

Distr.
RESTRINGIDA

LC/R.1343
22 de diciembre de 1993

ORIGINAL:ESPAÑOL

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**EMPRESAS LIDERES EN DESARROLLO, APLICACION Y DIFUSION DE TECNOLOGIAS
AMBIENTALMENTE RACIONALES EN AMERICA LATINA; EL CASO DE DESARROLLO
DE TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES, MINIMIZACION DE
RESIDUOS Y ACCESO AL CAMPO DE LA BIOTECNOLOGIA EN LA
FABRICACION DE COLORANTES SINTETICOS DE LA
EMPRESA VILMAX S.A., ARGENTINA**

Este informe está basado en un trabajo preparado por el Sr. Jorge Mazza, Vicepresidente de VILMAX.S.A., a solicitud de la Unidad Conjunta CEPAL/ONUDI de Desarrollo Industrial y Tecnológico de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL y en colaboración con la Oficina de Buenos Aires de esta organización. Las opiniones expresadas en este trabajo son de la exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización. El presente documento no ha sido sometido a revisión editorial.

93-12-1574

Indice

	<u>Página</u>
I. LA PRESENTACION DEL CASO	1
II. LA HISTORIA DEL DESARROLLO TECNOLOGICO DE LA EMPRESA . .	3
1. Presentación de la empresa	3
2. Desarrollo de procesos de tratamiento y de sistemas de gestión para efluentes líquidos e introducción de procesos de fabricación limpia	4
3. Gestión estratégica y acceso a la biotecnología . . .	9

I. LA PRESENTACION DEL CASO¹

La fabricación de colorantes sintéticos es una rama especializada de la química orgánica que cobró vigor a fines del siglo pasado. Desde entonces se han desarrollado una inmensa variedad de colorantes en el mundo y actualmente existen varios miles de estas sustancias que son de uso habitual en aplicaciones tan diversas como las industrias textil y del cuero, la alimenticia y la fabricación de papel y de plásticos. Sólo muy pocos de los colorantes que se usan presentan algún grado de toxicidad. Incluso la población consume en forma cotidiana numerosos colorantes que se emplean en una gran variedad de alimentos y bebidas.

Una característica de los colorantes es el fuerte efecto visual que ocasionan en las aguas, aún en ínfimas concentraciones. Por lo tanto, una coloración de cursos de agua puede producirse fácilmente si cantidades residuales de colorantes contenidas en los efluentes industriales se descargan a ellos sin un tratamiento previo. Aunque parezca extraño, cuando se produce una contaminación visual de aguas superficiales, el fenómeno suele causar alarma pública y una movilización de la comunidad local contra el fabricante o usuario del colorante. Aparentemente, la desinformación de la población y razones psicológicas-sociales son las causas de este tipo de reacciones. En estas circunstancias, las industrias causantes del fenómeno no tienen frecuentemente otra opción que tratar de evitar en forma lo más completa posible, la filtración de colorantes al medio ambiente.

La producción y el comercio mundial de colorantes sintéticos, y la correspondiente actividad de investigación y desarrollo tecnológico, están fuertemente concentradas en un pequeño número de empresas, en su mayoría grandes industrias químicas internacionales. Se estima que los productores de colorantes sintéticos, incluidas pequeñas y medianas industrias que mantienen actividades de investigación y desarrollo tecnológico propias no constituyen más que un puñado de empresas en el globo.

VILMAX S.A. que fue fundada en 1972 con el fin específico de sintetizar colorantes es dirigida por un grupo de profesionales altamente especializados. La fábrica funciona en el interior de un parque industrial cercano a la Capital Federal. Pocos años después de su fundación, la empresa tuvo que hacer frente al problema de cómo evitar la coloración de los cursos de agua. En el informe preparado por la empresa se exponen los caminos y soluciones que fueron adoptados. En resumen, se introdujo un proceso de fabricación limpia de colorantes, se incorporó a la gestión operativa de la fábrica métodos para minimizar la generación de efluentes y se desarrolló un proceso original para tratar los efluentes que no se podían evitar por alguna de las dos vías

¹ Nota introductoria de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial

anteriores.

En gran parte, los colorantes que antes se perdían en los efluentes, ahora se recuperan como productos aptos de ser vendidos. Esta circunstancia ha contribuido, entre otras que se mencionan en el informe, para mantener baja la incidencia de los costos de control de la contaminación sobre el valor de las ventas.

La empresa ha incursionado también con éxito al campo de la biotecnología en el cual los colorantes sintéticos comienzan a jugar una función de cierta relevancia. Además se visualiza que la biotecnología es una de las tecnologías emergentes de grandes proyecciones para progresar hacia el desarrollo sustentable. Por ejemplo, una serie de productos que en la actualidad requieren para su elaboración grandes cantidades de energía podrían fabricarse más eficientemente con métodos biotecnológicos. La interesante estrategia que VILMAX ha seguido para incursionar en este campo es expuesta en la parte final del presente informe.

La experiencia de VILMAX constituye un excelente ejemplo de una pequeña empresa de alta especialización que puede alcanzar un elevado nivel de competitividad internacional. Los claves del éxito de este caso son una estrategia de liderazgo tecnológico que incluye el cuidado del medio ambiente y sensibilidad ante las preocupaciones de la comunidad local.

II. LA HISTORIA DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA EMPRESA²

1. Presentación de la empresa

VILMAX S.A. inició sus actividades en 1972, especializándose desde el comienzo en el desarrollo y la fabricación de pigmentos y colorantes orgánicos sintéticos. La tecnología del color se encuentra básicamente en países donde hay buenos químicos especializados en los compuestos orgánicos tradicionales. Entre estos países figuran Alemania, Suiza, Inglaterra, Japón y, aunque parezca extraño, la Argentina. Los primeros colorantes fueron descubiertos en la misma época que la aspirina. Sin embargo, mientras este producto se mantuvo inalterado, los colorantes han seguido en permanente evolución. Las investigaciones se traducen continuamente en el registro de patentes de invención de nuevos productos. Una parte de estos se incorporan a la gama de colorantes ofrecidos en el mercado. Hasta ahora se han desarrollado en el mundo unos 10 000 colorantes diferentes y, entre ellos, 3 000 son de uso habitual.

Desde el comienzo, un pequeño grupo de industrias químicas de renombre internacional ha asegurado la mayor parte de la tecnología, la fabricación y el comercio mundial de colorantes. Entre estas industrias figuran firmas tan conocidas como Bayer, Hoechst, BASF, Sandoz, Ciba-Geigy e ICI. Originalmente existían junto a las grandes empresas, numerosas empresas de menor tamaño. Sin embargo, entre éstas últimas, casi ninguna pudo sostener una actividad de investigación suficiente para mantenerse actualizada en materia tecnológica y, en consecuencia, en su mayoría, desaparecieron del mercado o fueron absorbidas por las grandes empresas. Actualmente, los productores de colorantes que mantienen actividades de investigación propia forman un selecto club mundial de empresas que posiblemente no cuente con más de 12 socios procedentes de seis o siete países, Argentina entre ellos.

El grupo tecnológico que dirige la empresa comenzó a trabajar en la especialidad diez años antes de su fundación. Las primeras patentes de invención internacionales que registraron personas de este grupo fueron publicadas en 1970. En la actualidad, la empresa es el principal productor de colorantes del país. Sus productos se destinan principalmente a las industrias textil y del cuero, así como a la fabricación de tintas de imprenta, papel y plástico.

La fábrica funciona dentro de un moderno edificio industrial de 6 000 m², construido en un predio de 20 000 m² que forma parte de

² Texto basado en el trabajo del Dr. Jorge Mazza, Vice-presidente de VILMAX S.A.

un parque industrial cercano a la Capital Federal. Las maquinarias e instalaciones fueron construidas en su totalidad en el país a base de proyectos preparados por el equipo técnico de la empresa. Además, cada uno de los procesos de fabricación fue puesto a punto en los propios laboratorios de desarrollo.

VILMAX produce más de 200 de los principales colorantes que hay actualmente en uso en el mundo. La empresa que exporta aproximadamente el 75% de su producción a más de 35 países, figura entre los mayores exportadores de productos químicos del país. Sus principales compradores son Italia, Brasil, Estados Unidos, Alemania, Pakistán y Portugal.

Para atender a esta clientela internacional se requieren una absoluta seriedad y una organización eficiente. Para este efecto se ha establecido un sistema interactivo de computación, al que tienen acceso cada uno de los integrantes del equipo de producción. Los programas que se utilizan para registrar las muestras en el laboratorio, los controles de calidad y los antecedentes tecnológicos correspondientes a cada cliente, son sin duda los más avanzados que hay en el país. Estos programas fueron elaborados, junto con los cientos de programas que se utilizan en otros ámbitos de la empresa, por el propio centro de cómputos.

En 1989, la revista América Economía designó a VILMAX como la empresa del año en la Argentina. Entre 1990 y 1992 se obtuvieron premios al desarrollo tecnológico, la innovación y la exportación.

La empresa es la única del país que es miembro de la Ecological and Toxicological Association of the Dyestuff Producers - ETAD - que tiene su sede en Basilea y cuenta con comités operativos en la Comunidad Europea, Japón, Estados Unidos y Brasil. Esta organización fue fundada hace aproximadamente 20 años por las principales industrias productoras de colorantes en el mundo y es una de las pocas asociaciones industriales internacionales que se dedica en forma exclusiva a asuntos del medio ambiente.

VILMAX participa también en una de los proyectos de alta tecnología del programa EUREKA de la Comunidad Europea. Además la empresa es una de las primeras en Argentina que se ha acogido al sistema de certificación internacional de calidad según las normas ISO serie 9000.

2. Desarrollo de procesos de tratamiento y de sistemas de gestión para efluentes líquidos e introducción de procesos de fabricación limpia

La planta industrial de VILMAX genera efluentes gaseosos, líquidos y sólidos. Aunque en condiciones normales, ninguno es tóxico o peligroso, algunos son coloreados. Por lo tanto, las medidas de descontaminación se orientan principalmente a controlar el color.

Los efluentes gaseosos se hacen pasar primero a través de filtros apropiados, luego son lavados en scrubbers con control de pH y finalmente, emitidos en forma de aire o vapor de agua neutro y descolorado. Los residuos sólidos consisten fundamentalmente en las bolsas y envases vacíos retornados, provenientes del transporte y almacenamiento de materias primas o productos terminados. Estos residuos no representan un volumen muy grande y su disposición se encarga a una empresa autorizada. El verdadero problema constituyen los efluentes líquidos, principalmente por su color.

Hace muchos años un artista argentino, el arquitecto Uriburu, tiñó de verde el agua de dos fuentes famosas de París. En su experimento ocupó menos de un kilogramo de un colorante apropiado. En cambio, la planta de VILMAX manipula varios millones de kilogramos por año de colorantes equivalentes, lo que da una idea de la magnitud de la tarea que significa para la planta industrial controlar la contaminación que pueden originar los residuos. Afortunadamente resulta que las soluciones acuosas de muy pocos colorantes son en algún grado tóxicas. El carácter inofensivo que presentan en general los colorantes es ilustrado por el hecho que gran parte de los alimentos de consumo habitual incorporan colorantes para hacerlos más apetitosos. Un caso común son las pastas "al puro huevo" que en realidad deberían llamarse "al puro colorante amarillo". Otro ejemplo constituyen las gaseosas con sabor a naranja o panal que se venden en varios miles de millones de botellas por año. Estos productos toman su color de colorantes sintéticos y no de los jugos de fruta correspondientes.

Sin embargo, y a pesar de vivir en un mundo donde casi todo lo que se ve y lo que se toca, y buena parte también de lo que se come, tienen el color como producto de la incorporación de un colorante sintético, la gente desconfía de los efluentes coloreados. Se da por sentado que un líquido rojo, que contiene por ejemplo restos de un colorante inocuo empleado para colorear una prenda textil, es mucho más peligroso que un líquido incoloro y transparente, que por ejemplo podría ser una solución letal de cianuro.

Con estos antecedentes, VILMAX inició hace aproximadamente 10 años, en sus laboratorios, los primeros estudios para eliminar el color de los efluentes líquidos de su planta industrial. En esta época, la operación de las tradicionales plantas de tratamiento ya habían proporcionado un cúmulo de experiencia. Estas instalaciones funcionan sobre la base de agregar a los efluentes, coagulantes que absorben las sustancias indeseadas. De este modo se obtiene, por un lado, agua tratada y descolorada y, por el otro, un volumen importante de lodos que deben ser dispuestos en forma adecuada. El proceso presenta dos inconvenientes graves. En primer lugar, el costo operativo es elevado, ya que los insumos son costosos y además la coagulación debe ser controlada minuto a minuto (es un caso similar al de la potabilización del agua del Río de la Plata en el establecimiento "San Martín" de Obras Sanitarias de la

Nación). En segundo lugar, hay que secar grandes cantidades de lodos y luego disponer de los residuos sólidos que son mezcla del coagulante y de las impurezas.

En el pasado, numerosas industrias argentinas destinaron grandes inversiones a la construcción de este tipo de plantas, las que actualmente, por los inconvenientes mencionados, están en buena parte fuera de servicio. Por otra parte, el experimento del arquitecto Uriburo ya había enseñado que con una pequeña bolsita de colorante se podía colorear todo un lado. Lo razonable entonces no es construir una planta de tratamiento para descolorar un lago, sino no producir el lago.

Estas simples observaciones son en realidad la base de la ecología industrial moderna que se basa en los principios siguientes:

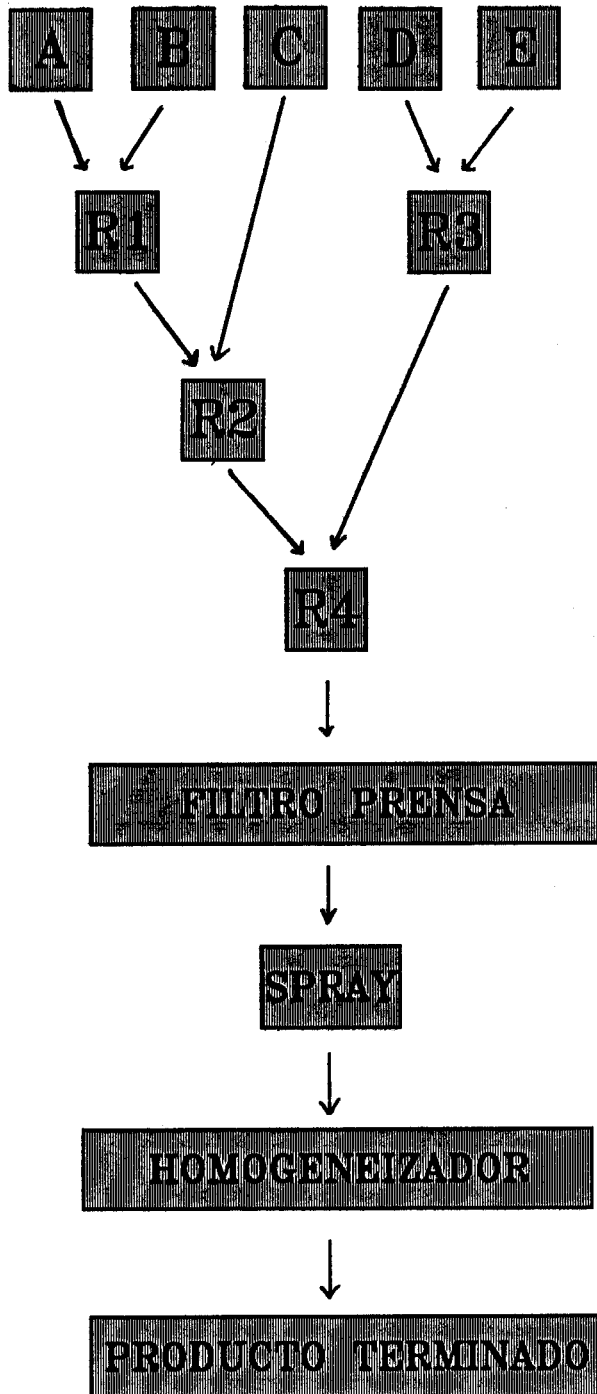
1. Modificar los procesos, de manera de producir la menor cantidad posible de residuos y efluentes.
2. Tratar los residuos y efluentes que no pueden ser invertidos en plantas de bajo costo operativo, que generen poca cantidad de lodos o subproductos fácilmente eliminables.

Los procesos químicos que se utilizan para elaborar los colorantes sintéticos funcionan tradicionalmente en suspensiones o soluciones acuosas. El colorante terminado se precipita primero y luego es separado del líquido madre por filtración. Estas operaciones entregan un producto concentrado que se somete a un secado para obtener el colorante en polvo. El efluente principal de la industria es el líquido madre, que está fuertemente coloreado porque durante la operación del filtrado se producen inevitablemente pequeñas pérdidas de colorante. Además el líquido madre contiene pequeños excesos de los productos químicos que fueron empleados como materias primas. Los efluentes secundarios consisten prácticamente sólo en agua coloreada, proveniente del lavado de los diferentes equipos de producción de la planta industrial. Evidentemente, la mejor solución para controlar la contaminación hídrica radica en eliminar la etapa que produce los líquidos madres, porque así no hay necesidad de disponer de ellos.

La tecnología moderna, que la empresa aplica desde hace varios años, consiste en producir directamente suspensiones concentradas de colorante, las que se secan en secaderos de tipo spray, eliminando así la etapa de filtrado. En el gráfico que se inserta a continuación se ilustran en forma esquemática las distintas etapas del proceso. La tecnología es similar a la utilizada en la fabricación de la leche en polvo. Desde el punto de vista del medio ambiente, esta tecnología es excelente: el secador spray entrega, por un lado, vapor de agua y, por el otro, el colorante en sí, en el que quedan incluidas como impurezas eventuales excedentes de

Gráfico

ESQUEMA DE FABRICACION DE UN COLORANTE



MATERIAS PRIMAS

SUSTANCIAS QUIMICAS COMPLEJAS

REACCIONES QUIMICAS

REACTOR 1	4.000 LTS
REACTOR 2	10.000 LTS
REACTOR 3	6.000 LTS
REACTOR 4	20.000 LTS

FILTRACION

SECADO

STANDARDIZACION
TRATAMIENTO ANTIPOLVO

productos químicos. No se genera ningún residuo ni efluente adicional. En la actualidad, el 80% de la producción de VILMAX se efectúa mediante esta tecnología.

Pero los líquidos madres provenientes del 20% restante de la producción y las aguas del lavado diario de los equipos forman aún un caudal apreciable de efluentes líquidos que requieren tratamiento. Nuevamente se ha procurado reducir, en primer lugar, al mínimo este caudal. Para este efecto se emplean por ejemplo bombas a presión en todas las operaciones de lavado. De esta manera se logra el mismo grado de limpieza que con el método tradicional pero con un volumen de agua 5 a 10 veces inferior. Una segunda medida consiste en no mezclar los efluentes de distinta procedencia sino enviarlos a dos circuitos diferentes. El primer circuito recoge los líquidos que sólo requieren un tratamiento mínimo. Estos líquidos son descolorados con hipoclorito en tanques y antes de descargarlos al desagüe industrial se someten a un control de sus parámetros críticos. El segundo circuito recibe los líquidos que son enviados a la planta de tratamiento. Estas se componen del conjunto de los líquidos madres, las aguas de lavado concentradas, tales como las aguas de los scrubbers de purificación de los efluentes gaseosos, y los líquidos provenientes del lavado de reactores que contuvieron productos químicos no inocuos.

La planta de purificación de efluentes, que es única en su género en el país, fue desarrollada por VILMAX en forma conjunta con una empresa especializada. Durante más de dos años se realizaron para ello ensayos en laboratorio y en planta piloto. Los colorantes y eventuales excesos de otros productos químicos contenidos en los efluentes son separados por un proceso de electrólisis con electrodos de hierro. En condiciones de pH y salinidad que son preestablecidas y reguladas automáticamente y con el añadido de un polielectrolito apropiado, el hierro del electrodo se combina con los colorantes para formar un pequeño coágulo que arrastra también a las demás impurezas.

A diferencia de lo que ocurre en las plantas tradicionales, la cantidad de residuos obtenidos mediante el nuevo método es muy pequeña. Como los efluentes no son tratados con coagulantes químicos, estos residuos se componen además sólo de materias colorantes. Los residuos coagulados se separan de las aguas por filtración y luego se secan mediante cualquiera de las operaciones empleadas en la planta industrial. De esta manera se dispone del producto final como un colorante más, ya que es precisamente eso. El líquido que sale del proceso de electrólisis pasa a una planta de ozonización donde se efectúa un tratamiento complementario en forma sumamente económica y novedosa. Por último el líquido es sometido a un control de los parámetros críticos antes de enviarlo a la descarga industrial.

El costo total de los tratamientos de efluentes representa un 2% de las ventas de la empresa en términos aproximados. La empresa

tuvo que desplegar durante varios años esfuerzos intensos para alcanzar los resultados anteriormente mencionados en el control de la contaminación. En particular, se hicieron esfuerzos en el campo de la motivación y el entrenamiento del personal. Sobre la base de estos esfuerzos y resultados, la gerencia considera que actualmente se está respetando en forma sustentable el medio ambiente en la empresa y así los hijos de los fundadores y de los trabajadores también podrán trabajar en ella en el futuro.

3. Gestión estratégica y acceso a la biotecnología

Al comienzo de la década de los ochenta, VILMAX incursiona el campo de la biotecnología. ¿Cómo llegó la empresa a esta nueva tecnología y cómo procedió para lograr acceso a ella? VILMAX S.A. es una industria química que está especializada en una rama de la química orgánica. La empresa realiza permanentemente investigaciones y estudios en este campo. Era natural que el día en que esta disciplina, a través de la biología molecular, comenzó a explicar algunos de los misterios de la vida, el staff de la empresa se interesara en el fenómeno. El interés se transformó en entusiasmo cuando se tuvo la noticia que se había logrado sintetizar nuevos seres vivientes mediante la aplicación de conocimientos de ingeniería genética y manipulaciones esencialmente químicas.

En 1980 la empresa decidió, por lo tanto, crear un grupo de trabajo con la misión de mantenerse informado de todo lo que iría ocurriendo en el campo de la nueva especialidad, que comenzó a llamarse biotecnología. Para ello había que entrar en contacto con institutos y centros de investigación del país y el exterior, gestiones que eran inapropiadas para una empresa industrial. Entonces se determinó la constitución de la Fundación Vilmax, como una entidad sin fines de lucro. Ella se hizo cargo de la tarea mencionada y ya en pocos años ha tenido una trayectoria sumamente exitosa.

Como llave para abrir puertas difíciles se estableció, en los tres primeros años de funcionamiento de la institución, una base computarizada de datos sobre patentes de invención en el campo de la ingeniería genética. Aparentemente fue la primera base de datos que en esta especialidad hubo en el mundo. Este trabajo que fue oportunamente complementado por un "who is who in genetic engineering", también emitido por computadora, permitió una fácil vinculación con la mayoría de los centros donde se estaba gestando en aquel momento la revolución biotecnológica. Posteriores contactos con UNESCO, ONUDI y el gobierno de Francia ayudaron a la Fundación Vilmax a alcanzar su posición actual: una institución que se informa, semana a semana, de los progresos de ingeniería genética y biotecnología que ocurren en el mundo.

Al conocer que los propios colorantes sintéticos podían ser partícipes de la revolución en curso, la empresa optó por

integrarse a ella. Es así entonces que VILMAX, con sus sólo quince años de antigüedad, ha participado ya en dos revoluciones tecnológicas mundiales. Por eso se le reconoce **el color de la experiencia.**