparente es una aproximación a las ventas totales (nacionales más importados) en el mercado interno que se calcula sumando la producción local y las importaciones y restando a las exportaciones.

**GRÁFICO 33**  
**FLUJOS DE COMERCIO EXTERIOR Y BALANZA COMERCIAL PRODUCTOS SEMIELABORADOS Y TERMINADOS, 2003-2013**  
*(En millones de dólares corrientes)*



Fuente: Elaboración propia en base a CAIP (2014).

**GRÁFICO 34**  
**DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE PRODUCTOS PLÁSTICOS INTRA Y EXTRA MERCOSUR**  
*(Porcentaje del total de exportaciones)*

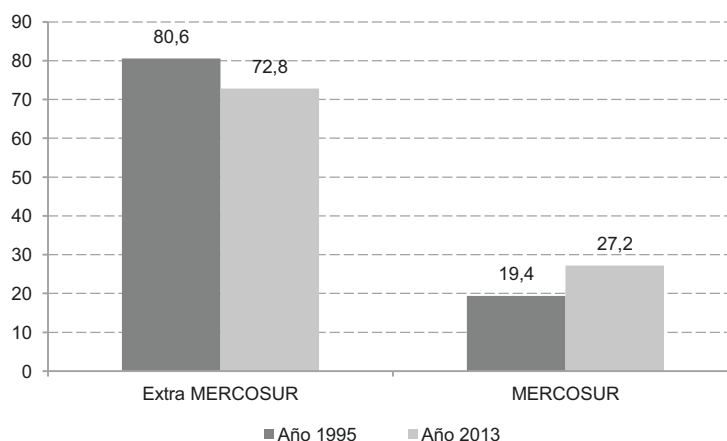


Fuente: Elaboración propia en base a CAIP (2014).

Los principales productos exportados son los semiterminados (principalmente placas, láminas y hojas) y los envases y embalajes, que representan —en monto— el 50% y el 20% respectivamente de las exportaciones totales.

En lo que respecta a las importaciones, con la excepción de Brasil y Chile que han ganado peso a lo largo de los últimos años, se identifican socios comerciales diferentes. Así es que en el año 2010 más del 70% de las importaciones tienen un origen extra MERCOSUR. Además de China que es el principal país de origen de las importaciones argentinas, también aparecen países desarrollados como EE.UU., Alemania y Bélgica de donde provienen productos de mayor sofisticación.

**GRÁFICO 35**  
**ORIGEN DE LAS IMPORTACIONES DE PRODUCTOS PLÁSTICOS INTRA**  
**Y EXTRA MERCOSUR**  
*(Porcentaje del total de importaciones)*



Fuente: Elaboración propia en base a CAIP (2014).

En términos generales, los productos que más se importan son, ordenados según valor:

- semiterminados, principalmente placas, láminas y hojas que son utilizadas por las propias firmas plásticas;
- envases y embalajes, importados por empresas embotelladoras, cosméticas, alimenticias y supermercados;
- otros artículos destinados a compañías automotrices y laboratorios.

A partir de este análisis es posible afirmar que el comercio exterior representa un porcentaje muy bajo del consumo aparente y que la balanza comercial es deficitaria. Asimismo, que se venden productos de baja sofisticación a países del MERCOSUR y la región y se compran productos de bajo costo desde China y de mayor sofisticación y diseño a países de mayor desarrollo relativo como EE.UU., Alemania y Bélgica. En relación a las pymes del sector, un estudio realizado por el Observatorio Pyme señala que una cuarta parte de las empresas efectivamente exportaba a fines de la década pasada y que el coeficiente de exportación promedio (Exportaciones/ventas) no superaba el 10%. Lo que muestra que las exportaciones son un fenómeno acotado en número de empresas y en participación de las mismas sobre el total de la facturación del sector.

#### **d) Intensidad innovadora del sector**

El conocimiento incorporado y la innovación en productos y procesos, como asimismo en prácticas organizacionales, institucionales y de gestión, favorecen los incrementos sistemáticos de productividad y, por ende, la competitividad de largo plazo requerida para una inserción internacional viable en un contexto global cada vez más incierto. En este sentido, una amplia evidencia empírica muestra que existe una correlación altamente positiva entre la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y la rápida expansión económica.

A nivel microeconómico, las encuestas de innovación y conducta tecnológica (ENI) realizadas en la Argentina ofrecen una buena base de información para explorar distintos comportamientos de las empresas industriales en general y del plástico en particular en materia de cambio tecnológico y

organizacional<sup>24</sup>. La última encuesta con información disponible a nivel sectorial fue realizada en el año 2005 y ofrece la base de información para aproximarse al análisis sobre innovación en el sector. En primer lugar, existe un conjunto de preguntas orientadas a dimensionar los esfuerzos que las firmas hacen por innovar. Las mismas captan a las actividades de innovación (AI) entendidas como todas las decisiones y desarrollos científicos, tecnológicos, organizacionales, financieros y comerciales que se llevan a cabo al interior de la empresa, incluyendo las inversiones en nuevos conocimientos. Las AI incluyen actividades de diversa índole. Por un lado, incluye la I+D que es el trabajo creativo realizado en forma sistemática con el objetivo de generar un nuevo conocimiento (científico o técnico) o de aplicar o aprovechar un conocimiento ya existente o desarrollado por otro. Por el otro, en coincidencia con los manuales de Oslo y Bogotá, se pregunta sobre un conjunto de gastos que las empresas pueden realizar para innovar que son más genéricos. Estos son la adquisición de tecnología desincorporada y *know how* (patentes, marcas, diseños, etc.) y la adquisición de tecnologías incorporadas (maquinarias y equipos, incluido el software incorporado, vinculadas a innovaciones de producto y proceso implementadas por las firmas). Asimismo, incluye actividades de ingeniería y diseño industrial, la contratación de consultorías y las actividades de capacitación.

De acuerdo a INDEC – SECYT (2005) el sector de plásticos muestra un desempeño innovador muy por encima de la industria. En el año 2005 se observa que las firmas del sector realizaron gastos en innovación que representan casi el 6% de las ventas, más del triple del total de la industria manufacturera. Asimismo los gastos en bienes de capital como porcentaje de las ventas ascendieron poco más del 5%, también muy por encima del promedio industrial (ver gráfico 38). La publicación no presenta más información desagregada a nivel sectorial. Sin embargo, se puede aproximar los esfuerzos en I+D restando de los gastos de innovación las erogaciones en bienes de capital. Este indicador evidencia la mayor importancia relativa que tienen los bienes de capital en ese sector en comparación con el total de la industria.

En la misma dirección, una encuesta llevada adelante por la SEPYPME a PyMEs industriales indica que sólo 6.500 pymes industriales —de un total de 22.400— manifestaron haber realizado actividades que las ubicaría en la categoría de innovadoras entre los años 2006 y 2008, equivalente al 29%<sup>25</sup>. La proporción de empresas innovadoras en el sector de plásticos es superior al del promedio de la industria. En este caso, los resultados (que también incluyen empresas de productos de caucho) indican, que casi el 50% realizó alguna actividad (o varias) de innovación en el período bajo estudio. En este caso, se entiende por innovación tecnológica a cambios sustantivos en productos o procesos efectivamente realizados por las firmas<sup>26</sup>.

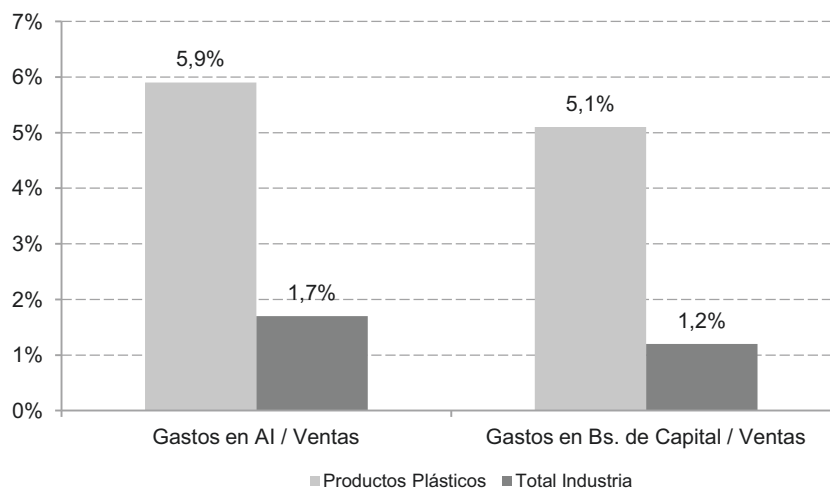
---

<sup>24</sup> Actualmente, el MINCyT está trabajando sobre una nueva encuesta sobre dinámica de empleo e innovación. Al momento de escribir este informe, solo se ha publicado un documento de discusión sobre la etapa piloto que por no contar con resultados desagregados sectorialmente no ha sido posible incorporarlo al análisis (DNIC, 2012).

<sup>25</sup> Este porcentaje de pymes innovadoras es inferior al que surge de la ENI (INDEC). Esta diferencia podría explicarse en parte debido a que la muestra de la ENI incluye empresas grandes, que en promedio. Poseen indicadores de innovación más elevados.

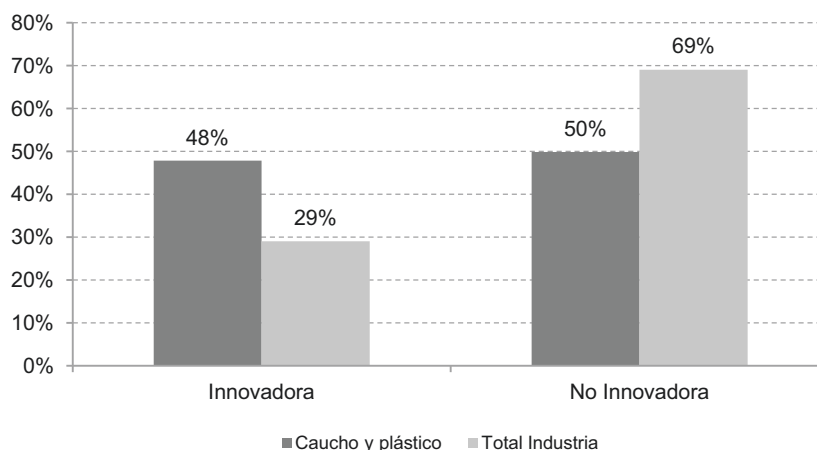
<sup>26</sup> El Mapa Pyme refiere a innovaciones de cierta envergadura que modifican considerablemente el status quo de la empresa imperante antes de la innovación: por ejemplo un nuevo producto, un equipamiento que modifica sustancialmente el proceso, cambios en los sistemas de control de la calidad, entre otros. Esta diferencia metodológica es un motivo más que dificulta la comparación con las ENI.

**GRÁFICO 36**  
**ESFUERZO INNOVADOR SECTOR PLÁSTICOS Y TOTAL DE LA INDUSTRIA, 2005**



Fuente: INDEC SECYT (2005).

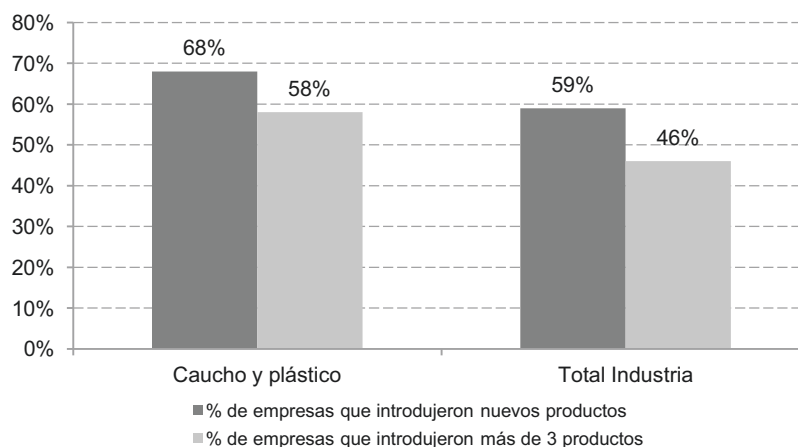
**GRÁFICO 37**  
**PORCENTAJE DE PYMES INDUSTRIALES INNOVADORAS Y EN EL SECTOR DE CAUCHO Y PLÁSTICOS, 2006-2008**



Fuente: Elaboración propia en base a MAPA Pyme.

En lo que respecta a las innovaciones de producto, se observa que para el total de la industria, casi el 60% de la pymes que realizaron innovaciones introdujeron nuevos productos en el período bajo estudio (2006-2008) y 46% introdujeron más de tres productos nuevos. El sector transformador del plástico nuevamente surge como más innovador que el promedio industrial. El comportamiento de las firmas de este sector muestra que casi el 70% de las firmas innovadoras introdujeron nuevos productos y el 60% lanzó al mercado más de tres.

**GRÁFICO 38**  
**PORCENTAJE DE EMPRESAS INNOVADORAS QUE HAN INTRODUCIDO UN NUEVO PRODUCTO Y MÁS DE TRES NUEVOS PRODUCTOS, 2006-2008**



Fuente: Elaboración propia en base a MAPA Pyme.

Las diferentes fuentes de información e indicadores son coincidentes en mostrar al sector de la transformación del plástico como relativamente más innovador que el promedio de la industria. Este rasgo, junto a algunas iniciativas que se presentan más adelante es terreno fértil para cualquier esfuerzo de innovación que se quiera impulsar en pos de mejorar la competitividad del sector y que al mismo tiempo incorpore elementos de sustentabilidad ambiental.

#### e) **Entramado institucional**

En Argentina existe un entramado institucional robusto y con años de trayectoria al servicio del sector. El mismo está conformado por instituciones públicas y privadas orientadas a mejorar la competitividad sectorial a partir de diferentes iniciativas como la provisión de servicios de ensayos de materiales, actualización tecnológica, capacitación del personal, entre otras. En este estudio se presentan de modo sucinto las instituciones y las áreas de las mismas dedicadas a temas relacionados por un lado a la innovación y por el otro a temas asociados a la protección del medio ambiente. Los esfuerzos e iniciativas recientes sobre esto último reflejan que se trata de una problemática instalada hace unos años, que va recibiendo gradualmente mayor atención y que generan condiciones favorables para identificar e implementar innovaciones que redunden en una mayor sustentabilidad ambiental de las actividades del sector.

#### i) *Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP)*

A mediados del siglo pasado se conformó la Asociación de Moldeadores Plásticos, entidad que nucleaba a los fabricantes de manufacturas que con el tiempo cambió su nombre por el de Cámara Argentina de Moldeadores Plásticos, para luego adoptar su nombre actual. Las cámaras u otras asociaciones empresariales dan a los empresarios la posibilidad de debatir con sus pares temáticas relacionadas con la evolución del nivel de actividad de su sector, los principales problemas que enfrentan y sus potenciales soluciones, entre otras. Estas entidades representan cada actividad ante otro tipo de instituciones —ya sean públicas o privadas— lo cual cobra especial importancia en el caso de las PyME que muchas veces encuentran dificultades en la comunicación formal de sus intereses. De acuerdo a la Fundación Observatorio Pyme (2010), si bien la difusión en la afiliación a cámaras empresariales es similar para todos los sectores de actividad (55% promedio pyme industrial), las PyME insertas en el sector de elaboración de “Productos de caucho y plástico” muestran un mayor grado de participación (67%) lo que evidencia un sector más cohesivo y participativo que el promedio. (FOP, 2010).



Dentro de la CAIP, funciona el Instituto Técnico Argentino de la Industria Plástica (INSTIPLAST) fundado en 1961, que tiene dos áreas de servicios para el asociado, estrechamente vinculadas a las capacidades innovadoras de las empresas. Por un lado, posee un área de capacitación que cubre distintos aspectos de la calificación de los RR.HH, ofrece distintos cursos de especialización técnica presenciales y bajo la modalidad a distancia para operarios de planta, un posgrado universitario en ingeniería de plásticos y una tecnicatura en transformación de plásticos (de nivel terciario). Todas, iniciativas orientadas a mejorar las competencias tecnológicas de las firmas del sector, aspecto crucial para la innovación<sup>27</sup>. Por otro lado, presenta un área que brinda servicios técnicos, de ensayos físicos, químicos y mecánicos que les permite a firmas, fundamentalmente a las de menor escala, acceder a servicios que son claves para el desarrollo de nuevos productos y/o para implementar cambios en los procesos productivos.

## ii) *Organizaciones intermedias relacionadas al plástico y al medio ambiente*

La CAIP en representación del sector transformador de productos elaborados y semielaborados con resinas plásticas y Plastivida Argentina, en representación del sector productor de resinas plásticas, han constituido en el año 2009 “ECOPLAS”, una Asociación Civil que tiene como misión impulsar el desarrollo sustentable de la Industria Plástica a través de la promoción del uso correcto y responsable de sus productos, contribuyendo así a la defensa y protección del medio ambiente y a la mejora de la calidad de vida. Para ello, se propone:

- Cooperar con las autoridades para el desarrollo de legislaciones adecuadas para impulsar prácticas más sustentables y contribuir a la educación del consumidor, promoviendo hábitos responsables de consumo y disposición de residuos.
- Influir positivamente a la industria plástica, sus clientes y consumidores para generar políticas de diseño de productos y sus correctos usos, aplicando la fórmula de las 4R: **Reducir - Reusar - Reciclar - Recuperar.**

Finalmente, también forma parte del entramado la Cámara Argentina de la Industria de Reciclados Plásticos (CAIRPLAS) que tiene como misión promover la recolección y el reciclado de plásticos y crear las condiciones que posibiliten una actividad rentable y sustentable. Se propone:

- Promover actividades que minimicen la cantidad de residuos plásticos destinados a disposición final y que afecten el medioambiente.
- Trabajar para que la actividad del reciclado de plásticos sea reconocida como una industria fundamental que agrega valor a la sociedad.
- Representar y defender los intereses del sector ante las autoridades, la sociedad, la industria relacionada y otras instituciones.
- Mantener contactos fluidos con instituciones similares del exterior.
- Desarrollar información estadística y técnica del sector que permita realizar diagnósticos, medir la evolución y el aporte a la sociedad, y capacitar a los asociados.
- Colaborar con acciones que permitan incrementar la cantidad de plásticos disponibles para su reciclado.
- Promover el desarrollo del negocio de los asociados de una manera sostenida y armónica.

Estas corporaciones han trabajado junto a las autoridades públicas en distintos planos. Desde las negociaciones con Brasil para las armonizaciones de los nomencladores y los aranceles extra e

<sup>27</sup> Diversos estudios sobre competencias tecnológicas de las firmas, normalmente las aproximan a partir de la composición de los recursos humanos en términos de la participación de empleados con elevado nivel de calificación —técnicos, profesionales o ingenieros— en el empleo total.

intra Mercosur durante los períodos de transición, así como en las discusiones de los recientes lineamientos del Plan Industrial 2020. Esas instituciones también ofrecen publicaciones periódicas de información cualitativa y cuantitativa sobre el sector, y organiza ferias y exposiciones de carácter nacional e internacional.

### *iii) Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)*

Por su parte, el INTI tiene una división de Plásticos, en cuyo Comité Ejecutivo tienen representación varias de las principales firmas del negocio. Esta división coordina junto con estos actores diferentes tareas, y brinda apoyo tecnológico a la industria de los plásticos para promover la transferencia de tecnología y contribuir a su competitividad nacional e internacional. Brinda también servicios de análisis de materiales y productos, y de certificación de su calidad. Realiza también estudios de investigación y desarrollo de nuevos materiales y productos, y de materiales existentes para nuevas aplicaciones.

En resumen, el sector transformador del plástico está caracterizado por ser: i) eminentemente PyME, ii) una “industria de industrias” (recibe materia prima, la transforma y posteriormente entrega su producción a diversas industrias consumidoras), iii) fuertemente aglomerado en el área metropolitana de Buenos Aires, iv) de bajo grado de apertura comercial debido a la elevada incidencia de los costos de transporte, v) altamente dinámico a lo largo de la última década, con un crecimiento promedio anual del 6,6% y amplio potencial de crecimiento a futuro.

A esto se suma que hoy en día se cuenta con un entramado institucional con el que trabajar de forma coordinada de manera de poder avanzar hacia una industria más competitiva que tenga como base de dicha competitividad la innovación sustentable.

## **E. Plásticos, medioambiente y oportunidades de innovación sustentable**

El plástico es un material relativamente nuevo que no se empezó a producir a nivel industrial hasta la primera década del siglo pasado. Hoy en día está presente en todos los productos industriales y de consumo, y la vida moderna lo incorpora en casi todas sus aristas. Al mismo tiempo, las características que hacen al plástico tan útil, como su durabilidad, su ligereza y su bajo costo, con numerosas posibilidades de aplicación industrial, hacen también que su eliminación resulte problemática. En efecto, las características intrínsecas del plástico crean dificultades específicas para gestionar sus desechos. El plástico es un material mucho más duradero que los productos fabricados con él y como resultado la generación de residuos de plástico se ha incrementado en todo el mundo. La durabilidad del plástico implica también que su eliminación incontrolada resulte problemática, ya que el plástico puede persistir mucho tiempo en el medio ambiente (UE, 2013).

Gestionar mejor los desechos de plásticos no solo plantea dificultades, sino que también ofrece oportunidades. Aunque el plástico es un material completamente reciclable, solo una pequeña fracción de los desechos de plásticos se recicla en la actualidad (UE, 2013). Mejorar el reciclaje contribuiría al logro de un uso más eficiente de los recursos y ayudaría a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero así como a acotar las importaciones de materias primas y combustibles fósiles. La adopción de medidas adecuadamente diseñadas para el reciclaje del plástico puede mejorar también la competitividad y crear nuevas actividades económicas y puestos de trabajo.

Esta situación implica un desafío ambiental global cuyo abordaje involucra a toda la cadena del plástico, incluidos los consumidores finales. En respuesta a esto, tanto en países desarrollados como en desarrollo existen marcos normativos que regulan diferentes aspectos productivos, de comercialización y de gestión de residuos plásticos cuyas revisiones periódicas en el tiempo tienen implicancias para las firmas que deben adecuarse a las mismas. Así es que cambios regulatorios como por ejemplo el Reglamento de la UE (10/2011) sobre materiales y objetos plásticos en contacto con alimentos pueden

entenderse como disparadores de innovaciones sustentables en algún eslabón de la cadena de valor del plástico donde se deben cambiar procesos, desarrollar productos nuevos, reemplazar materias primas e incluso dejar de producir algún producto o abandonar algún proceso o tecnología. Asimismo, hay una serie de innovaciones sustentables generadas por las firmas por propia iniciativa en respuesta a demandas de un mercado más sofisticado y que valora crecientemente el cuidado del medio ambiente. Mientras que los primeros son cambios exigidos por los marcos regulatorios a los cuales las firmas deben adecuarse compulsivamente, las segundas son iniciativas que de forma deliberada llevan adelante las firmas motivadas por el mercado y en pos de mejorar su posición competitiva.

En los primeros dos apartados de esta sección se hace una breve presentación de las “grandes líneas” donde se están produciendo cambios en el mundo en pos de una mayor sustentabilidad y se resumen las principales innovaciones y tecnologías que se espera transformen a la cadena del plástico en los próximos años. Con esas tendencias como referencia, luego se exponen los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica y el trabajo de campo del presente estudio. Los mismos incluyen por un lado una serie de ejemplos de innovaciones sustentables que de modo ilustrativo reflejan esfuerzos y resultados que aunque sean incipientes y de alcance acotado, sirven como modelo de cambios en pos de la mayor sustentabilidad dentro de la cadena plástica. Por el otro, se presentan un conjunto de oportunidades de innovación sustentable cuyo apoyo y promoción contribuirían a la sustentabilidad y competitividad del sector. La principal diferencia entre estas iniciativas y las del primer grupo es que éstas presentan un grado de avance y recorrido relativamente menor y por ese motivo se las clasifica como oportunidad por ser explotada. La presentación de estos resultados están precedidos por el concepto de las ‘4R’ que es el enfoque de sustentabilidad adoptado por la cadena de valor del plástico en la Argentina (CAIP, 2014; ECOPLAS, 2011) con el propósito de ordenar y estilizar las diferentes dimensiones de la problemática ambiental del plástico en general y en segundo lugar entender cómo conceptualizan el problema los actores locales.

## 1. Grandes líneas a nivel internacional

En base a información secundaria se han identificado algunas ‘grandes líneas’ por donde se están produciendo, o se prevé que se produzcan cambios en el mundo en pos de una mayor sustentabilidad de la cadena del plástico. Estas líneas no son las únicas ni necesariamente todas las relevantes. Del mismo modo, que una iniciativa o proyecto de innovación sustentable no esté incluida aquí no significa que carezca de relevancia. Por el contrario, se tratan de las que suscitan mayor atención en función del relevamiento realizado en un período acotado de tiempo y con fuerte sustento en información secundaria. Esto podría ampliarse y/o enriquecerse en el futuro. En lo que sigue, se presentan un conjunto de opciones de actuación para mejorar la gestión de los residuos de plásticos en Europa incluidas en el Libro Verde (UE, 2013).

Las mismas siguen un enfoque del ciclo de vida que empieza con el diseño de los plásticos por el aporte que este puede hacer a la sostenibilidad y a otras fases del ciclo de vida. Por ejemplo, el reciclado de los plásticos depende en gran medida de la composición de los materiales y del diseño de los productos de plástico.

### a) Directrices de envases sostenibles de adhesión voluntaria

A partir de estimaciones que indican que los desechos de los envases de plástico explican casi dos terceras partes de los desechos plásticos totales, está bajo estudio impulsar directrices de envases sostenibles orientadas a mitigar el problema de los desechos en el medio ambiente. La iniciativa incluiría el establecimiento de parámetros para medir la sostenibilidad de los envases, las mejores técnicas disponibles para los productores de envases de plástico, un sistema de etiquetado independiente para medir la huella ecológica individual de cada consumidor, campañas de información para aumentar la sensibilización de los consumidores respecto a los peligros que conllevan los plásticos y su eliminación y la organización de recogidas selectivas. Tanto productores como minoristas se comprometerían de modo voluntario y deberían tomar acciones productivas y de comercialización para cumplir con los compromisos. De ese modo se lograría avanzar hacia un mejor manejo de los desechos plásticos.

Asimismo se sugieren iniciativas similares para implementar tanto en la recolección y valorización de los plásticos de origen agrícola, que no sean envases, cuyo reciclado es relativamente sencillo debido a su composición química uniforme<sup>28</sup>; como en el caso del plástico de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y de los vehículos fuera de uso, que representan el 10 % de los residuos de plásticos europeos. Por último, la inversión de los productores en la mejora del diseño de los productos cobrará mayor importancia como factor para reducir los desechos de plásticos.

### **b) Influir en el comportamiento de los consumidores**

El plástico se percibe como un material sin valor en sí mismo. Esta percepción favorece su depósito incontrolado en vertederos. Sin embargo, todos los plásticos son materiales complejos que solo serán valorados por los consumidores si se los incentiva para su reutilización y reciclado. Algunos productos de plástico (ej., las botellas de bebidas de PET) podrían someterse a un sistema de cobro de un depósito y devolución, lo que incitaría al propietario del producto fuera de uso a recuperar su depósito mediante la devolución del objeto en un punto de recogida designado, evitando al mismo tiempo las restricciones de la competencia o las estructuras monopolísticas. En el caso de determinados artículos de plástico, nuevos modelos empresariales, como sistemas de arrendamiento en los que el productor sigue siendo el dueño del producto, podrían ser una herramienta útil para garantizar que el producto sea recogido y tratado de una manera respetuosa con el medio ambiente.

### **c) Informar a los consumidores**

Con el objetivo de influir en el comportamiento de los consumidores, una información clara, sencilla y concisa puede ser fundamental para dar a conocer el contenido de plástico de un producto y sus aditivos o colorantes potencialmente peligrosos, sus repercusiones en cuanto a la reciclabilidad y las precauciones que deben tomarse para utilizar los productos. Esta información podría incluir también indicadores de comportamiento medioambiental, como la reciclabilidad, la compostabilidad y la eficiencia en cuanto a utilización de recursos de los productos de plástico. En el caso de algunos de ellos, puede ser importante también la información sobre el contenido reciclado, la reciclabilidad y la reparabilidad. La facilidad y eficacia del reciclaje podría reflejarse en el precio del producto y utilizarse como estrategia de marketing. Se podría utilizar también información basada en la huella ecológica o etiquetas ecológicas para facilitar una elección informada en relación con el comportamiento del producto durante todo su ciclo de vida.

### **d) Diseñar el plástico para un reciclado sencillo y económico**

Un elemento importante para lograr mayor sostenibilidad en la producción del plástico es su diseño. Si bien hay relativamente pocos plásticos básicos (polímeros), la variedad de aditivos utilizados en la producción del plástico puede ser un obstáculo fundamental para su reciclado o llevar a un 'infraciclado'. La reducción de las sustancias peligrosas que contienen los plásticos incrementaría su reciclabilidad. La eliminación progresiva de esas sustancias tanto en los productos nuevos como en los reciclados reduciría también los riesgos asociados a su utilización. En la hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos se propone que para el año 2020, todas las sustancias sensibles se inscriban en la lista de sustancias candidatas de REACH (de forma continua), lo que cubriría los aditivos de los plásticos pertinentes<sup>29</sup>. Un adecuado flujo de información desde los productores hasta los recicladores resulta central. De este modo, disponer de fichas de datos de seguridad claras para los granulados de plástico que utilizan los transformadores podría favorecer un

<sup>28</sup> Se propone al programa Agricultural Waste Plastics Collection and Recovery del Reino Unido como buenas prácticas a ser tenidas en cuenta.

<sup>29</sup> La legislación europea en materia de sustancias químicas ha creado el sistema REACH, un sistema integrado de registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas. Pretende mejorar la protección de la salud humana y del medio ambiente manteniendo al mismo tiempo la competitividad y reforzando el espíritu de innovación de la industria química europea.

reciclado de alta calidad. El etiquetado y la información sobre el contenido químico del plástico suministrado a los transformadores, incluidos todos los aditivos, resultarían también de gran utilidad.

#### **e) Materiales innovadores que plantean nuevos riesgos**

Pueden plantearse nuevos riesgos derivados de la utilización de materiales innovadores, como los nanomateriales, por ejemplo en las botellas fabricadas con tereftalato de polietileno (PET) o los envases en general, o los que permiten la penetración selectiva de gases en los envases alimentarios, o los nanosensores que permiten detectar la degradación de los alimentos. El planteamiento de la UE es el de evaluar los riesgos de los distintos nanomateriales caso por caso. Sin embargo, resulta difícil llevar adelante evaluaciones sobre los potenciales riesgos ambientales y para la salud, dada la escasez de datos medioambientales y toxicológicos. La definición común que ya existe a nivel europeo de los nanomateriales puede facilitar una generación y recogida más eficaces de esos importantes datos. La creciente utilización de microplásticos vírgenes también es un motivo de preocupación. En algunos productos de consumo, como cremas exfoliantes y geles de baño, los productores añaden microplástico en lugar de partículas exfoliantes naturales. Esas partículas pueden terminar en el mar, ya que los sistemas de gestión del agua no están equipados para retener este material.

#### **f) Durabilidad de los plásticos y de productos derivados**

Muchos de los problemas que se plantean en el ámbito de la gestión de los residuos de plásticos, como los volúmenes crecientes de los plásticos en el medio marino, se deben a la extrema durabilidad de estos materiales, que habitualmente supera a la de los productos que los contienen. Los problemas se agravan cuando los productos de plástico están diseñados específicamente para un solo uso o para un corto periodo, o cuando su vida se acorta deliberadamente. Es por eso que se plantean:

##### *i) Diseño de productos que alarguen su vida útil y permita su reutilización y reparación*

Para garantizar la sostenibilidad de la producción y el consumo de productos de plástico y evitar la pérdida de recursos naturales no renovables, estos productos deben ser diseñados de manera que se maximice su durabilidad. Hay varias funciones adversas que dificultan la realización de este objetivo, como la obsolescencia programada o técnica<sup>30</sup> y los diseños que hacen que la reparación de los productos de plástico no sea rentable económicamente o incluso que sea técnicamente imposible. Algunos productos de plástico, como los equipos eléctricos y electrónicos, no están habitualmente diseñados de manera que puedan reutilizarse. Debería evitarse todo diseño que impida deliberadamente la reparación de los productos de plástico. Así la elaboración de requisitos o directrices para la reutilizabilidad y la reparabilidad de los productos de plástico es una opción que está bajo estudio. Ya se han realizado avances en el desarrollo de metodologías para medir la reutilizabilidad de productos y la elaboración de normas de diseño ecológico, que establecieran criterios concretos sobre reutilizabilidad, durabilidad, reparabilidad y construcción modular podría ser un aporte sustantivo en esta dirección.

##### *ii) Productos de plástico de un solo uso y de corta vida*

Se considera aconsejable adoptar medidas para evitar la proliferación de productos desechables de corta vida o de un solo uso (como las bolsas de plástico), sobre la base de un análisis del ciclo de vida (ACV) y de la huella ecológica de los productos. Existe una enorme variedad de productos plásticos baratos que se regalan con ciertos productos de consumo, juguetes poco duraderos y categorías de productos similares que están disponibles a precios que no reflejan todo su coste ambiental, incluido la gestión de los residuos. Lo mismo es aplicable a los productos de un solo uso, como las bolsas de plástico de usar y tirar. Las bolsas de plástico, ligeras, prácticas, sin valor,

<sup>30</sup> Se entiende por obsolescencia programada a la estrategia empresarial en la que la obsolescencia por pasar de moda o dejar de ser utilizable está planeada e incorporada en él desde su concepción.



desechadas a menudo después de un solo uso, son un emblema de la sociedad de consumo moderna (UE, 2013). La presión que ejercen estas bolsas sobre el medio ambiente es considerable. En 2010 había 95.500 millones de bolsas de plástico (1,42 Mt) en el mercado de la UE, la mayoría de ellas (92 %) para un solo uso. Tras la consulta pública sobre las bolsas de plástico llevada a cabo en el verano de 2011, la Comisión Europea está evaluando opciones para reducir las bolsas de plástico de un solo uso. El desarrollo de instrumentos de mercado basados en indicadores de impacto ambiental puede ser una opción que minimice la producción y el consumo de productos de plástico desechables de corta vida o de un solo uso.

### *iii) Plásticos biodegradables*

Los productos de plástico biodegradable<sup>31</sup> se consideran con frecuencia una potencial solución al depósito de plásticos en los vertederos y han sido objeto de creciente atención pública. Aunque sigue siendo un pequeño segmento del mercado, la producción de plásticos biodegradables funciona ya a nivel industrial y ha aumentado en Europa pasando de 0,23 Mt/año en 2007 a 0,93 Mt/año en 2011. El propio término biodegradable puede ser mal entendido por los clientes. Pueden interpretar que etiquetar un plástico como biodegradable significa que es adecuado para la fabricación doméstica de compost, mientras que, en realidad, la gran mayoría de los plásticos biodegradables solo pueden biodegradarse en condiciones muy específicas de temperatura y humedad elevadas y constantes en instalaciones industriales de compostaje, y no son adecuados para la fabricación doméstica de compost ni se descomponen en un tiempo razonable cuando se tiran. Puede ser necesario establecer una distinción clara entre los plásticos aptos para el compostaje a domicilio y los que requieren una instalación industrial, así como educar a los consumidores sobre los canales adecuados de eliminación. La confusión puede llevar a los consumidores a actuar con negligencia en su eliminación, al suponer erróneamente que los objetos etiquetados como biodegradables se descomponen en poco tiempo en condiciones naturales.

### *iv) Bioplásticos*

Si bien el mercado está dominado en más de un 99% por los plásticos basados en el petróleo, existe un mercado emergente y en expansión para los bioplásticos, producidos a partir de recursos renovables. Los bioplásticos que existen actualmente están fabricados normalmente a partir de almidón extraído del maíz, el arroz, la caña de azúcar o la patata. Ahora bien, los consumidores tienen que estar plenamente informados de que el prefijo “Bio” se refiere al origen del recurso y no a la gestión al final de su ciclo de vida. Aunque la mayoría de los plásticos biodegradables son actualmente bioplásticos, pueden estar hechos también de recursos basados en el petróleo o de una combinación de estos y de recursos biológicos. Además, algunos polímeros biológicos, como el polietileno de bioetanol, no son biodegradables.

La competencia con la producción de alimentos, que ya suscita un amplio debate en el contexto de los biocarburos, es una cuestión problemática y muy controvertida en relación con los bioplásticos. Un incremento significativo de la producción de bioplásticos, hasta un nivel comparable al de los plásticos convencionales, podría repercutir negativamente en la producción de los cultivos alimentarios utilizados para fabricarlos, lo cual podría tener una incidencia negativa en las economías en desarrollo y en transición. Sin embargo, estas inquietudes no se plantearían en el caso de los bioplásticos fabricados con residuos agrícolas y subproductos de cultivos alimentarios o algas de agua salada.

---

<sup>31</sup> Se entiende por plástico biodegradable a aquellos que pueden ser degradados por organismos vivos, en concreto microorganismos del agua, CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>) y posiblemente residuos no tóxicos (por ejemplo, la biomasa).



## 2. Principales tecnologías e innovaciones que impactarán sobre la actividad transformadora del plástico en los próximos años

Con base en las entrevistas a investigadores y expertos y a la revisión de información secundaria prospectiva, a continuación se resumen las principales innovaciones y tecnologías que se espera transformen al sector en los próximos años. Se destaca que lo expuesto a continuación no agota de ninguna manera todo el amplio abanico de oportunidades con potencial de desarrollo futuro, sino que intenta brindar un panorama sucinto acerca de alguna de las principales líneas identificadas a nivel global y algunos de los esfuerzos domésticos que se están haciendo en esa dirección.

### a) Biorrefinerías y biopolímeros

A nivel mundial existe una plena conciencia acerca de la limitación que significa seguir creciendo en base a recursos fósiles como petróleo, carbón y gas natural, cuyas reservas tienen un límite previéndose su agotamiento futuro. Sumado a ello, su uso ha contribuido sustancialmente al incremento del dióxido de carbono en la atmósfera y al cambio climático. Así, uno de los grandes desafíos de la actualidad es proveer de alimentos, materias primas y energía a una población mundial creciente, sin perder de vista los efectos adversos que el uso de las actuales prácticas acarrearán, entre ellos el cambio climático.

De este modo, es cada vez más frecuente encontrar esfuerzos en el mundo que buscan reemplazar una cadena de valor basada en el petróleo y el gas natural, por otra basada en la biomasa (materias primas renovables y residuos orgánicos). A partir de la misma puede generarse una nueva base de materias primas para la industria química, obtener productos más diversos, con la posibilidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y resguardar el clima.

En términos generales, los procesos que contarán con ventajas desde un punto de vista sostenible serán aquellos que no compiten con la producción de alimentos, no implican la tala de bosques, no consumen excesiva agua, y que tienen el objetivo de utilizar materias primas de la manera más completa posible en el sentido de una biorrefinería (Vázquez, 2012). El concepto de biorrefinería se basa en utilizar la biomasa en la forma más completa posible. La idea de la biorrefinería se concibió como una analogía a la refinería petroquímica en la cual la materia prima es separada en diversas fracciones y procesada para obtener una amplia gama de productos de diversa complejidad y valor agregado.

En el mundo, la llamada biotecnología industrial, en la que los productos se obtienen usando procesos biotecnológicos o procesos combinados biotecnológicos/químicos, se espera que juegue un rol fundamental en los próximos años. El foco de la biotecnología industrial es la bioconversión, término que refiere a procesos mediante los cuales las materias primas son transformadas en productos útiles ya sea mediante el uso de microorganismos o mediante catalizadores enzimáticos. Los biocatalizadores, en particular las enzimas, permiten llevar a cabo procesos con altísima selectividad, redundando en productos de alta pureza.

Así, el desarrollo de biocatalizadores adecuados con alta performance será de vital importancia para el éxito de los procesos descritos. En este contexto un área de importancia a desarrollar refiere al “screening” de enzimas nuevas y su optimización y producción, incluyendo técnicas de clonado y expresión recombinante. Las enzimas son catalizadores biológicos que cuentan con una serie de características que las vuelve superiores a los catalizadores químicos convencionales. Ello reduce, sustancialmente, los costos de la manufactura y permite notables ahorros de energía. Adicionalmente, las enzimas no presentan problemas de disposición final dado que, siendo las mismas mayormente proteínas y péptidos, son biodegradables y fácilmente removibles de las corrientes contaminadas (Vázquez, 2012).

Más allá de las ventajas de naturaleza económica y ecológica, los procesos biocatalíticos ofrecen la posibilidad de sintetizar productos totalmente nuevos, como por ejemplo polímeros biodegradables. En el campo de polímeros biodegradables las enzimas de la familia de las lipasas son capaces de catalizar la síntesis de poliésteres para la obtención por ejemplo de policaprolactona (PCL),

un polímero biodegradable con bajo punto de fusión. Asimismo, y a partir de glucosa de microorganismos específicos permiten la obtención de ácido láctico, a partir del cual puede obtenerse ácido poliláctico (PLA). Este último (PLA) es uno de los más conocidos y está basado 100% en el almidón obtenido del maíz, trigo o papas. El PLA (con propiedades semejantes a la del PET) puede ser extrudado, inyectado, soplado, termoformado, impreso y sellado por calor para producir blister, bandejas y películas. Tiene también usos médicos en suturas, implantes y sistemas de liberación de drogas. Existen también bioplásticos producidos directamente por las bacterias que desarrollan gránulos de un plástico llamado Polyhydroxyalkanoate (PHA) dentro de la célula misma. La bacteria se desarrolla y reproduce en un cultivo y el material plástico luego se separa y purifica.

El crecimiento y desarrollo de este sector es aún incipiente y su evolución futura en parte dependerá de la adopción que haga la industria transformadora de los mismos. En principio, el gradual reemplazo de resinas termoplásticas producidas a partir de hidrocarburos por las producidas a partir de biomasa reducirá la huella de carbono de los productos plásticos finales. Este proceso se verá acelerado en la medida que el mercado valore estos plásticos más que los realizados a partir de insumos de la petroquímica. Asimismo, cambios sustantivos en la evolución de los precios internacionales de los insumos derivados del petróleo también tendrán un efecto sobre esta industria.

## **b) Recursos y polímeros a partir de biomasa**

A partir de la biomasa se pueden obtener productos químicos diversos entre los cuales están también los polímeros que antes se obtenían a partir de productos de petróleo. Por ejemplo, el almidón es un polímero natural, pero también es una materia prima renovable de interés para procesos biotecnológicos. Por ejemplo, a partir del almidón puede obtenerse glucosa, que por fermentación con especies del género *Lactobacillus*, conduce a la obtención de ácido láctico, que luego puede ser procesado para obtener diversos productos como ácido acrílico, 1,2-propanodiol o polímeros biodegradables como PLA.

La lignocelulosa es un polímero natural ya que es el material de base de las paredes celulares de las plantas, es el material renovable de mayor ocurrencia. Por esta razón, en el futuro la lignocelulosa sin duda jugará un rol trascendental como materia prima renovable y como fuente de energía (Vázquez, 2012). Además, los residuos de paja y madera pueden ser utilizados como materia prima sin entrar en conflicto con la producción de alimentos.

La quitina también es un polímero natural muy abundante, capaz de ser obtenido a partir de hongos, insectos y crustáceos. La misma, puede ser convertida por bacterias que secretan enzimas quitinasas, las cuales convierten la quitina a oligómeros y monómeros con aplicación en química de polímeros. La quitina, y su derivado el quitosano encuentra aplicación en la manufactura de filtros y apósitos de heridas, entre otros.

La celulosa es el polímero natural más abundante del planeta, que no sólo es sintetizada por las plantas, sino que es producida por algunos microorganismos como ser bacterias. Esta biocelulosa se aprecia porque no provoca alergias y, además, por ser biodegradable, biocompatible y atóxica; es decir, puede servir para desarrollar nuevos materiales con aplicaciones en una gran cantidad de áreas. Se puede convertir la biocelulosa en un material soluble y así desarrollar productos de higiene, alimentos y hasta celulosa comestible; y para transformarla en chalecos a prueba de balas, películas para preservación de documentos y pantallas flexibles de computadora.

Sin embargo, es importante destacar que los polímeros obtenidos a partir de biomasa pueden o no ser polímeros biodegradables. Como ejemplo, pueden obtenerse polietileno (PE), PET y resinas termorrígidas tales como Poliuretanos (PU), epoxi, que no son biodegradables (Vázquez, 2012).

## **c) Materiales compuestos, nanocompuestos y nanotecnología**

Los materiales compuestos son los formados por dos fases bien identificadas. Pueden ser polímeros (plástico o resina) con el agregado de partículas o fibra para darle propiedades finales con una combinación de ambas fases. De esta forma se puede mejorar las propiedades mecánicas, las térmicas,

la resistencia al fuego, la conductividad eléctrica o térmica, sus propiedades magnéticas, resistencia a la humedad, etc. Dentro de esta temática, está la incorporación de nanopartículas en los plásticos y resinas y en este caso se denominan nanocompuestos.

En Argentina algunas líneas de I+D relacionadas con las cargas usadas en los polímeros para lograr nanocompuestos son: nanopartículas, nanotubos de carbono, nanocables, nanohilos, nanosílice, nanofibras y “whiskers” de nanocelulosa, nanoóxidos, etc (Vázquez, 2012). En todos estos casos además de su síntesis se está estudiando la modificación química superficial a fin de lograr compatibilidad y mejor dispersión en los distintos tipos de polímeros. Su aplicación es en la industria aeroespacial (materiales compuestos de alta performance híbridos basados en polímeros, fibras y nanocargas), industria del plástico y envases (películas de envases con mayor efecto barrera, películas edibles a base de polímeros naturales y nanopartículas naturales), biotecnología (nanocatalizadores, obtención de nanocelulosa, nanoalmidón, etc), construcción (nanoaditivos para controlar la cinética de hidratación del cemento, reología, propiedades mecánicas), cosmética (efecto de liberación controlada mediante películas con nanopartículas o uso de nanocápsulas), óptica y electrónica (polímeros nanoestructurados), entre otras. El tema de la nanotecnología en el sector petroquímico está relacionado a la producción de catalizadores a nanoescala con mayor reactividad que los actualmente utilizados.

#### **d) Polímeros inteligentes**

Los polímeros inteligentes son polímeros de alto desarrollo tecnológico cuya propiedad se vincula a que responden a un estímulo como: temperatura, luz, campo eléctrico, campo magnético, pH, etc. Frente a alguno de estos estímulos, éstos pueden: contraerse/expandirse, cambiar de estado o de color, generar luminiscencia, etc. (Vázquez, 2012).

Aquellos que presentan contracción/hinchamiento son los hidrogeles que se utilizan en la liberación controlada de fármacos y pueden cambiar de estado cuando se los somete a estímulos como ser, cambios de temperatura, luminosidad, eléctricos y/o magnéticos.

Los polímeros que cambian de estado por medio de calor o por medio de un estímulo eléctrico suelen ser utilizados en el control de temperatura en las construcciones civiles pues absorben calor al fundirse durante el día y luego calientan al enfriarse durante la noche. Por su parte, aquellos que cambian de color se basan en que se reducen o se oxidan al paso de una corriente eléctrica. Se pueden usar en vidrios para casas o autos, anteojos, espejos antideslumbramiento para automóviles, indicadores electrónicos para baterías, etc.

Los polímeros que producen emisiones luminosas en respuesta a diferentes estímulos, se pueden utilizar en la producción de pantallas de navegación y dispositivos para tarjetas inteligentes.

Se han desarrollado polímeros que pueden cambiar el estado de ionización mediante el cambio de pH, actualmente utilizados para la liberación controlada de fármacos y también en extracción de petróleo (Vázquez, 2012). Asimismo, los polímeros con memoria de forma cambian su forma y módulo elásticos cuando se los somete a estímulos tales como la luz o agentes químicos. Pueden ser rígidos y luego de aplicarse el estímulo volver a ser flexibles, pueden remplazar a las aleaciones metálicas y ser utilizados en aplicaciones biomédicas.

Otros polímeros son autocurables o promueven el autocurado de otros materiales. Así, cuando se produce una fisura estos polímeros logran mediante reacciones de entrecruzamiento reparar la fisura.

#### **e) Bioplásticos y sus aplicaciones en el mundo**

Los bioplásticos son aquellos materiales fabricados a partir de recursos renovables (por ejemplo, almidón, celulosa, melazas, etc.) y también a los sintéticos fabricados a partir de petróleo que son biodegradables (por ejemplo, la policaprolactona). Esta clasificación incluye las mezclas de ambos tipos, tal como las de almidón y policaprolactona, ya comercializadas en el primer mundo. La ISO (International Standard Organization) define la biodegradación como la degradación en pequeñas

moléculas que formen parte del ciclo de la vida (O, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) por acción de microorganismos (bacterias, hongos y algas).

Las firmas internacionales fabricantes de materiales plásticos están orientando sus esfuerzos en I+D hacia materiales producidos a partir de recursos renovables como alternativa a los combustibles fósiles, y utilizando como modelo el ciclo del carbono que se da en la naturaleza. Los principales esfuerzos empresariales en este ámbito se observan fundamentalmente en Europa, Japón y EE.UU., sin embargo, en los últimos años, han comenzado a surgir empresas muy activas también en Australia, Brasil, Canadá, China, Corea, India y Taiwán (Fernández y Ariosti, 2006).

A modo de ejemplo en Brasil, se han desarrollado fuertes inversiones relacionadas a este tipo de tecnologías. De este modo, puede señalarse que la empresa Braskem ha invertido US\$ 278 millones en una fábrica que producirá al año unas 200.000 toneladas de polietileno a partir de caña de azúcar, una cantidad que supone el 1% del consumo mundial de este plástico (Vázquez, 2012). Asimismo, la empresa Biocycle, localizada en San Pablo, produce un polímero biodegradable, el polihidroxialcanoato (PHA). Esta empresa además ha comenzado a producir también ácido poliláctico (PLA) y Polietileno a partir de biomasa. Las empresas brasileñas Fibrocel y Trigger, en el Estado de Paraná, se asociaron con la Universidad Estatal de San Pablo (UNESP), y lograron convertir la celulosa producida por una bacteria, la 'Acetobacter Xylinum', en productos como lentes de contacto, piel, revestimiento para chalecos a prueba de balas, y medicamentos. En la práctica, ya cuentan con algunos resultados positivos relacionados a la creación de unas lentes de contacto desarrolladas para la regeneración de la córnea, y también con una piel artificial provisional empleada en tratamientos de quemaduras y heridas de difícil cicatrización.

En el sector de envases y embalajes, el mayor ámbito de aplicación de los bioplásticos, se ha experimentado un fuerte crecimiento. De este modo, algunas grandes cadenas comerciales de Francia, Gran Bretaña, Italia y Países Bajos ya han comenzado a utilizarlos principalmente para el envasado de productos frescos como frutas y verduras, y para productos de higiene personal (Wolf, 2008). La compañía NatureWorks LLC (EE.UU.), perteneciente al grupo Cargill, es el mayor productor mundial de plásticos biodegradables, como el ácido poliláctico (PLA), utilizado en capas de sellado térmico, etiquetas y bolsas de transporte, como alternativa para películas tradicionales como el celofán o para la producción de envases rígidos como botellas (Hermida, 2008).

Asimismo, otras empresas del sector químico también ofrecen gran variedad de productos basados en estos plásticos ecológicos. La compañía italiana Novamont fabrica el bioplástico Mater-Bi, a partir de almidones de maíz, trigo y papa, que está siendo utilizado en espumas, productos de higiene, juguetes ecológicos como los de la empresa Happy Mais e incluso en llantas de neumático de la empresa Goodyear (Wolf, 2008).

BASF ofrece desde hace varios años Ecoflex, un producto basado en almidón de maíz, papa y PLA. Nestlé utilizó en Gran Bretaña una bandeja para el empaquetado de sus chocolates "Dairy Box" fabricada con Plantic, una resina creada a partir de almidón y producida por una compañía australiana. En Francia, varias empresas azucareras, universidades e institutos de investigación están trabajando en el desarrollo de plásticos biodegradables a partir del azúcar y los cereales, con el objetivo de abaratar los costes que supone la fabricación de estos materiales.

Fuera del sector del embalaje, cada vez son mayores las aplicaciones que se están dando a estos bioplásticos. Algunas multinacionales de telefonía móvil y electrónica están anunciando diversos desarrollos. Motorola ha creado una cubierta para sus teléfonos móviles que puede ser reciclada mediante la técnica del compostaje. Diversas empresas como Pioneer, Sanyo o Sony han desarrollado discos de almacenamiento y Fujitsu, Hewlett-Packard o NEC carcasas de ordenador a partir de diversos materiales bioplásticos (Wolf, 2008).

En definitiva, la investigación en plásticos biodegradables está dando paso a numerosas aplicaciones en todos los campos en los que se utilizan materias plásticas no biodegradables. Un sector que podría calificarse de revolucionario es el de la denominada ingeniería de tejidos, cuyo objetivo es la fabricación de tejidos humanos a partir de materiales biodegradables, de manera que se puedan

obtener tejidos de recambio. Algunas aplicaciones como placas o tornillos biodegradables ya están siendo empleados en la actualidad en cirugía de huesos.

## **f) Avances y capacidades de desarrollo en Argentina**

En la Argentina, a través del Plan Argentina Innovadora 2020 se persigue, además del fortalecimiento de la base científica y tecnológica del país, el fomento del agregado de valor a la producción, la incorporación de conocimientos científico - tecnológicos por parte tanto de las industrias tradicionales como de nuevas empresas que se desarrollan en un marco de alta complejidad tecnológica. En el marco de este escenario, la estrategia de focalización propuesta por el Plan tiene la mirada puesta en la resolución de problemas y el aprovechamiento de oportunidades en conglomerados productivos en núcleos socio productivos estratégicos (NSPE) caracterizados por su alto impacto económico, tecnológico o social. De este modo los NSPE se constituyen en una fuente de oportunidades de intervención para el accionar del MINCYT en su propósito de impulsar la cultura emprendedora y la innovación (MINCYT, 2011).

Uno de los núcleos socio productivos estratégicos en desarrollo por parte del MINCYT es el de Biorrefinerías (bioenergías, polímeros y compuestos químicos) a través del cual, entre otras acciones, se promueve la instalación de cuatro plantas piloto organizadas por acuerdos entre las instituciones públicas de investigación y enseñanza y el sector productivo, que servirán para realizar investigaciones aplicadas y entrenar recursos expertos en este campo. La expectativa en definitiva es el desarrollo de nuevos procesos o mejora de los existentes destinados a la obtención de bioproductos. Entre ellos, se destaca la posibilidad de obtener biopolímeros a partir de biomasa por ejemplo, aquellos con alto contenido de celulosa - hemicelulosa (sorgo, cebada, trigo, colza, cáscaras de girasol y soja, residuos de la cosecha de maíz y girasol), entre otros.

En el país existen capacidades disponibles en el sistema de CyT que permiten pensar que es posible avanzar en su aplicación práctica en un futuro cercano. En efecto, actualmente el país cuenta con grupos de investigación trabajando en el tema de polímeros, biopolímeros y nanotecnología aplicada a ellos (Vázquez, 2012). Específicamente relacionado a la nanotecnología, según un informe de la Fundación Argentina de Nanotecnología, en el año 2011 existían unos 26 grupos de I+D con al menos una línea de investigación asociada a “Polímeros y Nanocompositos”. A modo de ejemplo, pueden señalarse los siguientes grupos/institutos que trabajan sobre este tipo de temáticas (FAN, 2012; CONICET, 2014):

- Grupo “(Nano) Materiales Poliméricos” del INIFTA (CCT CONICET La Plata - UNLP): desarrollan nanomateriales poliméricos con aplicaciones en recubrimientos de altas prestaciones, encapsulación de principios activos, liberación de drogas, remediación ambiental y alimentación;
- Grupo “Polímeros y Materiales Compuestos” del INTECIN, CONICET, Laboratorio de Materiales y Estructuras de la Facultad de Ingeniería de la UBA: desarrollan trabajos relacionados a barras pultruidas con fibras y nanorefuerzos de matriz polimérica para reemplazo de barras de metal en caso de necesitar aislación térmica, eléctrica o electromagnética (industria militar y salud) y se utilizan para la reparación de plásticos reforzados con fibras, resinas y nanorefuerzos. Trabajan con polímeros biodegradables como el almidón;
- Grupo “Ecomateriales” del INTEMA (Universidad Nacional de Mar del Plata - CONICET): desarrollan bio-nanocompuestos para envases: Trabajan en películas obtenidas a partir de biopolímeros (por ejemplo: almidón, caseinato-quitosano, quitosano) y nanopartículas/nanofibras también obtenidas a partir de la biomasa como refuerzo de las mismas. Estos materiales tienen aplicación en el área de envases; su naturaleza les otorga la ventaja de ser bio-degradables, incluyendo los bio-refuerzos utilizados, cuyo agregado permite modificar sus propiedades mecánicas y de barrera a gases/vapores;



- Grupo “Área Materiales Biomédicos” - INTEMA (UNMdP - CONICET): desarrollan nanofibras poliméricas y compuestas con aplicaciones en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa, textiles funcionales y nanoencapsulación de fármacos y principios activos, entre otros;
- Grupo “Unidad de Investigación Aplicada y Transferencia de Tecnología” - INTI Plásticos – Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM): Trabajan en nanocompuestos poliméricos (a partir de polímeros sintéticos, biodegradables y de origen agro industrial) y como resultado se destacan, la obtención de celulosa microfibrilada a partir de fibras naturales, de nanorefuerzos (arcillas; celulosa microfibrilada, modificación orgánica), materiales edibles activos, y materiales activos para aplicaciones en envases, agricultura y control de vectores transmisores de enfermedades;
- Centro en Crio-tecnología de Alimentos (CIDCA) y Centro de Investigación en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT) en La Plata: este grupo de investigación ha desarrollado materiales biodegradables de matriz proteica capaces de detectar sustancias indicadoras del deterioro de la calidad de productos alimenticios, permitiendo además prolongar su período de vida útil. Estos materiales podrían utilizarse en packaging de alimentos y servirían para monitorear e informar acerca de la calidad e inocuidad del producto envasado durante toda su cadena de comercialización;
- Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI) en Bahía Blanca: trabajan en polímeros y copolímeros bloque de estructura controlada, la modificación de polímeros de origen industrial y en modificaciones estructurales de polímeros naturales para la obtención de sistemas portadores de fármacos de administración oftálmica;
- Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA): proyecto de desarrollo de un nuevo material biodegradable elaborado a partir de materias primas de origen natural totalmente renovables y compatibles con la protección del medio ambiente. Apunta a satisfacer las nuevas demandas en las industrias alimenticias, de cosmética, higiene y cuidado personal, farmacéutica y de limpieza relacionadas con compatibilizar sus materiales de embalaje con las nuevas tendencias y políticas en protección ambiental. La novedad tecnológica, y objeto de patente, es la inclusión de nanocristales de almidón de maíz en una matriz de almidón de mandioca. Los films son transparentes, flexibles, comestibles y completamente naturales y pueden degradarse en varios días bajo acción del agua. Son muy versátiles, pueden contener otros aditivos, como colorantes, preservativos y contener saborizantes;
- Universidad Nacional de Rosario (UNR): trabajan en la aplicación de polímeros de cadena flexible naturales y sintéticos para el desarrollo de tecnologías bio-separativas y de estabilización de enzimas de importancia industrial;
- Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), La Plata: este grupo de investigación ha desarrollado materiales biodegradables de matriz proteica capaces de detectar sustancias indicadoras del deterioro de la calidad de productos alimenticios, permitiendo además prolongar su período de vida útil. Estos materiales podrían utilizarse en packaging de alimentos y servirían para monitorear e informar acerca de la calidad e inocuidad del producto envasado durante toda su cadena de comercialización;
- Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV): trabajan en la síntesis de nuevos materiales nanoestructurados a partir de polímeros y moléculas dendríticas;
- Instituto de Química de Rosario (INQUIR): desarrollan películas comestibles biopoliméricas con propiedades antimicrobianas con potencial aplicación como recubrimientos alimentarios para el control de ETAs. El proyecto se propone optimizar formulaciones a base de proteínas del lactosuero/glicerol y de alginato/calcio con el fin de confeccionar envolturas comestibles para alimentos que serán posteriormente sometidos a cocción o congelación y cocción, brindando a la industria alimentaria y a los servicios



gastronómicos, herramientas para aumentar la diversidad, extender la conservación e incrementar el valor agregado de sus productos.

Otros grupos destacados también pueden encontrarse en: Instituto de Investigaciones en Físico-Química (INFIQC) de Córdoba, Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) en Mar del Plata, Centro de Investigación en Hidratos de Carbono (CIHIDEAR) y Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA, Instituto de Física Enrique Gaviola (IFIEG) de Córdoba, Instituto de Física del Sur (IFISUR) de Bahía Blanca, Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI) de la Universidad Nacional de Salta y el Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC) de la Universidad Nacional del Litoral en Santa Fe.

Estos institutos y grupos de investigación en universidades o dependientes del CONICET, son grupos en base a los cuales se podrá avanzar en los temas relacionados al desarrollo de nuevos materiales y biopolímeros (ver el caso “Desarrollo de biopolímeros comestibles en base de desechos lecheros y algas marinas” en el apartado D.1.c. del presente capítulo).

Todos los estudios analizados recomiendan invertir en investigación científica, impulsor necesario para generar productos de mayor valor agregado y específicos. Si bien Argentina cuenta con recursos (tanto naturales como humanos) para consolidarse como un jugador temprano en este tipo de desarrollos, debido a la relativa inmadurez de estas tecnologías, la implementación práctica de biorrefinerías y el desarrollo industrial de nuevos materiales exigirá la elaboración de políticas específicas y de la estrecha vinculación y coordinación entre todas las áreas involucradas como requisito esencial para generar un ambiente favorable a su desarrollo.

En la actualidad, los estímulos económicos existentes para el desarrollo industrial de estas acciones aún no son suficientes, considerando que se requieren importantes aportes de capital, tanto en el área de investigación y desarrollo de tecnologías como en la construcción de infraestructuras de producción competitivas acordes con una etapa avanzada. De este modo, será importante trabajar en una fuerte interacción entre el sistema de ciencia y tecnología, el sector público y el privado para establecer los posibles costos del proceso de transición y los mecanismos de financiación a largo plazo que lo hagan posible. Aunque la coordinación de políticas específicas pueden promover las inversiones en el sector, resulta claro que los incentivos económicos, ya sea a través de exenciones impositivas, préstamos a tasas preferenciales, subsidios o demandas del propio sector público jugarán un rol fundamental en apoyar este tipo de desarrollos a nivel industrial (MINCyT 2011).

Finalmente, con base en lo desarrollado precedentemente, los expertos señalan que también es muy relevante no perder de vista algunas limitaciones que deben ser consideradas si se impulsara inmediatamente el cambio hacia alguna de estas nuevas tecnologías. Por ejemplo: a) los biopolímeros aún se fabrican en muy pequeña escala, por lo tanto son muy caros, no son de uso masivo y sus aplicaciones están limitadas a usos de muy alto valor como productos medicinales (suturas, material para taponajes quirúrgicos, etc.) y aplicaciones con importante marketing ecológico; b) actualmente no existen empresas que provean polímeros degradables, por lo tanto de exigirse, deberían importarse; c) a pesar de que se lograra una fabricación local de polímeros biodegradables a escala industrial, para que los residuos puedan ser dispuestos eficientemente sería necesaria la existencia de plantas de compostaje, para que se lleve a cabo la biodegradación en condiciones controladas; d) es necesario observar los ciclos de vida de estos nuevos materiales bioplásticos, considerando no sólo su fabricación, sino también su uso y su eliminación final; e) en relación con la nanotecnología, existen capacidades tecnológicas para su desarrollo, pero el principal problema para su implementación reside en el desconocimiento respecto a su potencial toxicidad en su uso y manejo y a las potenciales dificultades asociadas a su post-consumo (desechos nanotecnológicos); f) finalmente, la CAIP comienza su informe sobre bolsas biodegradables afirmando que el principal problema a resolver en el corto plazo relacionado con el uso de las bolsas plásticas, es la deficiente gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) presente en el país, debiéndose aún organizar todo el circuito desde la casa a la disposición final en plantas de compostaje.

### **3. El enfoque de las 4R (Reducir – Reusar – Reciclar – Recuperar) y el análisis del ciclo de vida (ACV)**

En Argentina, los diferentes actores de la cadena plástica entienden que la manera de influenciar positivamente a la sustentabilidad de la cadena es a partir de iniciativas asociadas al principio de las 4R (CAIP, 2014, ECOPLAS 2011). Este es un enfoque reconocido internacionalmente que establece las jerarquías y/o prioridades para el tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) comprendidos por los que se generan diariamente en los hogares y por los residuos recolectados a partir del barrido de las ciudades. El enfoque entiende que la solución al tema de los RSU no es única, sino que requiere de una conjunción de iniciativas que se expresan en las “4R” (Tonelli, 2011). Se trata de un abordaje multidisciplinario, ya que para su implementación actúan diversos sectores económicos con una participación muy activa del ciudadano que tiene la misión de separar en sus domicilios los distintos tipos de RSU. En definitiva lo que se busca es que los desechos que lleguen a disposición final o rellenos sanitarios sea el mínimo posible, considerando la aplicación de las herramientas implícitas en las 4R. Las mismas, se resumen a continuación:

#### **a) Reducción**

Consiste en disminuir el peso de los envases plásticos de tal manera que tengan un impacto potencial en el medio ambiente menor. Está referido a la reducción en la fuente, principalmente a partir de nuevos diseños de envases plásticos concebidos con mayor conciencia ambiental, generando así menos residuos a través de la reducción del volumen de los productos a consumir. De este modo, la reducción en la fuente se entiende como un esfuerzo conjunto entre tres grandes sectores: i) la industria petroquímica, fabricando nuevos productos plásticos con mayor resistencia y mejor capacidad de proceso; ii) la industria transformadora plástica, incorporando nuevas tecnologías y maquinarias para producir envases con menor peso y equivalente resistencia mecánica y iii) la industria envasadora, diseñando los nuevos envases y adoptando las alternativas más favorables para el medio ambiente. Adicionalmente, la reducción efectiva demanda una actitud proactiva por parte del mercado hacia consumir productos con empaques más pequeños y/o más delgados en la búsqueda por disminuir la generación de basura.

A modo de ejemplo, las bolsas de supermercado redujeron fuertemente su peso a lo largo de los años. Pasaron de pesar 22 gramos cuando fueron introducidas al mercado local en la década del 70, a los actuales 7 gramos. Las nuevas bolsas que mantienen la utilidad de las originales han implicado una reducción sustantiva en el uso del material. Asimismo, en la Unión Europea se redujo el peso promedio de todos los envases en un 28% en los últimos 10 años y en la industria del film estirable autoadhesivo (stretch film), los espesores se disminuyeron entre un 20% y 29% en los últimos 15 años (ECOPLAS, 2011).

#### **b) Reuso / Reutilización**

Esta dimensión se refiere a la reutilización de aquellos materiales o productos plásticos que conservan la capacidad de uso para una misma u otra aplicación evitando así su deshecho. Por ejemplo, la utilización de botellas de PET para almacenar líquidos como aguas, aceites o alimentos; la reutilización de las bolsas de comercio (bolsas camiseta) para el mismo fin (compras o traslado de productos) u otras aplicaciones como el guardado de ropa o bolsa de residuos domésticos. Está calculado que a nivel mundial más del 90% de la población reutiliza las bolsas de comercio para otros usos.

#### **c) Reciclado**

Es el proceso donde productos plásticos de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas. En América Latina el método más utilizado es el reciclado mecánico, que consiste en recolectar, en este caso los envases plásticos post consumo, separarlos por tipo de plástico y someterlos a una serie de procesos: molienda, lavado, secado, extrusión, pelletizado o granulado, para que sean nuevamente

utilizados como materia prima de nuevos productos (ECOPLAS, 2011). El reciclado depende fuertemente de la correcta separación de los residuos entre orgánicos e inorgánicos (plástico, papel y cartón, brik, vidrio, metales, etc.) y dentro de los plásticos entre diferentes materiales. De este modo, es muy difícil reciclar el plástico en ausencia de servicios de recolección diferenciada.

La forma más simple y difundida de la recolección diferenciada de residuos comienza con la separación en origen por tipo de residuo que luego se depositan en contenedores específicos y se recolectan y destinan hacia diferentes formas de tratamiento<sup>32</sup>. Posteriormente a la recepción, se efectúa una clasificación de los productos por tipo de plástico y color. Esta clasificación puede hacerse de modo manual y trabajo intensivo (una parte importante de la clasificación en argentina se hace de este modo) o mediante tecnología automatizada ampliamente difundida en países desarrollados. Una vez separados, los plásticos se compactan y enfardan para ser enviados a los recicladores. Cuanto más precisa es la separación de los residuos plásticos por tipo de material, mejor es la calidad y pureza del producto final del material reciclado. Por este motivo, se ha desarrollado un sistema de identificación de plásticos, el código internacional SPI, que asigna un número a cada tipo de plástico dentro del triángulo de reciclado cuyo objetivo es precisamente facilitar la clasificación y el posterior reciclado de los plásticos (ver Anexo 2).

#### **d) Recuperación (energética)**

Las primeras “3R” reducir, reusar, y reciclar, desarrolladas hasta aquí, están orientadas a minimizar la cantidad de residuos generados, desde el origen hasta el final de su vida útil. Sin embargo, dado que esto no permite eliminar los residuos de modo completo, existe una cuarta “R” que consiste en la recuperación energética donde se transforma el potencial de energía de los residuos plásticos en electricidad y calor. Excepto los recientemente desarrollados plásticos verdes, la mayoría de los plásticos son derivados del petróleo o gas natural, por lo que contienen un alto poder calorífico capaz de ser recuperado mediante combustión bajo estrictas medidas de control para que sea limpia y no produzca gases tóxicos<sup>33</sup>. La combustión de los plásticos con el resto de los RSU puede generar electricidad con la red eléctrica como destino final o calor en forma de vapor a baja presión y agua caliente para los hogares que se encuentran cerca de las plantas de combustión.

Actualmente, las plantas que utilizan modernas técnicas de combustión con recuperación energética<sup>34</sup>, emiten gases limpios que cumplen con las normas internacionales (ECOPLAS, 2011). Las mismas operan en países desarrollados como Alemania, Holanda, Dinamarca, Suiza y Japón pero aún no están difundidas en América Latina. Algunos argumentos que apoyan la valorización energética se asocian a que su difusión masiva permitiría: i) reducir el peso y volumen de los residuos en un 90% y 70% respectivamente; ii) destinar una cantidad sustantivamente menor de residuos al relleno sanitario; iii) colaborar en la disminución del agotamiento de los combustibles fósiles; iv) reducir la cantidad de recursos no renovables a la producción de energía.

De este modo, cualquier iniciativa inspirada en una o más de las 4R estaría contribuyendo de modo positivo en la sustentabilidad de la cadena del plástico.

---

<sup>32</sup> En algunos países desarrollados la separación de residuos se hace en más fracciones, donde se dispone de contenedores diferentes en forma y color para cada uno de los siguientes elementos: vidrio (verde), papel y cartón (azul), envases (amarillo) y orgánicos o restos de comida (gris).

<sup>33</sup> La energía que se recupera de la combustión de un pote plástico es equivalente a la energía consumida por una lámpara de bajo consumo encendida durante cinco horas (que a su vez equivale a la luz de una lámpara incandescente de 40 watts).

<sup>34</sup> Una planta de valorización energética es una instalación en la que se produce una combustión controlada, en condiciones óptimas, es decir, temperatura mínima de 850°C, tiempo de permanencia de un mínimo de 2 segundos y turbulencia de oxígeno superior al 6%. Esto permite transformar los residuos en escorias, cenizas y gases, con la mínima contaminación posible. Con el calor producido en el proceso se genera vapor que, conducido a una turbina, genera electricidad (ECOPLAS, 2011).

### e) **Análisis del ciclo de vida (ACV)**

De modo complementario, existe otro enfoque que busca medir el impacto ambiental de un proceso o producto que puede ser de utilidad para identificar innovaciones sustentables. El enfoque denominado análisis del ciclo de vida (ACV) consiste en un procedimiento objetivo de evaluación de cargas energéticas y ambientales correspondientes a un proceso o a una actividad, que se efectúa identificando los materiales, la energía utilizada y los desechos liberados en el ambiente natural (Garraín y otros, 2008).

El ACV estudia los aspectos ambientales y los impactos potenciales a lo largo del ciclo de vida de un producto o de una actividad, es decir, desde su origen como materia prima hasta su final como residuo, teniendo en cuenta todas las fases intermedias como el transporte y preparación de materias primas, manufactura, transporte y distribución a mercados, uso, etc. Es un método analítico mediante el cual la composición y las cantidades de contaminantes generados y de recursos consumidos en la cadena de producto pueden valorarse en términos de sus impactos correspondientes, considerando las categorías generales que incluyen el uso de recursos, la salud humana y las consecuencias ecológicas, tales como el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono, la acidificación, la ecotoxicidad, los precursores de ozono troposférico, etc. A través de los estudios de ACV, es posible llegar a conclusiones acerca de qué impacto es más significativo, o qué etapa del ciclo de vida es la más contaminante. Esta metodología puede utilizarse también para contrastar varios materiales o procesos alternativos que realizan la misma función y evaluar cuál de ellos es más eco eficiente. A pesar de la utilidad y profundidad del enfoque, no existen estudios de esta naturaleza en el país que permitan orientar medidas de política ambiental concreta.

## **4. La innovación sustentable en la cadena plástica argentina. Ejemplos y oportunidades futuras**

En este apartado se presentan los principales resultados derivados de una profusa revisión de información secundaria y de un relevamiento de información primaria entre distintos ‘*stakeholders*’ a través de entrevistas en profundidad a representantes de la Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP), empresarios, informantes calificados e investigadores/expertos de institutos especializados (alguno de los cuales participaron grupalmente en la identificación de oportunidades en los talleres impulsados por el proyecto). La evidencia relevada es coincidente acerca de cómo las especificidades del sector/subsector (plástico para envases y embalajes) influyen sobre la sustentabilidad de la cadena. Se trata de una “industria de industrias” que recibe la materia prima generada en etapas previas a su injerencia (por la Petroquímica en general) y posteriormente entregan el producido a diversas industrias consumidoras. En ese proceso, afirman los expertos, el sector (transformador) no emite gases contaminantes, desechos tóxicos ni efluentes contaminantes por lo que el proceso es caracterizado como relativamente limpio. En función de esto, entienden que existe un gran potencial para introducir innovaciones de tipo sustentable trabajando fundamentalmente en la fase inicial de su proceso y en el post-consumo. De este modo, se presentan en primer lugar algunos ejemplos de innovación sustentable implementados y en segundo lugar ciertas oportunidades de innovación identificadas. Se destaca que en la práctica, los ejemplos refieren a iniciativas que en general son incipientes y por lo tanto aún tienen recorrido por delante para efectivizar un impacto tangible en la producción y la sociedad en su conjunto. Sin embargo, fueron desarrollados porque de uno u otro modo son fuertemente ilustrativos de distintas líneas exitosas, a través de las cuales se deberán seguir profundizando acciones para promover innovaciones amigables con el medio ambiente.

### a) **Casos de innovación sustentable desarrollados en Argentina**

Actualmente en Argentina existen numerosas iniciativas tendientes a reducir el impacto ambiental de los plásticos. En su mayoría son ejemplos recientes de esfuerzos realizados en diferentes puntos de la cadena del plástico que evidencian compromiso y actividades concretas en pos de la sustentabilidad. Estas iniciativas muestran un camino ya recorrido, pero aún con alcance relativamente limitado. En efecto, buena parte de las mismas se encuentran en proceso de expansión, bregando por

su aceptación e implementación más extendida tanto por empresas como por distintos actores gubernamentales.

A continuación se resumen las principales características de 6 casos ilustrativos seleccionados. Dos de ellos (el programa polietileno reciclable y el programa de consumo responsable de bolsas plásticas normalizadas), reflejan el tipo de avances a los que se puede aspirar cuando se aúnan esfuerzos por parte de todos los actores involucrados en la problemática (empresarios a través de sus cámaras, instituciones especializadas del sistema científico tecnológico, el sector público y los consumidores). En ambas iniciativas, sin embargo, se observa que no han logrado su desarrollo pleno. Para ello, será necesario darles continuidad y lograr incrementar por un lado el número de empresas, dependencias públicas y gobiernos provinciales/municipales comprometidos y por el otro, sensibilizar a un creciente número de consumidores acerca de la importancia de sus acciones individuales en el resultado final de las iniciativas, a través de acciones de capacitación y concientización.

La tercera y cuarta de las iniciativas, refieren a un desarrollo tecnológico realizado por investigadores locales que transforma desechos de la industria lechera en un biopolímero útil para el embalado y conservación de alimentos y a una alianza público privada que puso en funcionamiento una Antena de Vigilancia Tecnológica al servicio del sector, que genera información sobre innovaciones en el mercado en general y sustentables en particular, que podrían ser implementadas en Argentina. Finalmente, los últimos dos casos describen cómo a través de la introducción del diseño es posible desarrollar un exitoso emprendimiento, comercial en el caso de “Pisotapitas” y/o social en el caso de “La Sachetera”.

*i) Innovación en gestión: Programa Polietileno Reciclable (ECOPLAS)<sup>35</sup>*

El Programa Polietileno Reciclable fue creado recientemente por la Asociación Civil ECOPLAS con el fin de promover la gestión sustentable de envases plásticos de polietileno post-consumo para que los mismos sean transformados en recursos para la industria del reciclado de los plásticos, contribuyendo a su valorización. Esta iniciativa aún se encuentra en proceso de expansión y en el futuro, esperan hacerla extensible a los envases de todos los materiales plásticos, tales como Polipropileno, Poliestireno y PVC.

Con la meta de contribuir a mejorar el reciclado del plástico, el Programa crea una marca (la “Manito”) que identifica y certifica los envases fabricados con polietileno. Aquellas empresas que obtienen la certificación, imprimen la marca en sus envases facilitando su posterior identificación para el recupero y reciclaje. En la actualidad, el programa certifica únicamente que el material del envase es polietileno reciclable pero está programado incorporar en el futuro otras identificaciones para otros materiales plásticos. La entidad que valida la certificación, ECOPLAS, realiza pruebas técnicas de laboratorio a cada envase a certificar para corroborar que el material del envase sea efectivamente polietileno reciclable. Asimismo, se consulta a la Cámara Argentina de Reciclados Plásticos (CAIRPLAS), para que en función del material, brinde un dictamen técnico acerca de la reciclabilidad del mismo.

Así, con base en el desarrollo de una fuerte identidad visual, esta certificación busca generar los siguientes beneficios (ECOPLAS, 2014):

- Facilitar la identificación de los envases reciclables para el consumidor, simplificando la separación domiciliaria
- Facilitar la recolección y clasificación por parte del recuperador urbano -sustentabilidad social
- Aportar a la reducción de RSU que terminan en rellenos sanitarios

<sup>35</sup> Caso basado en la información aportada por informantes calificados y contenida en el Boletín Técnico Informativo N° 45 del Centro de Información Técnica - CIT.



- Revalorizar los envases plásticos de Polietileno desechados en materia útil para su posterior transformación
- Aportar a la sustentabilidad de la industria del Reciclado de los Plásticos

Asimismo, al promover y sustentar la industria del reciclado, se promueven todos los beneficios ambientales asociados a éste. Entre ellos:

- Ahorro de energía. La fabricación de materia prima reciclada ahorra aproximadamente un 89% de la energía que se utilizaría para fabricar materia prima virgen
- Reducción de emisión de gases efecto invernadero
- Disminución del volumen total de residuos
- Ahorro de recursos naturales
- Menor huella de carbono

El programa es un medio para facilitar y mejorar la separación, recolección y reciclado de los envases certificados cuya implementación requiere del trabajo conjunto con distintos organismos de Gobierno. Así es que en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), ECOPLAS trabaja con la Dirección General de Reciclado del Gobierno Porteño (DGREC) y con la industria del reciclado de plásticos a través de CAIRPLAS para que dichos envases sean separados en origen, recogidos y clasificados por recuperadores urbanos y recuperados para la industria del reciclado de los plásticos. También lo hace con el Programa Escuelas Verdes del Ministerio de Educación de la CABA. Asimismo, el programa tiene una política proactiva por incorporar nuevas marcas y empresas para expandir su alcance.

El reciclado mecánico es una de las técnicas de valorización más difundidas en la Argentina y en el mundo. Actualmente se reciclan en el país aproximadamente 200.000 toneladas anuales de plásticos<sup>36</sup> y la tendencia es creciente. La industria del reciclado plástico es dinámica y se está trabajando para su rentabilidad y sustentabilidad económica y social. El polietileno se recicla actualmente en nuestro país y se pueden hacer diversos productos tales como: caños para riego, películas para uso agrícola, bolsas de residuos, baldes, tachos y palas, etc.

Finalmente, para maximizar el impacto de esta iniciativa en el tiempo, resulta necesario lograr un mayor compromiso de los organismos públicos involucrados en la separación, recolección y reciclado de los envases (tanto a nivel local como nacional) y desarrollar una campaña de difusión y concientización acerca de la iniciativa dirigida a empresas y consumidores. A los primeros para que adopten la señalización y los segundos para que colaboren activamente en la separación en origen de los residuos. Esto último involucra el desarrollo y lanzamiento de campañas de marketing o publicitarias en medios masivos, muy costosas de ser financiadas y sostenidas en el tiempo.

#### *ii) Programa Consumo Responsable de Bolsas Plásticas Normalizadas*

La bolsa plástica es un envase adoptado de modo extendido por los supermercados, comercios y el consumidor en general por sus múltiples funciones. Al ser resistente, sanitariamente segura, impermeable y liviana, cumple la función de permitir trasladar productos protegiéndolos del deterioro de manera segura y práctica. Sin embargo, debido a su uso extendido en la Argentina y frente a la necesidad de reducir el consumo de las bolsas de supermercado de un solo uso, se impulsó una medida en pos de fomentar el consumo responsable de las mismas. Inspirados en el principio de las 4R descripto anteriormente, la industria plástica conjuntamente con el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) e instituciones académicas y de investigación, elaboraron la Norma IRAM 13610 “*Bolsas plásticas, tipo camiseta, para uso en supermercados. Requisitos y*

<sup>36</sup> Fuente: CAIRPLAS, Cámara Argentina de la Industria de Reciclados Plásticos.



*métodos de ensayo*”, en la búsqueda de que las bolsas plásticas sean más resistentes y de mejor calidad (vigente desde fines del 2010).

La norma elaborada establece los parámetros para que la bolsa plástica cumpla con los requisitos de un óptimo desempeño. Esta bolsa permite por un lado incrementar la carga de artículos por bolsa y por el otro, suministrar información impresa sobre la cantidad precisa de kilogramos que puede llevar y fomenta su reutilización (por ejemplo, señalando que puede ser llenada por completo al utilizara como bolsa para desperdicios). Así, las bolsas normalizadas tienen como finalidad optimizar su uso, reduciendo la cantidad de bolsas que se entrega al público gracias a un diseño especial que le otorga la propiedad de una mayor carga por bolsa con seguridad en el transporte.

Desde octubre del 2012<sup>37</sup>, las bolsas plásticas normalizadas según la Norma IRAM 13610 son de entrega obligatoria en los supermercados de la CABA. Adicionalmente a las características ya mencionadas -mayor capacidad y resistencia-, en la ciudad, éstas se entregan a los consumidores en dos colores: verde y negro para ser reutilizadas como bolsas de residuos que colaboren con la separación domiciliar de los mismos. A pesar de este importante avance, la utilización de esta norma para contribuir al uso sustentable de las bolsas plásticas no es obligatoria en el resto del país, donde su uso es de carácter voluntario.

Entre los beneficios concretos de la iniciativa<sup>38</sup> puede señalarse que la utilización de bolsas plásticas normalizadas por parte de los consumidores favorece a las 3R: Reducción, Reutilización y Reciclado.

- Reducción: el uso de la bolsa normalizada – de mayor tamaño y resistencia- representó una reducción entre 55% y 66% de la cantidad de bolsas utilizadas.
- Reutilización: distintos estudios muestran que el 97% de las bolsas de supermercado se reúsan. En la Argentina, los reúsos se destinan en un 75% como bolsas para residuos, 14% para trasladar cosas y 11% para guardar ropa/cosas. Debido a sus características de mayor tamaño y resistencia, las bolsas normalizadas son más aptas para la reutilización que las bolsas plásticas tradicionales. Una de las claves para reducir el impacto ambiental que las bolsas podrían producir, es reutilizarlas la mayor cantidad de veces que sea posible cualquiera sea el uso que se le desee dar.
- Reciclado: las bolsas plásticas son 100% reciclables. Los ciudadanos que disponen en sus ciudades o municipios de la gestión de residuos con recolección diferenciada y separación en origen, deben disponer las bolsas post-consumo junto a los otros residuos reciclables para facilitar su posterior reciclaje. El éxito de este proceso se basa en la educación, comunicación, concientización ciudadana, responsabilidad y ser solidario con respecto al medio ambiente.
- En este sentido, se destaca que reciclar un kilo de plástico consume mucha menos energía que los materiales alternativos. Reciclar un kilogramo de plástico consume 11% de la energía necesaria para producir 1 Kg de plástico a partir de la resina virgen. En promedio, para reciclar una tonelada de plástico se consumen 2.100 Kwh/Kg y para producir la misma tonelada a partir de resina virgen se consumen 19.200 Kwh/Kg<sup>39</sup>.

Esta experiencia es otra muestra concreta de cómo el trabajo colaborativo redunda en cambios positivos en pos de la sustentabilidad de la cadena del plástico. En este caso, la industria

<sup>37</sup> Por la Ley 3147, vigente en el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<sup>38</sup> Datos concretos obtenidos de las experiencias piloto desarrolladas por ECOPLAS en supermercados de las Ciudades de Mendoza, Tandil y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<sup>39</sup> The Plastics Division Of The American Chemistry Council By Franklin Associates, A Division Of Eastern Research Group, Inc. Prairie Village, Kansas December 2007. Cradle-To-Gate Life Cycle Inventory Of Nine Plastic Resins and Two Polyurethane Precursors. [www.americanchemistry.org](http://www.americanchemistry.org).

transformadora, el IRAM e instituciones vinculadas al sistema científico tecnológico junto a la determinación por parte del Estado, están logrando resultados exitosos a la hora de reducir el impacto de los residuos plásticos sobre el medio ambiente de modo sustentable. Sin embargo, para que esta y otras iniciativas similares tengan un impacto mayor, es necesario que: i) haya un mayor consumo responsable y educación ciudadana; ii) implementen marcos normativos similares que involucre a todo el país y no solo a la CABA y iii) se implementen programas que apunten al reciclado de las bolsas plásticas (ECOPLAS, 2013). El desarrollo de estos puntos no sólo requiere apoyo para su impulso y difusión, sino también de un importante trabajo conjunto entre todos los actores involucrados (productores, organizaciones empresarias y gubernamentales, recicladores, etc.) para llegar a acuerdos básicos que sustenten la iniciativa.

iii) *Desarrollo de biopolímeros comestibles en base a desechos lecheros y algas marinas*

Un grupo de investigadores de instituciones científicas públicas localizadas en la cuenca lechera nacional más importante del país han desarrollado biopolímeros en base a desechos de la industria láctea<sup>40</sup>. Los científicos lograron desarrollar una película comestible para ser empleada como envoltorios alternativos en la industria alimenticia. Uno de los mayores beneficios asociados al desarrollo según los expertos, es que ayudaría a reducir el impacto ambiental causado por el uso de plásticos sintéticos, frecuentemente utilizados para envolver alimentos y, por otro lado, evitaría que se arroje al medio ambiente gran cantidad de lactosuero, un residuo altamente contaminante generado durante la producción de quesos.

Los potenciales usos de estas películas son múltiples. Se han hecho pruebas para ser usados como envases complementarios en reemplazo de las tradicionales filminas plásticas que se utilizan como separadores en algunos alimentos, o como envoltorios comestibles que den lugar a nuevos productos alimenticios más sanos y nutritivos, entre otras aplicaciones. Las películas se desarrollan a partir de la reutilización de un subproducto que se obtiene de procesar el lactosuero (un concentrado de proteínas que provee una empresa) mezclado con glicerol (subproducto de la industria del biodiesel), el cual se utiliza como agente plastificante para obtener una matriz biopolimérica a partir de la cual se pueden plantear las distintas alternativas de uso (CONICET, 2014). A modo de ejemplo, en la formulación de esta matriz se pueden agregar aditivos para que mejore la transparencia, el color, las propiedades mecánicas, las propiedades de permeabilidad a gases, etc.

Actualmente, el grupo de investigación se encuentra trabajando con un nuevo compuesto, el hidrato de carbono, que le quita totalmente el olor a la proteína de suero, elemento que incrementa las posibilidades de uso para recubrir alimentos y así evitar que el sabor del envoltorio interfiera con el del propio producto. También estudian las propiedades antimicrobianas de estas películas comestibles ya que un ejemplo de su aplicación en alimentos sería para alargar la vida útil de la fruta que está en exposición. Los investigadores señalan que “si se cubre una fruta con una película casi invisible que posea el agregado de un compuesto con potencial antimicrobiano y que además le imprima cierto sabor compatible con el alimento a recubrir, esto podría retardar el proceso de crecimiento de hongos y bacterias extendiendo la vida de anaquel del alimento, y otorgarle un plus organoléptico al enriquecer el aroma de la fruta recubierta. A su vez, y dado que estas matrices biopoliméricas son parcialmente solubles, si no se quiere ingerir la película, la misma puede lavarse con agua y eliminarse fácilmente” (CONICET Rosario, 2014).

Los desarrollos logrados tienen un gran potencial dado que poseen una multiplicidad de aplicaciones factibles al mismo tiempo que aportan tanto a la sustentabilidad de la cadena del plástico como de la cadena láctea. Esto se debe a que reemplazan plásticos sintéticos al mismo tiempo que reducen los desechos contaminantes de la industria láctea. El desarrollo ha generado interés en algunas

<sup>40</sup> Los investigadores pertenecen al Instituto de Química de Rosario (IQUIR-CONICET) y a la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas de la Universidad Nacional de Rosario (UNR).

empresas que, según lo desprendido de las entrevistas a informantes calificados del CONICET, ya se han contactado con vistas a evaluar su posible aplicación a diferente tipo de productos.

iv) *Proyecto piloto de antena de vigilancia tecnológica para el sector de envases plásticos para la industria alimentaria*

En el marco de un convenio de cooperación técnica entre la Unión Industrial Argentina (UIA) y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCyT), se ha desarrollado el proyecto piloto de Antena Tecnológica para la difusión de actividades y servicios de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva (VTeIC). En el marco de este convenio se viene implementando desde el año 2013 una plataforma para el sector de envases plásticos para la industria alimentaria. Además de las dos instituciones firmantes del convenio, forman parte del desarrollo de esta iniciativa el INTI Plásticos, la CAIP y numerosas empresas del sector. Dicha iniciativa permite acceder más fácilmente a información relevante para el sector, de forma que pueda avanzar hacia una producción y gestión más amigable.

La antena consiste fundamentalmente en un software específico de VTeIC al que los usuarios pueden acceder por medio de un portal Web. Este último ofrece de manera actualizada diferentes servicios, como son: tipo de información a vigilar (noticias, eventos, patentes, legislación, financiamiento, etc.), el acceso a un boletín bimensual y a un estudio panorámico anual sobre el sector. Estos boletines buscan evitar que los interesados por la información necesiten consultar múltiples fuentes para estar al tanto de las últimas novedades, ya que cuentan con un sistema único y central, desarrollado a la medida de las necesidades del sector. De esta forma los grandes volúmenes de información disponibles dentro y fuera de la empresa, junto a los distintos formatos y formas de acceso se centralizan en una plataforma única de consulta permitiendo de esta manera una rápida y eficiente gestión de la vigilancia del entorno.

El objetivo central de esta herramienta es brindar a sus usuarios elementos que le permitan planificar y formular estrategias tecnológicas minimizando la incertidumbre del contexto. A través de esta plataforma, las empresas, cámaras y asociaciones empresariales, entidades gubernamentales y organismos públicos y privados de investigación pueden acceder a información específica y actualizada que les permite fortalecer sus capacidades estratégicas.

A partir del reconocimiento que uno de los problemas centrales a los que se enfrentan las firmas es el limitado acceso a información en general y acerca de invenciones y avances en la frontera tecnológica mundial, en particular, el desarrollo de este tipo de plataformas ofrece acceso a un elemento vital para su desarrollo competitivo, información específica, actualizada y ordenada de su sector, capaz de alertarlas acerca de los nuevos avances, regulaciones, reglamentaciones y tendencias que se imponen a nivel global. De este modo, se espera que la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva promuevan procesos de innovación en general e innovación sustentable en particular.

v) *Pisotapitas, mosaicos ecológicos por #DesignNoTrash*

Pisotapitas<sup>41</sup> es un emprendimiento lanzado en el año 2008 por un equipo emprendedor formado por un arquitecto y una experta en comunicación. Los socios crearon la oficina de diseño #DesignNoTrash<sup>42</sup> con el objetivo de investigar y desarrollar productos y servicios a partir de materiales de descarte. Desde esa oficina, se concibió la idea de intervenir las tapitas plásticas de las botellas de gaseosas para transformarlas en mosaicos que luego se pueden aplicar en pisos, paredes, mobiliario y guardas. También hacen uso de este mismo material en proyectos urbanos y sociales. La idea por encontrarle un nuevo uso a las tapitas de gaseosas se gestó persiguiendo el objetivo de reducir la cantidad de descarte que suele ser tirado a la basura. Así, encontraron un nuevo fin para darle a las tapas de botellas que suelen descartarse.

<sup>41</sup> Ver más información en: <http://www.pisotapitas.com.ar/>.

<sup>42</sup> Ver detalles en: [http://designnotrash.com/?page\\_id=1171](http://designnotrash.com/?page_id=1171).

Actualmente, el emprendimiento está incubado en el Centro Metropolitano de Diseño (tras ser seleccionados para ser apoyados por el programa IncuBA VIII del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires) desde donde operan. Allí, elaboran una matriz y producen las placas, que se generan a partir de la repetición del sistema de mosaico veneciano junto con un papel engomado. De ese modo producen los mosaicos que se venden en packs de 9 unidades, equivalentes a una superficie de medio metro cuadrado. El sistema de colocación de piso con tapitas es igual al de un revestimiento convencional: se aplica con adhesivo para cerámicos y posteriormente se rellenan las juntas con cemento. Es destacable que el desarrollo ha sido sometido a distintos análisis: de aislación termoacústica, impacto UV y de resistencia, por parte del Instituto de Tecnología Industrial (INTI), con resultados positivos. También elaboran guardas como para revestir cocinas o baños y otros mosaicos con diseños especiales, como para conformar murales (por ejemplo con rostros de personajes reconocidos) así como packs para construir rayuelas. Asimismo, venden sus productos y prestan servicios a empresas locales y multinacionales en el desarrollo de stands y góndolas para supermercado con sus materiales de descarte, desarrollando propuestas de productos a partir de ellos. Más recientemente se encuentran evaluando la posibilidad de desarrollar un sistema de franquicias para expandir el *know how* desarrollado hacia otros países (aprovechando la estandarización de las tapitas en todo el mundo).

Para proveerse de tapitas, generaron una red de recolección propia desde el Centro Metropolitano de Diseño, acordando compras tanto al Hospital Garrahan (que recolecta tapitas para recaudar fondos) como a diferentes ONG que funcionan como centros de acopio de este insumo.

Considerando que se necesitan 1.024<sup>43</sup> tapitas plásticas para cubrir un metro cuadrado de revestimiento ecológico y que la firma declara producir actualmente unos 300 metros cuadrados mensuales, el desarrollo estaría recuperando para su reutilización unas 300 mil tapitas al mes y más de 3,6 millones al año<sup>44</sup>. Siendo un proyecto que aún está transitando sus primeras etapas de desarrollo en el mercado, queda expuesto el enorme potencial que tiene apoyar, difundir y promover iniciativas similares, donde el diseño aplicado a la innovación sustentable conjuga un fuerte beneficio para la sociedad (reutilizando materiales de descarte) con un exitoso negocio, con enormes posibilidades de expansión.

#### vi) *“La Sachetera” un proyecto de reciclaje solidario*

La Sachetera es un proyecto solidario y voluntario que trabaja con el reciclado de sachets de leche para confeccionar diferentes productos aislantes, que luego son donados a personas de bajos recursos. El proyecto se originó a mediados del año 2012, por iniciativa de una diseñadora de indumentaria quien confeccionó una bolsa de dormir para gente en situación de calle con los desechos de sachets de leche. En sus inicios, el proyecto se abasteció de sachets recolectados en las escuelas de los hijos de las fundadoras y voluntarias, en el partido de General Pacheco del Gran Buenos Aires, pero luego se extendió a muchas otras escuelas públicas, privadas y parroquiales que se fueron gradualmente sumando.

Posteriormente, gracias a la utilización de las redes sociales lograron difundir el proyecto y sumar nuevos voluntarios. Para ello, crearon una página en Facebook<sup>45</sup> y elaboraron videos de difusión y capacitación en YouTube sobre el proceso de reciclado y elaboración. En el poco tiempo de desarrollo que posee el proyecto solidario ya está siendo replicado en numerosas ciudades y provincias de todo el país como en la CABA, otros partidos del Gran Buenos Aires (GBA), la Ciudad de Tandil y de Mar del Plata (provincia de Buenos Aires), Concepción del Uruguay (Provincia de Entre Ríos), Rosario (Provincia de Santa Fe), en la ciudad de Córdoba (Provincia de Córdoba), las ciudades de Puerto Madryn, Puerto Pirámides y Comodoro Rivadavia (Provincia de Chubut), la ciudad de Salta

<sup>43</sup> Suplemento ARQ Clarín.com. Ver: [http://arq.clarin.com/disenovuelta-tuerca-tapitas\\_0\\_864513752.html](http://arq.clarin.com/disenovuelta-tuerca-tapitas_0_864513752.html).

<sup>44</sup> Cálculo estimado sobre la base de información aportada por los titulares del emprendimiento en distintas entrevistas periodísticas.

<sup>45</sup> <https://www.facebook.com/LaSachetera>.

(Provincia de Salta), la ciudad de Bariloche (Provincia de Río Negro) y Neuquén (Provincia de Neuquén).

El circuito es relativamente simple, reciben las donaciones de los sachets abiertos y limpios, los voluntarios se reúnen para unir las bolsas y después las distribuyen a través de diferentes ONG que trabajan con personas en situación de calle. Una vez al mes organizan “días sacheteros”, que son encuentros organizados para compartir con grupos solidarios e interesados en ayudar y aprender. Los voluntarios participan de la limpieza, selección, armado con costura y sellado de los materiales. Buena parte del éxito del proyecto radica en su difusión y apertura. El proyecto ofrece capacitación integral y apoyo a todas las personas interesadas en aprender y copiar el proyecto en su zona de influencia.

Actualmente a través de este proyecto se elaboran fundamentalmente: i) bolsas de dormir: una bolsa de dormir se confecciona con 76 sachets; ii) aislantes: pieza de 63 sachets sellados con calor, sirve para aislar colchones de los pisos y casas precarias y iii) capas de lluvia: destinadas a escuelas rurales.

El proyecto recibió la donación de seis máquinas selladoras con las que agilizan el trabajo de confección, pero frente al gran crecimiento experimentado, necesitarían al menos unas 20 más para repartirlas entre el resto de los grupos conformados a lo largo del país. A su vez, están en la búsqueda de apoyos por parte de empresas, ONG y particulares que quieran sumarse al proyecto.

La iniciativa genera un círculo virtuoso donde a la vez que colabora con personas en situación de emergencia, se recicla un producto que de otra forma terminaría en la basura. Con el éxito de la iniciativa también empezaron a surgir nuevas ideas de productos solidarios hechos con envases de leche, desde aislantes para techos o pisos hasta bolsas reutilizables del tipo “para hacer las compras”.

Si bien actualmente no se cuenta con información acerca del impacto concreto de este proyecto sobre la cantidad de residuos plásticos (sachets en este caso) que logran sacarse del circuito de recolección de RSU, sin dudas es ejemplo de cómo proyectos solidarios de este tipo pueden tener un rápido crecimiento y aceptación, generando beneficios en varios sentidos como ser: i) aportan a la conciencia ciudadana acerca de la necesidad de ser responsables con el destino de los desperdicios plásticos, ii) revaloriza este tipo de residuos, donde ahora es visto como un material útil y valorado, iii) incentiva la aplicación de diseño a nuevos usos del material, replicando y haciendo más potente la iniciativa, iv) brinda productos muy valorados a personas en situaciones de pobreza y vulnerabilidad habitacional, entre otros beneficios.

Finalmente, se destaca que existen muchas otras iniciativas similares, basadas en la recuperación de materiales, fundamentalmente sachets de leche y/o diferentes tipos de bolsas de plásticos (polietileno, polipropileno, PVC, etc.) desechadas, para luego transformarlos, mediante diseño sustentable, en productos utilitarios, tales como “TramaLinda”<sup>46</sup>, Amadora<sup>47</sup> y “Afueradentro”<sup>48</sup>. En alguno de estos casos, los productos resultantes (bolsos, porta objetos, alfombras, sillas, gorros de lluvia, etc.) son comercializados y combinan una estrategia productiva enmarcada en el concepto de inclusión social, comercio justo y sustentabilidad ambiental.

## **b) Oportunidades de innovación sustentable en la cadena del plástico**

A lo largo de las diferentes instancias de consulta con los actores de la industria transformadora del plástico se buscó generar un debate acerca de cómo se podría hacer la cadena más sustentable. Eso permitió intercambiar ideas sobre algunos cambios que se están produciendo en el mundo y su viabilidad técnico-económica en Argentina así como identificar posibilidades de innovaciones sustentables específicas.

<sup>46</sup> Ver: <https://www.facebook.com/pages/Tramalinda-Dise%C3%B1o/1384699901752000>.

<sup>47</sup> Ver: <https://www.facebook.com/pages/Amadora-Madres-Voladoras-proyecto-de-economia-social-solidaria/775631565799833>.

<sup>48</sup> Ver: <http://www.afueradentro.com.ar/index.php>.



A nivel local, son conocidas y destacadas las materias primas “verdes” derivadas de materiales naturales. Los productores afirman que sus plantas están, en general, adaptadas para trabajar con este tipo de materiales pero que la problemática para su adopción de modo extensiva está dada por la etapa aún “embrionaria” en el que se encuentran muchos de estos desarrollos. Para que se produzca el reemplazo de las resinas plásticas actualmente suministradas por la industria petroquímica por las verdes se deberán contar con mejores precios, calidades y volúmenes de éstas últimas.

Actualmente, sí se encuentran disponibles numerosos métodos y posibilidades de elaborar productos con insumos conformados en base a materiales reciclados. Sin embargo, para que esto sea aprovechado en todo su potencial es necesario que se modifiquen algunas características idiosincráticas del mercado. A modo de ejemplo, los empresarios y expertos consultados afirman que en la Argentina diferentes sectores usuarios de embalajes plásticos (supermercados, empresas alimenticias, consumidores, etc.) aún no valoran adecuadamente los productos elaborados con este tipo de materiales, que indefectiblemente son algo más costosos que los tradicionales. En este sentido, entienden que es necesario trabajar en pos de algún tipo de incentivo a las firmas que producen envases con material reciclado, que les permita compensar costos o bien fomentar de algún modo, del lado de los consumidores industriales, la compra por este tipo de productos ambientalmente más amigables.

En esta misma etapa inicial, muchos especialistas también coinciden en la necesidad de llegar a acuerdos para arribar a una normalización que ponga orden a: tamaños, gramajes, calidades, diseños y reciclajes de materiales para envases y embalajes. El fin último es economizar energía y uno de los recursos más efectivos para lograrlo es reducir la cantidad de material por envase, optimizando las dimensiones y el formato. En este aspecto, el sector está trabajando en permanente evolución, para lograr fuertes ahorros en la cantidad de materiales utilizados a través del desarrollo de nuevos diseños de envases. En la misma línea, surgió la necesidad de trabajar en ciertos avances en las distintas maquinarias, partes y piezas y materiales que conforman el proceso productivo; tales como la tecnología de los cabezales que regulan el espesor de los productos, los laminados sin solvente y las tintas al agua.

Dicho esto, la mayor parte de los entrevistados focalizó sus comentarios en el reciclado (post-consumo), destacando distintos aspectos vinculados a esta problemática que requieren ser abordados. En primer lugar, se destacan como obstáculo los elevados costos asociados al reciclaje. El mayor precio de un material recuperado frente al virgen se traslada al precio del producto final desincentivando así su compra. Como solución a esto manifiestan la necesidad de instrumentar desde el Estado algún tipo de incentivos que compense en cierta medida este sobre costo (como por ejemplo, rebajas impositivas para aquellos bienes verdes). En segundo lugar, se advierten en el país un número de falencias en el proceso de recolección y reciclaje. Actualmente se estima que ingresa al proceso de reciclaje solo un 30% del material existente como basura. Asimismo, el mal estado en que llegan esos materiales tornan muy costoso –casi imposible en algunos casos– su recuperación para reutilizarlo en un nuevo proceso productivo. Los especialistas señalan la necesidad de intensificar los esfuerzos para lograr una tasa de recuperación del 50%, meta entendida como óptima y factible. Para ello es necesario capacitar y fortalecer a las cooperativas dedicadas al abastecimiento de las plantas e introducir tecnología importada para limpiar adecuadamente los materiales y así avanzar en pos de superar dichos problemas.

En tercer lugar, también en la fase post-consumo, los entrevistados entienden que es necesario generar un cambio en el hábito de los consumidores. Ello, en la búsqueda por reducir la participación de los materiales de empaque en la composición de los residuos domiciliarios y fomentar su reciclado. Argentina muestra aún, muy bajos niveles de concientización sobre la importancia de reducir la contaminación, a la vez que se perciben erróneamente a los materiales reciclados como de inferior calidad (a diferencia de lo que ocurre en los países industrializados donde este tipo de materiales reciclados son muy valorados por los consumidores). Por otro lado, a pesar de intentos gubernamentales puntuales, el agrupamiento de la basura en los hogares, y en la mayoría de los casos



también su posterior recolección, todavía se realiza de manera indiscriminada, sin efectuar una apropiada separación según el tipo de material.

Es por esto que aparte de las oportunidades de innovación que se describen más abajo, se señaló que avances en iniciativas desde el Estado como la sanción de leyes similares a las vigentes en otros países para encaminar las acciones de la población (ej., disponer de la basura en un día determinado para cada tipo de material) y para ampliar el mercado y generar confianza (ej., la ley de 'prioridad de compra' existente en Estados Unidos que obliga a todo organismo público a privilegiar aquellos productos ecológicos) colaborarían en la mejora de la sustentabilidad de la cadena. La aplicación de aquellas de primer tipo además, facilitarían las condiciones en que llegarían los materiales a la fase inicial de reciclado (ej. limpieza, menor contaminación con productos orgánicos, etc.), incrementando fuertemente su posibilidad de recuperación. Por último, según algunos especialistas, todo aquello que no sea posible ser reciclado/recuperado, podría ser utilizado como fuente para generar energía por combustión, tal como se realiza en otras partes del mundo (ej. Alemania, Holanda, Dinamarca, Suiza y Japón). Señalan que, actualmente, las plantas que utilizan modernas técnicas de combustión con recuperación energética emiten a la atmósfera gases limpios que cumplen con todas las normas internacionales (ECOPLAS, 2011).

A continuación se señalan y desarrollan brevemente los principales espacios de mejora identificados, en este primer acercamiento exploratorio, por los propios actores del sector, sin que ello agote de ningún modo la totalidad de posibilidades existentes.

*i) Recolección diferenciada en hogares de los residuos sólidos urbanos (RSU) - Recuperación de los residuos plásticos presentes en los RSU*

La recolección diferenciada, entendida como la clasificación de los residuos realizada en los hogares, es una etapa indispensable para el posterior desarrollo de cualquiera de las numerosas alternativas de valorización de los residuos plásticos disponibles. En efecto, sin el desarrollo de esta etapa primaria, es prácticamente imposible contar con la cantidad y calidad de los insumos necesarios como para sustentar el desarrollo de una industria recicladora de RSU competitiva.

En Argentina, a diferencia con lo que ocurre con los residuos plásticos industriales (*scrap*) donde la tasa de recuperación es elevada, la recuperación de los plásticos presentes en los RSU es aún muy limitada<sup>49</sup>. Si bien algunas jurisdicciones ya han instaurado este tipo de recolección (por ejemplo CABA, algunos municipios de la provincia de Buenos Aires y la en la Municipalidad de San Juan) la mayor parte del país no cuenta con sistemas de recolección de este tipo. Las ciudades que han instaurado este sistema deben hacer enormes esfuerzos de comunicación para modificar la falta de conciencia y educación ecológica ciudadana acerca del reciclado (ejemplo: que materiales son efectivamente reciclables y cómo es posible colaborar con ese proceso de reciclado). Asimismo, la vandalización de los contenedores de reciclables es otro de los problemas que se suman a la limitada capacidad de recolección diferenciada de los RSU actual.

De este modo, la ausencia de recolección diferenciada de RSU alimenta directamente la cantidad de desechos que terminan dispuestos en basurales/rellenos sanitarios. El hecho de que existan basurales a cielo abierto en la mayor parte del país, hace que el depósito de basura en ellos sea un proceso incontrolado. Estos se transforman así en focos de infección y contaminación, generando olores desagradables y atrayendo insectos y roedores (Plastivida, 2007).

En función de esto, la recolección diferenciada implica un desafío y oportunidad para atenuar el impacto ambiental de los plásticos. Para ello, es necesario:

---

<sup>49</sup> Esto se explica en parte por la diferente complejidad asociada a la implementación y costos de la recolección de este tipo de residuos respecto de los RSU. Los residuos plásticos industriales se recolectan de unas pocas fuentes (las industrias) y en una cantidad que es posible predecir a partir de los niveles de producción. Además los residuos industriales no suelen presentarse mezclados con otros materiales, siendo más fácil su posterior recuperación a través del reciclado mecánico.

- La participación de la comunidad en la separación de residuos en el hogar. Todo sistema de recolección diferenciada que se implemente descansa en un principio fundamental, que es la separación, en el hogar, de los residuos en dos grupos básicos: residuos orgánicos (también denominados húmedos) por un lado e inorgánicos (también denominados secos) por otro.
- Contar con un sistema de transporte masivo que realice la recolección diferenciada hogar por hogar (en general, son los municipios los responsables de la recolección y transporte al centro de transferencia y/o al relleno sanitario). Algunas alternativas disponibles que podrían instrumentarse son: i) camiones diferentes para recoger la basura el mismo día; ii) un mismo camión que recoge en diferentes días los residuos orgánicos y los inorgánicos; iii) camiones compartimentados de forma tal que puedan recolectar ambos tipos de residuos y disponerlos diferencialmente en los compartimientos a tal efecto.
- La posterior separación de los residuos inorgánicos por material (aluminio, vidrio, papel/cartón, madera y plásticos) hasta obtener los residuos plásticos mixtos (todos los plásticos mezclados). Estos son el insumo esencial para la industria recicladora.

La implementación en todo el país (o al menos en sus principales ciudades/municipios) de un sistema de este tipo brindaría beneficios tangibles asociados a: i) incrementar el porcentaje de captación de material reciclable; ii) evitar que estos materiales se dispongan en rellenos sanitarios, actualmente colapsados (como ser la Ley 1854 conocida como Ley de basura cero en CABA exige un cronograma para evitar el envío de los RSU a los rellenos sanitarios en general) y iii) generar una mayor disponibilidad de material efectivamente utilizable por la industria recicladora (por su mayor limpieza y mayor tonelaje/cantidad disponible).

El logro extendido de este tipo de iniciativas se apoya sobre el involucramiento mancomunado de tres actores centrales: el sector privado (materias primas, transformadores y comercializadores); el Estado y la comunidad. Para ello son fundamentales la instrumentación de acciones de concientización direccionadas a que no se arrojen residuos en la vía pública, la utilización de los cestos dispuestos a tal efecto, y los horarios para sacar la basura de las viviendas, todo ello, conjuntamente con planes de comunicación masiva, donde se instruya a la ciudadanía, por ejemplo, a diferenciar entre distintos tipos de residuos, permitiendo así que ésta colabore en origen a la separación de los mismos. En esta iniciativa el desafío de mayor magnitud es lograr la asociatividad entre todos los actores mencionados y la participación de los ciudadanos. En la medida que se logren resultados positivos, se abren nuevas oportunidades dentro de la industria del reciclado que recibirá cantidades crecientes de materiales plásticos desechados y de la transformadora que recibiría mayor cantidad de insumos, de mejor calidad impactando directamente en sus costos.

#### *ii) Mejoras en la separación y lavado de los residuos en el proceso de reciclado mecánico*

Esta oportunidad consiste en llevar adelante una serie de innovaciones de proceso que contribuirían a mejorar la sustentabilidad del sector a partir de hacer más eficiente la necesaria separación y lavado de los residuos plástico. Para comprender la importancia asociada a la incorporación de este tipo de mejoras a continuación se estilizan las tres etapas que componen la totalidad del proceso de reciclado mecánico (desde la separación de los RSU hasta la transformación y comercialización de los mismos en un nuevo producto) con énfasis en la segunda etapa referida específicamente al proceso mecánico (ver cuadro 33).

**CUADRO 33**  
**ETAPAS DEL RECICLADO MECÁNICO**

Etapa I ¿Cómo obtener la materia prima?	Etapa II Proceso	Etapa III Nuevos productos / mercados
- Separación en el hogar	- Separación por tipo de plástico	- Marco regulatorio
- Recolección diferenciada	- Enfardado	- Normalización a través de especificaciones técnicas
- Acopio y separación por tipo de material	- Molienda	- Tipo de productos
- Almacenamiento de los residuos plásticos	- Lavado	- Precios
	- Secado	- Oferta / Demanda
	- Extrusión	- Segmentación de mercados
	- Enfriamiento	- Competencia: oportunidades y riesgos
	- Pelletizado	
	- Elaboración de nuevos productos	

Fuente: Plastivida, 2007.

El reciclado mecánico es un proceso físico-mecánico mediante el cual el plástico post-consumo o el industrial (scrap) es recuperado, permitiendo su posterior utilización. El scrap, residuo que queda al pie de las máquinas, suele ser más fácil de reciclar por estar limpio y ser homogéneo en su composición y algunos procesos de transformación (como el termoformado y soplado) normalmente lo reciclan automáticamente en la misma fábrica (de lo contrario el proceso no sería económico). Por el contrario, el reciclado de los plásticos post-consumo provenientes de la masa de RSU es más complejo. Dentro de este grupo es posible distinguir tres clases: a) residuos plásticos de tipo simple: han sido clasificados y separados entre las diferentes clases; b) de tipo mixtos: los diferentes tipos de plásticos se hallan mezclados entre sí y c) residuos plásticos mixtos combinados con otros residuos: papel, cartón, metales, etcétera.

Considerando sólo al proceso de reciclado “puro”<sup>50</sup> de residuos plásticos provenientes de los RSU pueden distinguirse una serie de etapas principales según un modelo estándar (ECOPLAS, 2011):

- **Recolección:** todo sistema de recolección diferenciada que se implemente, como ya fue señalado, se apoya en la separación en el hogar de los residuos en dos grandes grupos: residuos orgánicos (húmedos) e inorgánicos (secos).
- **Clasificación:** En las plantas de separación, luego de la recepción, se efectúa una clasificación de los productos por tipo de plástico y color. El proceso de clasificación es ineludible no sólo para los plásticos sino también para otros materiales como vidrio, metales, papel, etc. Esto puede hacerse de manera manual o con tecnologías de clasificación automática por sistemas que logran altos estándares de eficacia y pureza. Entre las tareas de clasificación típicas que se realizan se encuentran la clasificación de polímeros de acuerdo al tipo de material como ser: PET, HDPE, PP, PS, polímeros mixtos, cartones de bebidas y papel y donde la alternativa automática permite lograr mayor pureza que redundaría en mejores rendimientos medidos por tasas de beneficio por tonelada de RSU recibidas y menores costos de eliminación en vertederos (ECOPLAS, 2011).
- **Separación por densidad.** Aprovechando que los distintos plásticos tienen distintas densidades, esta técnica permite separar los distintos tipos de plásticos. Aquí se separan las trazas remanentes de otros plásticos, pequeños objetos metálicos u otras partículas que

<sup>50</sup> Considera el reciclado de un solo tipo de plástico (no mezclados).

puedan perjudicar el proceso en etapas posteriores. Este proceso consiste en una decantación con agua, y sus productos principales son las poliolefinas, PET, PVC y PS.

- Molienda. Los plásticos separados son molidos y tamizados.
- Lavado. En el caso de que los plásticos se encuentren sucios el lavado se efectúa con agua y detergentes de baja espuma.
- Secado. Para eliminar los restos de humedad luego del proceso.
- Extrusión-granulación. Se realiza para hacer uniforme el tamaño de las partículas del material. En este proceso el material es aditivado con distintas sustancias químicas, para mejorar su performance al momento de ser reutilizado. También puede ser coloreado con pigmentos.
- Embolsado y almacenado. Luego de este procedimiento el material es adecuado para su reutilización.

En este proceso, los expertos identificaron tres tipos de mejoras que podrían incorporarse a los procesos de reciclado mecánico que llevan adelante los establecimientos recicladores. En todos los casos, su implementación impactaría de modo directo en la cantidad y calidad de material procesado, insumo clave para la industria transformadora.

### *iii) Incorporación de maquinaria para separación automática de los diferentes plásticos y detección de materiales contaminantes*

En el mundo existe maquinaria de última generación que al mismo tiempo que hace la separación de los diferentes materiales, detecta la presencia de contaminaciones durante el proceso de reciclado. La incorporación de esta tecnología ampliaría la cantidad y tipo de material sujeto a tratamiento así como también la calidad y pureza del producto final. Los expertos afirman que existe una amplia variedad de maquinaria, pero destacan la necesidad de incorporar las de última generación del tipo “TITech”<sup>51</sup>, que cuentan con tecnología capaz de identificar materiales independientemente de su superficie, separando las sustancias según su densidad atómica, con una resolución de 0,8 mm, lo que significa que puede detectar y separar fracciones muy pequeñas de impurezas dando como resultado un proceso más veloz y eficiente y un producto final de alta pureza.

### *iv) Plantas de tratamiento de efluentes*

Tal como se desprende de la descripción del proceso existen tareas que generan efluentes que requieren ser tratados previo a su desecho. Los entrevistados señalaron que en la actualidad, no todos los establecimientos de reciclado cuentan con un sistema de lavado debido a la falta de plantas de tratamiento de efluentes. En función de esto, identifican la necesidad de ampliar la cantidad de firmas recicladoras con plantas de manejo y tratamiento del agua y sus efluentes. Es evidente que en este caso, no se trata de una innovación de proceso novedosa en el mercado local. Sin embargo, sí lo sería para un número de firmas que podrían mejorar su desempeño y por ende la sustentabilidad de la cadena.

### *v) Procesos de súper limpieza para materiales post-consumo*

Finalmente, se identificó la oportunidad de introducir tecnologías de “superlimpieza”, para materiales post consumo como el PET, para ser utilizado en envases en contacto con alimentos. El desarrollo del sistema de reciclado de botellas de PET por el sistema “*supercleaning*” (también llamado proceso *bottle to bottle*), permite reciclar mecánicamente las botellas de PET para volver a usarlas en botellas para gaseosas. En este proceso se usan tecnologías de avanzada para el lavado, purificación y descontaminación del material reciclado, de tal manera que puede volver a usarse entre

<sup>51</sup> TITech es una empresa noruega que se especializa desde 1993 en la automatización de la clasificación de residuos.

un 10% a 70% mezclado con material virgen para fabricar las mismas (ECOPLAS, 2011). En Europa está aprobado en la mayoría de los países y es muy utilizado para fabricar nuevas botellas para gaseosas con PET reciclado. Esta tecnología también cuenta con cartas de no objeción de la FDA en los EE.UU. y ha sido aprobada por el Mercosur (Resolución Mercosur N° 30/07 del 11/12/2007).

Se destaca que la tecnología para el tratamiento del agua y sus efluentes es local, aunque onerosa, mientras que la maquinaria específica para mejorar la separación y el lavado es extranjera y requiere de inversiones que rondan entre los 200 y los 300 mil euros. Del mismo modo, la tecnología de superlimpieza también es foránea e involucra inversiones que superan los 3 millones de euros.

Todas las iniciativas descriptas promueven la posibilidad de tratar una mayor cantidad de material de desperdicio, incrementando la cantidad de plásticos que se reciclarían, permitiendo tanto la posibilidad de incorporar plásticos “sucios” al proceso, como ampliar el mercado de productos reciclados (por ejemplo PET) a un nuevo horizonte, el de contacto con alimentos, hoy día vedado en el país. Todo ello favorece la obtención de una mayor cantidad de insumos para la industria transformadora y de mejor calidad que el actual, influyendo directamente en los atributos y posibilidades de colocación futura de los nuevos productos a ser manufacturados con ellos. Asimismo, la incorporación de plantas de tratamiento colaboraría directamente en el tema ambiental, permitiéndole a las firmas incorporar procesos de lavado y cumplir con las especificaciones de los efluentes líquidos de las provincias o municipios de que se trate.

#### *vi) Desarrollo de maderas plásticas a partir del reciclado de residuos plásticos mixtos*

Además del reciclado mecánico descrito (del tipo “puro”), existe otra forma de reciclar los plásticos que consiste en la extrusión-moldeo de una mezcla de plásticos sin separar (plásticos mixtos). Esta tecnología es utilizada para la fabricación de las denominadas “maderas plásticas”, con la que se obtienen artículos de larga duración, tales como postes para uso rural, cercos, durmientes para ferrocarril, amarres para embarcaderos, mobiliario urbano, plazas, etc. La gran ventaja de este tipo de desarrollo es que al utilizarse plásticos mezclados, no es necesaria la separación de los plásticos ni que cumplan normativas relacionadas con alimentos.

El uso de materiales reciclados, así como de materias primas renovables que no dependen del petróleo, le confieren a este tipo de compuestos un alto potencial de crecimiento en los años venideros. Adicionalmente, la madera plástica presenta ciertas ventajas de durabilidad, buena resistencia mecánica y estabilidad dimensional, menores requerimientos de mantenimiento, reciclabilidad y resistencia a la intemperie que le permiten competir a la madera en aplicaciones para la construcción.

Como plástico-madera se definen aplicaciones de resinas termoplásticas que contienen madera en forma de fibras o partículas (Flórez, 2009). La madera puede ser de diferentes tipos, incluso reciclada y como matriz termoplástica se usan principalmente Polietileno de alta densidad (PEAD); Policloruro de vinilo (PVC) y Polipropileno (PP). Este tipo de material está en expansión a nivel mundial. En efecto, según la compañía de investigación de mercado Freedonia Group, en EE.UU. se espera un crecimiento anual superior al 9% y que para el año 2013 el mercado de madera plástica rondaría los US\$ 5,3 mil millones. Asimismo, según Applied Market Information (AMI) en Europa, el total del mercado de compuestos plásticos-madera fue de 66 mil toneladas en 2007, con tasas de crecimiento del 35% desde el año 2003 (Flórez, 2009).

Desarrollar y promover productores de este tipo de materiales sin dudas colabora con el proceso de conservación de la naturaleza, sustituyendo muchas aplicaciones donde no se justifica sacrificar un recurso como es la madera natural y amplía el mercado del reciclado, a la vez que, como se señaló, es un producto con elevado potencial de crecimiento. Sin embargo y a pesar de contar localmente con la tecnología como para producirlo<sup>52</sup>, las limitantes actuales a su desarrollo están

<sup>52</sup> De hecho en la actualidad existe una firma Argentina, Dangen en la provincia de Neuquén, que produce madera plástica para mobiliarios, espacios verdes, cartelería, contenedores, etc. Ver en: <http://dangen.com.ar/sitio/>.

dadas porque aún es un producto algo más oneroso que los materiales que reemplaza, por la escasa difusión de esta posibilidad a potenciales productores (bajo grado de conocimiento) y por la prácticamente nula difusión dirigida a los consumidores potenciales, acerca de las ventajas de utilizar este tipo de productos. Todo ello hace que hoy día los potenciales productores se enfrenten a un mercado local relativamente acotado.

*vii) Tecnología de proceso de transformación de plásticos / Cabezales de extrusión con control de espesores en línea*

Los cabezales desempeñan un papel clave en la determinación de los volúmenes de producción, la velocidad de línea, la uniformidad del espesor, la calidad del producto, el tiempo inactivo requerido y otros factores que afectan la eficacia del proceso de manufactura y la productividad. Si bien a nivel mundial existen varias tecnologías de cabezales computarizados/automatizados con control de espesores que permiten ajustes automáticos en tiempo real, "sobre la marcha" del proceso, buena parte de la industria transformadora local requeriría una actualización tecnológica de cabezales de extrusión, tanto rígidos como flexibles, actualmente desactualizados (en general, no son automáticos). En este sentido, se destaca que los cabezales convencionales requieren para su ajuste de una larga interrupción de las labores productivas, durante la cual un especialista debe calibrarlo manualmente según las especificaciones requeridas.

El control de espesores es fundamental para reducir las variaciones de grosor, condición necesaria para asegurar las especificaciones mínimas de grosor de los productos de modo homogéneo. Los nuevos sistemas automatizados de control de espesor pueden eliminar variaciones de grosor a través del control automatizado de espesores, reduciendo el tiempo inactivo para los ajustes de cabezal, las labores de mantenimiento programadas y la limpieza de los mismos. Así, algunos empresarios y expertos identifican una oportunidad en renovar los parques de cabezales, promoviendo la implementación y desarrollo de cabezales automatizados.

Entre las problemáticas asociadas para instrumentar esta oportunidad está el hecho que las inversiones involucradas son elevadas (en el entorno de los US\$ 100 mil) y a que en la actualidad, según los especialistas, la tecnología es importada ya que no se verifican desarrollos locales. Ello, por otra parte, se transforma a su vez en una oportunidad de desarrollo para los productores de bienes de capital asociados a la industria plástica transformadora.

Los beneficios asociados a la introducción de este tipo de mejoras se relacionan a la reducción de la cantidad de material necesario por mayor uniformidad de producto, a la reducción del scrap por falta de homogeneidad del producto, desechándose menor cantidad de material por rechazo de calidad. Todo ello, sumado a la minimización en el tiempo de inactividad de las máquinas por ajustes, incide directamente sobre los costos de operación, minimizándolos y colaborando para obtener ahorros significativos para las firmas.

*viii) Fomentar la reducción de materiales para los empaques*

Buena parte de los expertos entrevistados coinciden en que una de las estrategias centrales, con elevado potencial de ser adoptada de manera difundida en la Argentina para disminuir el impacto de los empaques en el medio ambiente, es la reducción de materiales. Se trata de una estrategia que forma parte de las 3 R's: reducir, reusar y reciclar.

En el mundo, las principales firmas ya se encuentran transitando este camino de la reducción en el uso de la cantidad de materiales para las envolturas de sus productos, obteniendo capas más delgadas para facilitar su eliminación y materiales más durables para reutilizar. En los EE.UU., para la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA por sus siglas en inglés) la reducción de materiales es la manera más aconsejable para disminuir los desperdicios provenientes de los envases y embalajes, considerándolo de alta prioridad.

Si bien esta estrategia no es nueva, ya que desde hace varios años las compañías han buscado la manera de reducir los materiales empleados en sus empaques para ser más competitivos a través de



la reducción de costos en materias primas, energía, transporte, distribución y almacenaje, es una de las estrategias más atractivas para las firmas y los Estados, ya que reduce la cantidad de envases y embalajes desde la “fuente”. La reducción en la fuente refiere directamente al diseño y a la etapa productiva de los productos, principalmente envases, antes de ser consumidos. Es una manera de concebir los productos con un nuevo criterio ambiental: generar menos residuos. Esto es aplicable a todas las materias primas: vidrio, papel, cartón, aluminio y también a los plásticos.

En el caso específico del plástico, la reducción en la fuente involucra la acción de una multiplicidad de actores: de la industria petroquímica (fabricante de los diferentes tipos de plásticos), de la industria transformadora (que toma esos plásticos para fabricar los diferentes productos finales), de quien diseña el envase (envasador) y también de los consumidores al tener la decisión final de elegir entre un producto que ha sido concebido con criterio de reducción en la fuente y otro que derrocha materia prima y aumenta innecesariamente el volumen de los residuos. Referido a este último aspecto, actualmente los consumidores de muchos países desarrollados están más conscientes del impacto que tienen los envases y embalajes en el medio ambiente, y por lo tanto toman decisiones de compra que pueden afectar las ventas. A modo de ejemplo, en una reciente encuesta realizada en el Reino Unido, se dio a conocer que 35% de los consumidores están tratando de comprar artículos que minimicen el uso de envase y embalaje. Como los detergentes líquidos concentrados y los empaques rellenables; asimismo, las presentaciones familiares son seleccionadas y favorecidas no solamente por los consumidores, sino también por las cadenas comerciales (Silva, 2009).

Tanto en Argentina como en el mundo, existen distintos ejemplos acerca de la reducción de espesores que se han introducido en algunos de los envases. En Colombia empresas como Alpina aprovechan la reducción en la cantidad para generar ahorros significativos en los costos de producción y hasta reducción de la huella de carbono de la empresa. Multinacionales como Nestlé y Coca-Cola tienen como meta hacia el 2020, reducir al máximo la materia prima que se usan para los empaques y que se elaboren con materiales mucho más amigables con el medio ambiente. Dupont, empresa líder en el segmento de empaques, tiene como objetivo apostar a la mejora de los materiales pensando no sólo en los usuarios, sino para facilitar su elaboración para las empresas y que éstas usen materiales especiales agilizando la velocidad de línea en las máquinas. En la Argentina, por ejemplo, las botellas de bebidas gaseosas y aguas fabricadas con PET han reducido su peso casi un 22% en los últimos 13 años, significando el ahorro de miles de toneladas, posible gracias a mejores tecnologías de procesos en la fabricación y en el diseño de los envases. Por su parte, los bidones de dos litros para envasar productos de limpieza y alimentos, generalmente fabricados con PEAD, han tenido una fuerte reducción de su peso (un 43%) en los últimos 40 años. En la misma línea, el pote de yogurt de 125cc disminuyó su peso en un 46% combinando avances tecnológicos en la materia prima y en la técnica de moldeo (ECOPLAS, 2011).

A pesar de lo expuesto aún existe mucho espacio para introducir mejoras en este aspecto, sobre todo en países como Argentina donde el consumidor no cuenta con educación ambiental y, a modo de ejemplo, sigue asociando un empaque “pesado o grueso” a un producto de “buena” calidad y a la inversa, un empaque delgado a un producto de calidad inferior. Este tipo de conductas hacen que todavía sean pocas las compañías que avanzan en la utilización de este tipo de metodologías. En referencia a esto, uno de los expertos entrevistados señaló que el mercado de envases flexibles en Argentina ronda las 32.400 toneladas al año con unos 50 micrones promedio de espesor, por lo que la sola reducción de un 1% en este tipo de materiales implicaría una reducción de unas 3.240 toneladas de plástico al año (generalmente poliéster, polietileno y polipropileno) pero que en general, numerosas industrias envasadoras solicitan envases sobredimensionados por esta asociación con la calidad del producto contenido que hace el consumidor.

Los expertos afirman, sin embargo, que estos “ahorros de materiales” necesariamente se incrementarán fuertemente en un futuro cercano, por las crecientes regulaciones gubernamentales que tratarán cada vez más de minimizar el uso de envases y embalajes y el consumo de agua y energía. Todo esto se conjuga para afirmar que la introducción de innovaciones en nuevos materiales, diseño y nuevas técnicas productivas que apunten a la reducción, es una importante fuente de oportunidades para las

firmas y el medio ambiente. Para ello, señalan los entrevistados, será necesario trabajar en aspectos tales como la instrumentación de acuerdos en toda la cadena con la necesaria participación del sector público (a través de apoyos y regulaciones), a la vez que deben implementarse campañas masivas de educación dirigidas a los consumidores (actuales y futuros –en las escuelas por ejemplo) para que comprendan los beneficios de adquirir productos ambientalmente sustentables, que minimicen el uso de envase y embalaje (contengan el mínimo necesario para satisfacer los requerimientos de resguardo de la seguridad alimentaria), favoreciendo el desarrollo y la comercialización de productos concentrados, las presentaciones familiares y los empaques rellenables, por ejemplo.

#### *ix) Combustión con recuperación energética de los residuos plásticos*

Tal como se mencionó en el apartado sobre las 4R los plásticos son derivados de hidrocarburos, poseen un alto poder calórico y por ende son excelentes combustibles. Es por esto que su gran reservorio de energía podría aprovecharse en lugar de disponerlos en rellenos sanitarios. Así que motivados por la necesidad de disminuir la cantidad de plásticos dispuesta en rellenos sanitarios junto al elevado costo del petróleo y de la energía en general, varios países desarrollados han impulsado fuertemente la recuperación energética.<sup>53</sup> En Argentina a pesar que la combustión con recuperación energética sea una alternativa de relevancia probada mundialmente, esta forma de tratar los residuos es aún poco difundida y conocida, representando una oportunidad que al menos debería ser analizada en sus potencialidades.

De acuerdo a los expertos sectoriales, el desarrollo de nuevas tecnologías de combustión y de purificación de los gases generados permite una combustión con recuperación energética segura, emitiendo gases que cumplen con las normas internacionales. Un ejemplo de planta de combustión con recuperación energética desarrollado en Plastivida (2009) para la CABA da cuenta que: en la CABA se generan aproximadamente 2.100 Tns./día de residuos domiciliarios<sup>54</sup> (datos al año 2008). Suponiendo hipotéticamente que se destinen a la combustión con recuperación de energía el 30 % de los mismos, se contaría con unas 630 Tns./día. Considerando que en promedio se generan unos 400 Kwh/Tn de RSU, se obtendría una potencia de 10,5 MW neta para la red de distribución. Así, frente a un consumo promedio de 200 Kwh./mes por cada hogar, se podría abastecer a unos 37.800 hogares, equivalentes a 151.200 personas<sup>55</sup>, aproximadamente el 6 % de la población de la ciudad.

Las ventajas de desarrollar plantas de combustión con recuperación de energía en general se asocian a: a) la reducción de la cantidad de residuos que van a los rellenos sanitarios. Reduciendo su volumen y evitando la generación de gas metano (que tiene 21 veces más efecto invernadero que el dióxido de carbono); b) la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles; c) la reducción en el tráfico de camiones con RSU con destino a los rellenos sanitarios que en muchos casos, y cada vez más, se encuentran lejos de las ciudades y d) permite la valorización de residuos plásticos sucios y de estructuras complejas como envases laminados de diferentes tipos de plásticos, que no pueden ser reciclados mecánicamente (Plastivida, 2009).

#### *x) Otras oportunidades identificadas*

Otras oportunidades identificadas por los especialistas sobre las cuales no se pudo profundizar refieren a actualizaciones tecnológicas ligadas al uso de tecnologías sin solventes para laminado y a la utilización de tintas al agua. Ambas son de gran relevancia para la industria automotriz del país y poseen un impacto potencial positivo en el medio ambiente.

<sup>53</sup> Suiza, Alemania y Francia destinan el 68%, 60% y 38 % respectivamente de sus RSU a la combustión con recuperación de energía (ECOPLAS, 2011).

<sup>54</sup> Considerando todos residuos provenientes de: i) Domiciliarios, ii) Barrido y iii) Otros (áridos, escombros, árboles caídos, poda, grandes bultos como electrodomésticos, etc.), este número asciende a 5.000 Tns/día de RSU.

<sup>55</sup> Considerando un hogar promedio donde conviven 4 personas.

La primera oportunidad surge a partir de la existencia de maquinarias que utilizan solventes para adherir laminados. Reemplazar esta modalidad de pegado requiere una renovación del parque de maquinarias que involucran fuertes inversiones por parte de las firmas y que reduciría sustancialmente el uso de solventes.

Algo similar ocurre con el uso de tintas con base solvente. Actualmente, la mayor parte de las empresas utiliza tintas de este tipo dado que, según los entrevistados, es la opción más económica dada la matriz energética que posee la Argentina. Así es que la introducción de tintas menos contaminantes (base agua) aportaría a la sustentabilidad sectorial. Sin embargo, algunos señalan que sería necesario evaluar el ciclo de vida de las opciones ya que las tintas al agua evitan la emisión de solventes pero necesitan de mayor tiempo de secado (o de mayor cantidad de secadores) lo que puede redundar en un mayor gasto energético global.

En ambos casos, el beneficio de adoptar estas tecnologías repercute directamente en la protección del medio ambiente, evitando la emisión de solventes a la atmósfera y como contrapartida, requiere de una adecuación de buena parte del parque actual de maquinarias. Según los entrevistados Argentina contaría con maquinaria de fabricación local para ello.

## F. Conclusiones y reflexiones finales

A partir de la evidencia relevada, en el presente capítulo se reflexiona acerca de las principales características del sector y como, a partir de la innovación, pueden abordarse algunos de los desafíos ambientales que se le presentan en pos de mejorar su competitividad de modo sustentable.

Algunas de las principales características que describen al sector transformador plástico del país son: i) es eminentemente PyME, ii) es “industria de industrias” (recibe materia prima, la transforma y posteriormente entrega su producción a diversas industrias consumidoras), iii) se aglomera fuertemente en el área metropolitana de Buenos Aires, iv) presenta un bajo grado de apertura comercial debido a la elevada incidencia de los costos de transporte y v) un alto dinamismo a lo largo de la última década, con un crecimiento promedio anual del 6,6% y amplio potencial de crecimiento a futuro.

En lo que respecta a la innovación, se demostró que el sector es innovador en relación a la media industrial en varios aspectos. Por un lado, las firmas muestran esfuerzos por innovar que están por encima de la media industrial (tres veces más). Por el otro, exhiben una tasa de lanzamiento de nuevos productos que también supera al promedio del sector industrial en su conjunto. En la misma dirección, se destaca un entramado institucional robusto y con años de trayectoria al servicio del sector. El mismo está conformado por instituciones públicas y privadas orientadas a mejorar la competitividad sectorial.

Como fue explicitado en el documento, la cadena del plástico a nivel global enfrenta varios desafíos ambientales, cuyo abordaje efectivo exige del involucramiento de todos los actores de la cadena del plástico (incluidos los consumidores finales). A nivel internacional, se advierte que las “grandes líneas” por donde se están produciendo cambios en pos de una mayor sustentabilidad del complejo son: i) la elaboración de directrices de envases, que apunta a establecer parámetros para medir la sostenibilidad de los mismos; ii) influir en el comportamiento de los consumidores a partir de la valorización de los residuos plásticos, incentivando su reutilización y reciclado; iii) capacitar a los consumidores para que sepan lo que compran; iv) diseñar el plástico para un reciclado sencillo y económico; v) trabajar en el desarrollo de materiales innovadores; vi) avanzar en el diseño de productos que alarguen su vida útil y permita su reutilización y reparación, vii) desincentivar la producción de productos de plástico de un solo uso y de corta vida; viii) considerar y estudiar el potencial de los nuevos plásticos biodegradables y bioplásticos (capacitando también a los consumidores para identificar sus diferencias y disponerlos).

En Argentina, la problemática y sustentabilidad ambiental del negocio está instalada a nivel de las firmas, las instituciones intermedias (como la cámara sectorial del plástico) e instituciones públicas tecnológicas como el INTI. En efecto, actualmente existen en el país numerosas iniciativas tendientes a reducir el impacto ambiental de los plásticos de modo sustentable. A través de algunos ejemplos desarrollados en este estudio, pudo observarse que ciertas iniciativas son un reflejo del tipo de avances a los que se puede aspirar cuando se aúnan voluntades de todos los actores involucrados (empresarios, instituciones especializadas del sistema científico tecnológico, el sector público y los consumidores). Tal es el caso de los programas de polietileno reciclable y el de consumo responsable de bolsas plásticas normalizadas. En ambas iniciativas, sin embargo, se observa que para lograr su desarrollo pleno sería necesario darles continuidad y lograr incrementar por un lado el número de empresas que lo adopta, de dependencias públicas y gobiernos provinciales/municipales comprometidos y por el otro, sensibilizar a un creciente número de consumidores acerca de la importancia de sus acciones individuales en el resultado final de las iniciativas, a través de acciones de capacitación y concientización.

Otra de las iniciativas, también ejemplo de colaboración público-privada es la puesta en funcionamiento de una antena de vigilancia tecnológica al servicio del sector, que genera y difunde información actualizada acerca del estado del arte sectorial. Asimismo, existen ejemplos de cómo se pueden llevar adelante acciones innovadoras y amigables con el medio ambiente a través de la introducción del diseño y la responsabilidad social (“Pisotapitas” y “La Sachetera”). Por último, se presentó un caso de desarrollo tecnológico realizado por investigadores locales que lograron transformar desechos de la industria lechera en un biopolímero, como muestra de la capacidad del sistema científico tecnológico local para aportar al impulso de los nuevos materiales. Esto pone de manifiesto los muchos espacios que existen para que la industria del plástico se reconvierta a partir de la ciencia, tecnología e innovación y de una forma más amigable con el medio ambiente.

Estos casos, al igual que otros que por razón de espacio no fueron incluidos en el documento, son ejemplos recientes de esfuerzos realizados en diferentes puntos de la cadena del plástico que evidencian compromiso y actividades concretas en pos de la sustentabilidad. Todas estas iniciativas muestran un camino ya recorrido pero aún, con alcance relativamente limitado. En efecto, buena parte de las mismas se encuentran en proceso de expansión, procurando por su aceptación e implementación más extendida tanto por empresas como por distintos actores gubernamentales.

Asimismo, los diferentes expertos entrevistados colaboraron en la identificación de un número de oportunidades que podrían ser abordadas en el futuro cercano, como por ejemplo: el desarrollo de maderas plásticas a partir del reciclado de residuos plásticos mixtos, la incorporación de cabezales de extrusión con control de espesores en línea y la introducción de tecnologías que mejoran el proceso de reciclado, tornando más eficiente la separación y lavado de los residuos y procurando mejorar el tratamiento de sus efluentes. En el mismo sentido, se propone trabajar colaborativamente en la reducción en “origen” de los materiales para los empaques y avanzar en la incorporación de tecnologías sin solventes para laminado y la utilización de tintas al agua, para reducir la emisión de solventes a la atmósfera. Como solución a una buena porción de los residuos que no logran ser reciclados/recuperados, se sugiere estudiar la posibilidad concreta de desarrollar plantas de generación de energía a través de la combustión de los residuos plásticos (con tecnología equivalente a la las aprobadas en numerosos países desarrollados). Finalmente, se reconoce que uno de los pilares sobre los cuales se podrían apoyar buena parte de las mejoras necesarias, es el desarrollo e implementación amplia en el país de un sistema de recolección diferenciada en hogares de los residuos sólidos urbanos (RSU).

En definitiva, considerando buena parte de la evidencia obtenida en este estudio puede afirmarse que tanto el perfil empresarial innovador del sector, como el denso entramado institucional que lo contiene, son una fortaleza de cara al desarrollo e implementación de proyectos de innovación sustentable. En este sentido, se comprobó que el país exhibe capacidades disponibles en el sistema de ciencia y tecnología (SCyT) que permiten pensar que es posible avanzar en su aplicación práctica a futuro.

Específicamente en el caso de los nuevos materiales, se pudo verificar que Argentina cuenta con recursos (tanto naturales como humanos) para consolidarse como un jugador temprano en este tipo de desarrollos, sin embargo, debido a la relativa inmadurez de muchas de estas nuevas tecnologías, su desarrollo e implementación a nivel industrial exigirá la elaboración de políticas específicas y de la estrecha interacción entre el SCyT, el sector público y el privado para coordinar esfuerzos y establecer los posibles costos de los procesos de conversión.

En el mismo sentido, tanto los casos ilustrativos como las oportunidades identificadas, a la vez que brindan un panorama de los espacios y potencialidades posibles que la innovación brinda en un futuro cercano, aportan una clara evidencia acerca del gran desafío que implica su aplicación práctica efectiva. Así, el éxito extendido de muchas intervenciones posibles involucran, entre otras acciones, la instrumentación de acciones de consumo responsable y concientización ciudadana, tendientes tanto a la valorización de los residuos plásticos (fomentando su separación en el hogar) como a la generación de un perfil de consumidor más atento a la problemática ambiental; que se avance en la implementación de diferentes marcos normativos de modo amplio en todo el país (recolección diferenciada, reciclado, codificación de materiales, etc.), que se impulse y apoye el trabajo conjunto entre todos los actores involucrados para llegar a acuerdos básicos que sustenten las distintas iniciativas, así como trabajar en una fuerte interacción entre los agentes e instituciones que conforman los SNI para coordinar esfuerzos y establecer los posibles costos de los procesos de transición y los mecanismos de financiación a largo plazo que lo hagan posible.

## Bibliografía

- Anuario Estadístico de la Industria Plástica, CAIP (2014), Actualización 2013, Cámara Argentina de la Industria Plástica, CAIP, Buenos Aires.
- Bekerman, Federico (2012), “Cuadro de Situación Tecnológica – Complejo Petroquímica y plásticos”, Mimeo elaborado para la Subsecretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SSPCTI), Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT).
- BIO Intelligence Service - BIOIS (2011), Plastic waste in the Environment, Informe Final, Comisión Europea, <http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/plastics.pdf>.
- CAIP (2014), Anuario Estadístico de la Industria Plástica Actualización 2013, Cámara Argentina de la Industria Plástica, Buenos Aires.
- Centro de Estudios para la Producción (2004) El sector de las manufacturas de plástico en la Argentina, Notas de la Economía Real, CEP, Buenos Aires.
- CONICET Rosario (2014), “Envoltorios comestibles y ecológicos para alimentos”, Centro Científico Tecnológico Rosario (IQUIR), Rosario, Provincia de Santa Fe.
- ECOPLAS (2010), Boletín Técnico Informativo N° 37, Sustentabilidad de los Plásticos, Centro de Información Técnica – CIT, Ciudad de Buenos Aires.
- ECOPLAS (2011), Manual de Valorización de los Residuos Plásticos 5a Edición ampliada y actualizada, Boletín Técnico Informativo N° 11, Ciudad de Buenos Aires.
- ECOPLAS (2013), Sustentabilidad de las Bolsas Plásticas Normalizadas para Supermercados - Norma IRAM 13610, Boletín Técnico Informativo N° 44, Centro de Información Técnica – CIT, Ciudad de Buenos Aires.
- ECOPLAS (2013b), Sistema de Codificación de los Materiales Plásticos”, Boletín Técnico Informativo N° 44, Centro de Información Técnica – CIT, Ciudad de Buenos Aires.
- ECOPLAS (2014), Programa Polietileno Reciclable de ECOPLAS, Boletín Técnico Informativo N° 45, Centro de Información Técnica – CIT, Ciudad de Buenos Aires.
- European Association of Plastics Recycling and Recovery Organizations (EPRO) (2008) The Compelling Facts About Plastics 2009. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2008, EuPC, EPRO EuPR, Bruselas.
- European Plastics Converters -EuPC (2013), Plastics - the Facts 2013 An analysis of European latest plastics production, demand and waste data, EuPC, Bruselas.



- European Plastics Converters -EuPC (2010), Plásticos - Situación en 2011. Análisis de la producción, la demanda y la recuperación de plásticos en Europa en 2010, EuPC, Bruselas.
- Fernández Gabriela y Ariosti Alejandro (2006). Bioplásticos: un reto al futuro, Saber Cómo, Nro. 39, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Flórez, L. (2009), “Madera Plástica: presente y futuro, Edición 7, Vol. 24. Asociación Argentina del PVC (AAPVC), Ciudad de Buenos Aires.
- Fundación Argentina de Nanotecnología – FAN (2012), “Quién es Quién en Nanotecnología en Argentina”, II edición, Buenos Aires, Argentina.
- Fundación Observatorio Pyme (2010), Informe 2009 | 2010. Evolución reciente, situación actual y desafíos para 2011 Tema especial: Desarrollo organizativo y competitividad empresarial, FOP; buenos Aires.
- Garraín, Daniel; Vidal, Rosario; Franco García, Vicente; Martínez, Pilar (2008), Análisis del ciclo de vida del reciclado del polietileno de alta densidad, Residuos, n. 104, May-Jun 2008, pp.58-63.
- Hermida, Elida (2008), Polímeros, Guía Didáctica, Capítulo 9, “Colección Encuentro. net”, MINCYT.
- INDEC-SECyT (2006), Encuesta Nacional a Empresas sobre Innovación, I+D y TICs, Análisis de los resultados, INDEC-SECyT, Buenos Aires.
- MINCYT (2011), Biorrefinerías: Núcleo Socio-Productivo Estratégico Bioenergía, Polímeros y Compuestos químicos, Documento de referencia, Núcleo, Argentina Innovadora 2020, Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Plastivida Argentina (2007), Boletín Técnico Informativo N° 13, Gestión de los residuos plásticos domiciliarios en la Argentina, Estados Unidos y Europa. Aportes para una Valorización Sustentable de los Residuos Plásticos Domiciliarios. Centro de Información Técnica – Gerencia Técnica, Ciudad de Buenos Aires.
- Plastivida Argentina (2009), Boletín Técnico Informativo N° 32, Recuperación Energética de los Residuos Plásticos Centro de Información Técnica – CIT, Ciudad de Buenos Aires.
- Ramal, M. (2003), Industria de los derivados de la petroquímica”, Estudio a pedido de la Secretaría de Política Económica, Ministerio de Economía de la Nación Mimeo, Buenos Aires.
- Silva, Ernesto (2009), Implicaciones y beneficios de la reducción de materiales, Énfasis Packaging Latinoamérica. <http://www.packaging.enfasis.com/articulos/14216-implicaciones-y-beneficios-la-reduccion-materiales->.
- Tonelli, Mario (2011), 4Rs: la nueva gestión de los envases plásticos, en “Énfasis Packaging Latinoamérica”. Web: <http://www.packaging.enfasis.com/articulos/20529-4rs-la-nueva-gestion-los-envases-plasticos>.
- Unión Europea (2013) Libro Verde sobre una estrategia europea frente a los residuos de plásticos en el medio ambiente, COM(2013) 123 Comisión Europea, Bruselas.
- Unión Industrial Argentina (2008), Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo, ANPCyT, PROFECyT, CABA.
- Vázquez, Analía (2012), Prospectiva Tecnológica, Complejo Petroquímica y Plásticos, Mimeo elaborado para el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT).
- Wolff, Adriana (2008). ABC de la sostenibilidad en empaques (II), El empaque + Conversión, Colombia.

## **Anexo 1**

### **Listado de informantes calificados entrevistados**

- Ariel Brusadin (Darplast S.A y Neoscrap S.A.)
- Ariel Dolce (Socio Gerente de Flexocolor S.A. - Envases Flexibles)
- Carlos Ferrayoli (CEPROCOR – Gobierno de la Provincia de Córdoba)
- Cintia Pin (CONICET – Rosario)
- Cristian Vurcharchuc (CONICET – Rosario)
- Daniel Nosovitzky (Director de Cotnyl SA)



- Diego Kolodny (Presidente de Natalfilm)
- Enrique Alberto (Vitopel S.A.)
- Federico Zincunegui (Anchor Packaging – Packall SRL)
- Fernando Sottile (Jefe de desarrollo Comercial de la empresa Bandex)
- Giuliano Frola (Grupo RFG)
- María Raquel Fernandez (Coordinadora de la Unidad Técnica Tecnología de Productos de INTI-Plásticos).
- Mario Clos (Gerente de Desarrollo Industrial de la empresa Bandex)
- Mario Tonelli (Director Operativo de EcoPlas)
- Marta Galak (Directora del Laboratorio de Ensayos Físicos y Mecánicos del INSTIPLAST y Desarrollo de envases en la firma COTNYL S.A.)
- Ricardo Giménez (Director del Centro INTI - Plásticos)
- Sergio Hilbrecht (Gerente de la Cámara Argentina de la Industria del Plástica-CAIP)

## **Anexo 2**

### **Sistema de codificación de materiales plásticos (basado en IRAM 13700)<sup>56</sup>**

Desde diciembre del 2012, en la Argentina se encuentra vigente la Norma IRAM 13700 “Plásticos en General. Símbolos gráficos de codificación para la identificación de la resina”. El objetivo de la norma establece la designación y las siglas de los códigos de identificación de las resinas que se utilizan en la fabricación de materiales plásticos.

El Sistema de Codificación tiene como meta fundamental orientar la utilización adecuada del material reciclable hacia productos que contribuyan a la calidad de vida y el cuidado del medio ambiente. La identificación de los plásticos tiene un papel muy importante, porque da la posibilidad de separarlos, evitando combinaciones de plásticos incompatibles para algunas aplicaciones, como por ejemplo: PS y poliolefinas, PVC y PET.

Como antecedente, se destaca que en 1988, la “Society of the Plastics Industry” (SPI) de Estados Unidos a petición de las industrias recicladoras, desarrolló un sistema de códigos para la identificación de los distintos tipos de plástico que se utilizan en la fabricación de productos. Este sistema se lo denomina código SPI y facilita la clasificación para su posterior reciclado. Los productos plásticos se identifican mediante un símbolo compuesto de tres flechas que forman un triángulo con su número en el centro y letras en la base. El triángulo de flechas es conocido como el símbolo universal del reciclaje y el número y las letras indican la resina utilizada. Este sistema sirve para separar los materiales representados por los seis primeros símbolos (que representan la gran mayoría de los materiales plásticos), el 7º está reservado para el resto de los materiales (ECOPLAS, 2013b).

---

<sup>56</sup> Resumen elaborado con base en el Boletín Técnico Informativo N° 42 de ECOPLAS, “Sistema de Codificación de los Materiales Plásticos”, enero de 2013.

**DIAGRAMA A.1**  
**CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE PLÁSTICO**



En definitiva, el Sistema establece códigos —graficados precedentemente— para cada tipo de resina. A su vez, cada código debe ir moldeado, marcado, grabado o impreso en el artículo plástico, o imprimirse sobre una etiqueta, según sea el caso y de acuerdo a lo que permita la geometría del artículo. Asimismo, el Sistema de Codificación, establece el diseño y tamaño de los símbolos para los artículos plásticos. El código debe colocarse en un lugar discreto del artículo manufacturado, como por ejemplo el fondo del mismo.

Según ECOPLAS, para el establecimiento y la implementación de este Sistema de Codificación deberían intervenir todos los agentes involucrados, desde los fabricantes de las resinas, los productores de envases, las empresas que utilizan los productos, los consumidores, las autoridades gubernamentales y las empresas recicladoras. Deberían trabajar mancomunadamente, Gobierno, Empresas y también los ciudadanos, asumiendo su responsabilidad como consumidores para implementar la separación en origen para que la gestión ambiental pública de los residuos sea sostenible. En cuanto al rol de la industria transformadora plástica, sería conducente que los fabricantes de productos plásticos aplicaran dicha codificación ya que las Normas IRAM no son de aplicación obligatoria (ECOPLAS, 2013b). La Codificación de los productos plásticos es el punto de partida para el Reciclado de los plásticos, cuya contribución ambiental se evidencia en el gran ahorro de energía.



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)  
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)  
[www.cepal.org](http://www.cepal.org)