

# SEMINARIOS Y CONFERENCIAS

## Agricultura y cambio climático

### Economía y modelación

Memoria del cuarto Seminario Regional de Agricultura y Cambio Climático  
Santiago, 13 y 14 de noviembre de 2013



NACIONES UNIDAS



Cooperación  
Regional Francesa  
PARA AMÉRICA DEL SUR



# SEMINARIOS Y CONFERENCIAS

## Agricultura y cambio climático

### Economía y modelación

Memoria del cuarto Seminario Regional de Agricultura y Cambio Climático  
Santiago, 13 y 14 de noviembre de 2013



Cooperación  
Regional Francesa  
PARA AMÉRICA DEL SUR



Los textos reunidos en este documento se basan en las ponencias y discusiones presentadas por los expertos que participaron en el cuarto Seminario Regional de Agricultura y Cambio Climático: economía y modelación, realizado el 13 de noviembre en la sede de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el 14 de noviembre en la Oficina Regional de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) para América Latina y el Caribe, en Santiago de Chile.

El seminario fue organizado por la Unidad de Desarrollo Agrícola de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL y el Grupo de Cambio Climático y Sostenibilidad Ambiental de la Oficina Regional para América Latina y el Caribe de la FAO, como parte de sus actividades conjuntas de cooperación técnica para el sector agropecuario. Contó con el apoyo del Gobierno de Francia, por medio de su Delegación Regional de Cooperación para el Cono Sur y el Brasil; el Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales (CGIAR) a través de su Programa de Investigación sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS); el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

El resumen de las ponencias, así como la compilación y la integración de contenidos de las sesiones de discusión estuvieron a cargo de un comité editorial compuesto por Adrián Rodríguez, de la CEPAL, y por Laura Meza y Meliza González, de la FAO.

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 las Organizaciones mencionadas.

---

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN 1680-9033

LC/L.3996

Copyright © Naciones Unidas, abril de 2015. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

---

<b>Resumen</b> .....	7
<b>I. Introducción</b> .....	9
A. Antonio Prado, Secretario Ejecutivo Adjunto, CEPAL .....	9
B. Jan Van Wanbeke, Oficial Principal de Tierras y Aguas, FAO/RLC .....	10
C. Thomas Lagarde, Delegación Regional de Cooperación de Francia para el Cono Sur.....	11
<b>II. Uso de la modelación biofísica para analizar el impacto del cambio climático en el sector agrícola en América Latina</b> .....	13
A. Presentación principal, Jeimer Tapasco, Centro Internacional de Agricultura Tropical.....	14
1. Uso de modelos del clima mundial en la modelación de cultivos .....	14
2. Modelación biofísica.....	15
3. Modelos de nicho.....	15
4. Modelos empíricos (análisis de regresión).....	16
5. Modelos de cultivo basados en procesos (mecánicos – fisiológicos).....	16
6. Estado actual del uso de modelos de cultivos para el análisis del impacto del cambio climático sobre la agricultura .....	18
7. Conclusiones.....	20
B. Comentarios .....	20
1. José Eduardo Alatorre, Unidad de Cambio Climático, CEPAL.....	20
2. Enzo Benech, Subsecretario de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay .....	22
3. Omar Pozo, Profesor-investigador, Universidad Pública El Alto, Bolivia .....	23
4. Eugenio Figueroa, Profesor-Investigador, Universidad de Chile.....	24
C. Discusión.....	25
Bibliografía .....	28
<b>III. Economía de la adaptación de la agricultura al cambio climático: dónde estamos y retos pendientes</b> .....	29
A. Presentación principal, Milagro Saborio, CATIE .....	29
1. Motivación .....	29

2.	Enfoques macroeconómicos.....	30
3.	Enfoques microeconómicos .....	32
4.	La adaptación de la agricultura y los ecosistemas.....	35
5.	Los retos pendientes.....	35
B.	Comentarios .....	36
1.	Walter Oyhantcabal, Unidad de Cambio Climático, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay .....	36
2.	José Luis Zambrano, Director de Investigación, INIAP, Ecuador .....	38
3.	Omar Melo, Profesor-investigador, Universidad Católica de Chile .....	39
4.	Marta Villegas, Directora, Secretaria Ejecutiva, Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, Costa Rica.....	41
C.	Discusión.....	42
	Bibliografía .....	43
<b>IV.</b>	<b>Experiencias de trabajo colaborativo en adaptación .....</b>	<b>45</b>
A.	Southern Hemisphere Adaptation Collaboratory (Francisco Meza, Universidad Católica de Chile) .....	45
1.	El concepto de adaptación.....	46
2.	El “colaboratory” .....	48
B.	Estrategias de extensión para adaptación de la agricultura familiar en países seleccionados del Cono Sur (Alejandra Sarquis, IICA).....	49
	Bibliografía .....	52
<b>V.</b>	<b>Impactos previstos del cambio climático en la agricultura en América Latina y sus implicaciones para las políticas de adaptación .....</b>	<b>53</b>
A.	Presentación principal, José Javier Gómez, Unidad de Cambio Climático, CEPAL .....	53
1.	Cambios en temperaturas, en los patrones de precipitación y otras variables según escenarios de cambio climático .....	54
2.	Impactos en el sector agropecuario a escala regional.....	54
3.	Impactos en el sector agropecuario de subregiones y países.....	54
4.	Implicaciones sobre las políticas de adaptación.....	56
B.	Comentarios .....	56
1.	Tania López, Viceministra de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.....	56
2.	Agnes Cishek, Viceministra de Planificación Sectorial Agropecuaria, República Dominicana .....	58
3.	Miguel Murillo, Director de Planificación, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Estado Plurinacional de Bolivia .....	59
4.	Alejandra Sarquis, Consejo Agropecuario del Sur.....	60
C.	Discusión.....	61
<b>VI.</b>	<b>Investigación científica sobre agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe .....</b>	<b>63</b>
A.	Presentación principal, Adrián Rodríguez, CEPAL y Laura Meza, FAO .....	63
1.	Metodología .....	64
2.	Análisis descriptivo.....	65
3.	Análisis de contenido .....	68
4.	Conclusiones .....	73
B.	Comentarios .....	74
1.	Maricela Díaz, Directora de Ciencia y Técnica, Ministerio de Agricultura, Cuba .....	74
2.	Enzo Benech, Viceministro de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay .....	75
3.	Milagro Saborío, Profesora-Investigadora, CATIE y Universidad de Costa Rica .....	77
4.	Jeimar Tapasco, Investigador, CCAFS/CIAT .....	77
C.	Discusión.....	78

<b>VII. Diálogo sobre políticas, instrumentos y colaboración para promover la adaptación de la agricultura al cambio climático .....</b>	<b>81</b>
1. María Clara Vidal, Argentina.....	81
2. Miguel Murillo, Estado Plurinacional de Bolivia .....	83
3. Renato Brito, Brasil.....	84
4. Tania López, Costa Rica .....	84
5. Maricela Díaz, Cuba .....	85
6. José Luis Zambrano, Ecuador.....	86
7. Agnes Cishek, República Dominicana.....	87
8. Gerardo Batista, Panamá.....	88
9. Miguel Ángel Ken Moriya, Paraguay .....	88
10. Enzo Benech, Uruguay .....	89
<b>VIII. Clausura.....</b>	<b>91</b>
1. Eve Crowley, Representante Regional Adjunta de la FAO para América Latina y el Caribe .....	91
2. Antonio Prado, Secretario Ejecutivo Adjunto, CEPAL .....	92
Anexo.....	95
Programa .....	96
<b>Serie seminarios y conferencias: números publicados.....</b>	<b>98</b>

### Cuadros

CUADRO 1	USO DE LOS MODELOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE ENTRE LOS MODELADORES DAPA-CIAT .....	18
CUADRO 2	ESTUDIOS DEL PROYECTO CCAFS CON ENTREVISTAS DIRECTAS A LOS AGRICULTORES VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS.....	34
CUADRO 3	AGRUPACIÓN DE LAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS INCLUIDAS EN LA BASE DE DATOS SCUPUS .....	64
CUADRO 4	AGRUPACIÓN DE LAS PALABRAS CLAVE (N = 370) EN LA BASE DE DATOS DE INTERÉS (N = 2573).....	69
CUADRO 5	FRECUENCIA EN LAS COMBINACIONES DE TÉRMINOS DE CAMBIO CLIMÁTICO Y DE TÉRMINOS DE AGRICULTURA. NUMERO DE COMBINACIONES .....	70

### Gráficos

GRÁFICO 1	NÚMERO DE ESTUDIOS QUE EMPLEAN MODELOS DE CULTIVO EN NICARAGUA, COLOMBIA Y PERÚ .....	19
GRÁFICO 2	USO DE MODELOS DE CULTIVO (MODELO POR PAÍS) EN NICARAGUA, COLOMBIA Y PERÚ .....	19
GRAFICO 3	CONO SUR: COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN SU PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA, 1990-2012. 10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS .....	65
GRÁFICO 4	CENTRO AMÉRICA: COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN SU PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA, 1990-2012. 10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS .....	66
GRÁFICO 5	REGIÓN ANDINA: COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN SU PRODUCCIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON AGRICULTURA, 1990-2011 .....	67
GRÁFICO 6	DISTRIBUCIÓN RELATIVA POR DISCIPLINA DEL TOTAL DE PUBLICACIONES CIENTÍFICA RELACIONADAS CON AGRICULTURA .....	67

GRÁFICO 7	DISTRIBUCIÓN RELATIVA POR DISCIPLINA DEL TOTAL DE PUBLICACIONES CIENTÍFICA RELACIONADAS CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO (C1).....	68
GRÁFICO 8	RELACIONES ENTRE TÓPICOS DE AGRICULTURA Y TÓPICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO .....	71
GRÁFICO 9	RELACIONES ENTRE TÓPICOS DE AGRICULTURA Y TEMAS MIXTOS .....	71
GRÁFICO 10	ANÁLISIS DE AGRUPACIONES PARA PAÍSES Y REGIONES .....	72
GRÁFICO 11	RELACIONES EN TODOS LOS PARES DE PALABRAS CLAVE EN LA BASE DE DATOS .....	73

### Diagramas

DIAGRAMA 1	CIENCIA DE LA ADAPTACIÓN .....	47
DIAGRAMA 2	EL CONCEPTO DE VULNERABILIDAD DEL IPCC.....	47
DIAGRAMA 3	MARCO DE ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD PROPUESTO POR EL UNITED KINGDOM_CLIMATE IMPACT PROGRAMME (UKCIP) .....	48

## Resumen

---

La Unidad de Desarrollo Agrícola de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial (UDA/DDPE) de la CEPAL y la Oficina Regional de la FAO para América Latina (FAO/RLC), con el apoyo de la Cooperación Francesa, han colaborado desde 2010 en la realización de un seminario anual sobre agricultura y cambio climático. El primero se realizó los días 10 y 11 de noviembre de 2010 y tuvo como eje los temas de institucionalidad, políticas e innovación. El segundo se llevó a cabo los días 23 y 24 de noviembre del 2011 bajo el lema “Del diagnóstico a la práctica”. El tercero tuvo lugar los días 27 y 28 de septiembre y versó sobre las nuevas tecnologías (tecnologías de la información y de las comunicaciones, nanotecnología, biotecnología, entre otras) y su potencial en la mitigación y adaptación de la agricultura al cambio climático.

El IV seminario, realizado los días 13 y 14 de noviembre de 2013, se enfocó en temas relacionados con la economía y modelación de la adaptación de la agricultura al cambio climático.

El seminario tuvo como objetivo presentar y analizar enfoques y experiencias para modelar y analizar aspectos de la economía de la adaptación de la agricultura al cambio climático.

En particular, el seminario buscó:

- Fomentar el diálogo de políticas en torno a la economía de la adaptación de la agricultura al cambio climático.
- Presentar experiencias concretas de modelación de la adaptación de la agricultura al cambio climático
- Presentar enfoques conceptuales y experiencias de valoración de los costos y beneficios de distintas alternativas de adaptación de la agricultura al cambio climático.
- Potenciar la cooperación regional en temas de modelación y economía de la adaptación de la agricultura al cambio climático.

El seminario contó con la participación de funcionarios de alto rango técnico y político en Ministerios y Secretarías de Agricultura, Ministerios y Secretarías de Planificación, instituciones de investigación e innovación agrícola, organismos regionales del sector agropecuario, así como a interesados en los temas de agricultura y cambio climático en los sectores académico y privado.



## I. Introducción

---

El IV Seminario Regional sobre Agricultura y Cambio Climático “Economía y Modelación”, fue inaugurado por el Sr. Antonio Prado, Secretario Ejecutivo Adjunto de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Sr. Jan Van Wanbeke, Oficial Principal de Tierras y Aguas de la Oficina Regional para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO/RLC); y del Sr. Thomas Lagarde, en representación de la Delegación Regional de la Cooperación Francesa. A continuación se presenta un resumen de sus intervenciones.

### A. Antonio Prado, Secretario Ejecutivo Adjunto, CEPAL

Este es el cuarto de una serie de seminarios que surgieron de lo que en su momento fue una lectura adecuada sobre el interés creciente en torno al cambio climático en distintos estamentos institucionales del sector agropecuario. Eso por un lado. Y por otro, la ausencia —en ese momento— de foros dentro del sector para promover el diálogo entre tomadores de decisiones e investigadores, y para compartir experiencias sobre las cosas buenas que se está haciendo en los países para enfrentar el cambio climático. Y por supuesto, para dialogar sobre las tareas pendientes, que por supuesto son muchas.

De manera que desde el inicio nos han motivado tres grandes objetivos: Primero, promover la incorporación del cambio climático en las agendas del sector agropecuario. Segundo, fomentar el diálogo ciencia-política, en la perspectiva de apoyar la formulación de mejores políticas para enfrentar el cambio climático en el sector agropecuario de la región. Y tercero, fomentar el intercambio de experiencias.

Esta semana inició en Varsovia 19ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.<sup>1</sup> La presidenta de la Secretaría de la Convención, la señora Cristiana Figueres ha destacado tres áreas fundamentales en las que se espera haya progreso.

Primero, la provisión de financiamiento a los países en desarrollo para que puedan reducir sus emisiones y generar mayor resiliencia. Segundo, la creación de un mecanismo para que los países más

---

<sup>1</sup> La 19 Conferencia de las Partes de la Convención de Cambio Climático se realizó la semana posterior al seminario.

pobres y vulnerables puedan enfrentar los daños irreversibles que el cambio climático ya está causando. Y en tercer lugar, el establecimiento de una hoja de ruta que permita alcanzar un nuevo Acuerdo Climático Global, que sustituya al Protocolo de Kioto.

Ese es un contexto en el que los temas productivos sectoriales deberían tener una presencia importante en las discusiones, pues es claro que el climático no es sólo un tema ambiental. El cambio climático es también un tema económico y un tema social, derivado de un modelo de desarrollo intensivo en la generación de emisiones de gases de efecto invernadero. El cambio climático, por lo tanto, requiere no sólo de políticas ambientales, sino también de políticas de desarrollo productivo orientadas a lograr un cambio estructural hacia una estructura económica de neutralidad en emisiones. Y eso pasa por cambios estructurales en todos los sectores de la economía. En el ámbito de la agricultura se trata de promover una agricultura climáticamente inteligente, como lo ha destacado la FAO.

También es previsible que en la negociación de un Nuevo Acuerdo Climático Global los temas de adaptación ganen en importancia, frente a la evidencia de los impactos que el cambio climático ya está teniendo en los sectores y regiones más vulnerables, que a menudo son los más pobres y dependen de la agricultura como medio de subsistencia.

Por lo tanto, los temas que se estarán discutiendo en este seminario son de la mayor relevancia en el marco de las negociaciones globales que se desarrollan en este momento en la COP 19.

## **B. Jan Van Wanbeke, Oficial Principal de Tierras y Aguas, FAO/RLC**

En primer quisiera hacer un reconocimiento al trabajo conjunto de la CEPAL, de la FAO y de la cooperación de numerosas instituciones que han permitido dar vida a estos cuatro seminarios regionales sobre agricultura y cambio climático. Estos seminarios responden al reconocimiento de la relevancia que el cambio climático tiene para la región y a la necesidad de los países de América Latina y El Caribe, de contar con espacios de discusión e intercambio de experiencias.

América Latina y El Caribe es la Región del mundo que mayores avances ha hecho en la lucha contra el hambre en los últimos 20 años. En dicho período más de 20 millones de mujeres, hombres, niñas y niños dejaron de sufrir hambre. Sin embargo, este problema aún afecta a 47 millones de personas, no tanto por falta de alimentos, sino fundamentalmente, porque hay quienes no cuentan con los ingresos suficientes para adquirirlos. Si bien en las últimas décadas hemos visto enormes esfuerzos de parte de los gobiernos de la Región por avanzar hacia la erradicación del hambre y la pobreza, nuestra región sigue siendo la más desigual del mundo.

A pesar de los esfuerzos en gasto social, en salud, en nutrición e infraestructura la desigualdad se hereda y las políticas deben enfocarse en disminuir los mecanismos de transmisión de la desigualdad. La FAO trabaja junto a los países para cambiar esta situación y el primer paso para avanzar hacia esas sociedades más igualitarias y justas es erradicar el hambre y alcanzar la seguridad alimentaria de todos los habitantes del planeta. Para ello la FAO organiza su trabajo guiado por cinco objetivos estratégicos interrelacionados, entre los que destacan contribuir a erradicar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición, así como incrementar la resiliencia de los modos de vida ante las amenazas y crisis.

Estos objetivos reconocen la importancia de contar con sistemas agrícolas resistentes a distintas amenazas, entre ellas, las asociadas a la variabilidad y el cambio climático. En ese sentido, el tema de este seminario es muy relevante. Los ejercicios de modelación de cambios en el clima y sus efectos permiten identificar los cambios previstos en los patrones de temperatura y precipitación y sus efectos en el mediano y largo plazo. Esta información es fundamental para que los países se preparen para los desafíos del futuro y para garantizar la alimentación y salud de sus poblaciones.

Los modelos nos permiten tener una idea más concreta y fundamentada de los cambios que experimentaremos y de los efectos que tendrán sobre la agricultura y los sistemas de vida que dependen de ella. En la toma de decisiones debemos considerar esta información con una visión preventiva, no solo

mirando al futuro, sino también a los cambios que ya estamos experimentados. La adaptación y mitigación del cambio climático no están siendo objetivos prioritarios en la región, quizás porque generalmente las modelaciones nos ofrecen miradas al futuro de cambios en el muy largo plazo. Pero lo cierto es que el cambio climático no es una amenaza futura, sino que está ocurriendo en este mismo instante. Por eso, la adaptación es urgente.

En el sector agropecuario de la región el enfrentamiento del cambio climático debe recibir también una mayor prioridad. El clima está cambiando y nuestra población rural y agrícola ya está experimentando sus impactos, con el aumento e intensificación de eventos extremos, tales como sequías y huracanes. Por ello, felicitamos una vez más a todas las instituciones presentes en esta reunión que reconocen la importancia de este desafío, el valor de la experiencia que cada país puede aportar en un trabajo colectivo que le permita a América Latina y El Caribe tener una agricultura robusta y sostenible y una población sin hambre y sin pobreza.

### **C. Thomas Lagarde, Delegación Regional de Cooperación de Francia para el Cono Sur**

La modelación de la adaptación de la agricultura al cambio climático es un tema importante en las discusiones acerca de una agenda positiva para el cambio climático. El tifón que ha ocurrido recientemente en las Filipinas y su posible influencia sobre las discusiones de la Conferencia de las Partes de la Convención de Cambio Climático que se desarrolla en este momento en Varsovia nos hacen evidente la importancia de los temas que se tratarán en este seminario.

En este contexto y con la perspectiva de que Francia será el anfitrión de la COP Clima 2015, donde se espera llegar a compromisos concretos y vinculantes, renovamos nuestro compromiso con este tema clave y nos alegramos de la posibilidad de seguir trabajando con CEPAL y FAO sobre estos temas y probablemente también con otros socios en el futuro. Por esta razón, me es muy grato tener la oportunidad de abrir este seminario y sin extenderme más, reitero mis más profundos agradecimientos a la CEPAL anfitriona de este importante evento y a todos quienes han hecho posible su realización.



## **II. Uso de la modelación biofísica para analizar el impacto del cambio climático en el sector agrícola en América Latina**

---

La presentación principal en esta sesión estuvo a cargo de Jeimar Tapasco, investigador del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), asociado al programa Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS).

La presentación fue comentada por:

- José Eduardo Alatorre, de la Unidad de Cambio Climático de la CEPAL;
- Enzo Benech, Subsecretario de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay;
- Omar Pozo, docente del Área de Ciencias Agronómicas y Pecuarias de la Universidad Pública del Alto, Bolivia;
- Renato Brito, Coordinador General de Sostenibilidad Ambiental del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA) de Brasil; y
- Eugenio Figueroa, Director Ejecutivo del Centro Nacional del Ambiente de la Universidad de Chile.

La sesión fue moderada por Adrián Rodríguez, Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola, División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL.

## A. Presentación principal, Jeimer Tapasco, Centro Internacional de Agricultura Tropical

La presentación se basó en un artículo elaborado por el CIAT como aporte al Cuarto Seminario Regional sobre Agricultura y Cambio Climático.<sup>2</sup>

### 1. Uso de modelos del clima mundial en la modelación de cultivos

En la última década, los modelos del clima mundial (MCM) han mejorado poco a nivel regional. A medida que estos modelos se han vuelto más complejos —por ejemplo, con el fin de poder incluir un conocimiento más profundo del efecto de las nubes— los errores que tienen se han vuelto más notorios. Esto impone una pesada carga a los modeladores que quieren usar los MCM para estimar los efectos del cambio climático en los rendimientos de los cultivos y la seguridad alimentaria.

Los modelos del clima mundial actualmente no se pueden conectar directamente a los modelos de simulación agrícola. El enfoque que se utiliza en el presente es reducir los resultados de diferentes MCM dentro de rango de resultados plausibles y comparar los valores mensuales de temperatura y precipitación que reproducen con los datos históricos reales.

Esta comparación se hace calculando la desviación estándar de los valores mensuales y eliminando todos los valores MCM que se apartan mucho de los demás y que incrementan el coeficiente de variación en más del 20 o 30% (el valor más bajo o más alto, respectivamente) (Tukey 1977). Posteriormente se generan datos meteorológicos diarios para cada MCM y se realizan las simulaciones de cada uno por separado.

Ramírez-Villegas et al. (2013) tomaron las proyecciones del clima mundial del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados fase 5 (CMIP5, siglas en inglés) que son la base del Quinto Informe del IPCC, y examinaron cuánto han mejorado desde la última versión (CMIP3). Estos autores encontraron que los errores en la temperatura solían ser mayores a 2°C y los de la precipitación, más de 20%. Estos errores son mayores que los límites de temperatura (2°C) y precipitación (-20%) que pueden reducir los rendimientos de los cultivos tropicales de 10 a 20%. Lo que preocupa aquí es que, al utilizar los valores MCM en los modelos que simulan los rendimientos de cultivos, se pueden producir estimaciones que están grandemente erradas.

En comparación con el CMIP3, ha habido una mejoría modesta (de 5 a 15% en el caso de la temperatura) en la capacidad (denominada destreza) de los MCM para representar el clima. Sin embargo, esto significa que se necesitan hasta 30 años para que los MCM lleguen a “representar el clima con una precisión que permita utilizarlos directamente en los análisis de los impactos del clima en la agricultura”. La destreza, en el caso de la precipitación, solo mejora 1 o 2% en cinco años, por lo cual se necesitarían de 30 a 50 años para poder utilizar los MCM en estudios del impacto del clima en la agricultura. Para entonces, el impacto mayor del cambio climático ya habrá ocurrido.

En vista de esa situación Jarvis (2013) indica que “Necesitamos asegurar que la ciencia tome en cuenta esta circunstancia y que las decisiones acerca de cómo afrontar el cambio climático se puedan tomar en un contexto de incertidumbre. Necesitamos tomar decisiones a pesar de la incertidumbre... identificando opciones de adaptación que no lamentaremos”. “Lo cierto es que el clima está cambiando, ...y lo incierto es cuánto y cuándo”.

---

<sup>2</sup> Fish, Myles. “Estado del arte de los actuales conocimientos, capacidad y utilización de las herramientas de modelación biofísica para apoyar la toma de decisiones sobre la adaptación al cambio climático en el sector agrícola de América Latina”. Documento comisionado por el Programa de Investigación de CGIAR sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. Myles J. Fish es científico emérito del CIAT.

## 2. Modelación biofísica

La modelación biofísica del clima en la agricultura busca proveer herramientas que ayuden a entender la respuesta de los cultivos a diferentes factores que indiquen sobre su desarrollo y producción. En un contexto de cambio climático el objetivo es anticipar los cambios de la temperatura y la precipitación bajo diferentes contextos ambientales y socio-económicos. La modelación biofísica es también importante para analizar los efectos de la variabilidad climática sobre los cultivos.

Los modelos biofísicos para el modelamiento en la agricultura se pueden clasificar en tres grandes categorías: a) modelos de nicho; b) modelos empíricos o estadísticos; y c) modelos de cultivos basados en procesos (mecánicos-fisiológicos).

## 3. Modelos de nicho

Algunos de los modelos de nicho más utilizados son EcoCrop, Maxent, Canasta y Analogue. A continuación se presenta un resumen de cada uno de ellos. De estos el modelo más conocido es EcoCrop (ver sección 6). MAXENT está documentado en el paquete DIVA-GIS y CaNaSTA en Witsed y Laderach (2010).

### Ecocrop

El modelo considera cuatro parámetros: valor inferior de muerte del cultivo, valor inferior óptimo, valor superior óptimo y valor superior de muerte del cultivo. Los datos para cada punto son tomados de la literatura. Los criterios principales son la precipitación y la temperatura durante la temporada de crecimiento. Este modelo se ha ido perfeccionando con nuevos ajustes en el script para representar de mejor manera las necesidades fisiológicas del cultivo. Cuando los parámetros de EcoCrop son calibrados cuidadosamente (Ramírez-Villegas et al. 2013), el modelo puede utilizarse para predecir los probables efectos del cambio climático en los rendimientos de los cultivos.

Los resultados que se obtienen con este modelo permiten abordar diversa naturaleza, importantes desde el punto de vista de la política pública. En las nuevas áreas con aptitud para un determinado cultivo las preguntas se refieren al tipo de cultivo que se desarrollan actualmente en esas áreas y al tipo de infraestructura que existe en ellas, para atender el desarrollo de los nuevos cultivos. En las áreas que se vuelven más aptas las preguntas se refieren a cómo aprovechar las ventajas comparativas que se crean y a cómo mitigar los impactos ambientales del incremento de la producción de los cultivos que ganan aptitud. En las áreas que pierden aptitud las preguntas refieren a la necesidad de desarrollar nuevas variedades más aptas a las nuevas condiciones y al desarrollo de prácticas alternativas de manejo. Y finalmente, en las áreas que dejan de ser aptas las preguntas relevantes remiten a preguntas sobre el tipo de cultivos que se podrían desarrollar como alternativa y a quienes sería los afectados con la pérdida de aptitud.

El modelo EcoCrop se ha utilizado para modelaciones del cultivo de papa en Perú, incluyendo el estudio de cambios en la aptitud para su producción ante distintos escenarios.

### MAXENT, CaNaSTA

Tanto MAXENT como CaNaSTA se utilizan para identificar lugares en otras partes del mundo que tienen un clima parecido a fin de establecer la distribución actual de un determinado taxón (variedad de cultivo, ecotipo o especie), que se denominan datos de evidencia. Utilizando los datos de los MCM, es posible estimar el efecto que el cambio climático tendrá en la distribución de ese taxón en el futuro.

### Ventajas y desventajas de los modelos de nicho

- **Ventajas.** Los modelos de nicho requieren poca información y en general la información no es la limitante principal, son sencillos de ejecutar, no demandan una capacidad de procesamiento muy alta, son fáciles de interpretar, se puede parametrizar fácilmente, son generalista en cuanto a cultivos pero son flexible en cuanto a variedades y son solicitados entre funcionarios públicos (técnicos) para efectos de asistencia técnica.
- **Desventajas.** Utilizan muy pocas variables (e.g. Ecocrop), trabajan con información climática mensual (Ecocrop), no consideran las etapas fenológicas de los cultivos, no tienen buena

credibilidad entre los fisiólogos, no generan información de productividad, y demandan mucho tiempo en verificación y aplicación de filtros

#### 4. Modelos empíricos (análisis de regresión)

Los modelos empíricos, típicamente basados en el análisis de regresión, se basan en la estimación de una función de producción, a partir de una serie de variables explicativas, entre las que se incluye el clima. La versión más simple de esa función es una ecuación lineal de la forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Uno de los modelos empíricos más utilizados es **Aquacrop**, desarrollado por la FAO, que estima la productividad del cultivo en función de la evapotranspiración del cultivo durante todo su ciclo. **Aquacrop** simula los rendimientos con base a la disponibilidad hídrica en una ubicación geográfica determinada. Este modelo, utiliza un número relativamente pequeño de parámetros explícitos, intuitivos y variables de entrada que requieren métodos simples para su determinación. Esto con el fin evaluar la sensibilidad de los cultivos de una zona productora frente a la disponibilidad del recurso hídrico teniendo en cuenta los escenarios de cambio climático proyectado. Es un modelo con un buen desempeño antes situaciones de déficit hídrico pero con un muy bajo desempeño ante situaciones de exceso de agua.

Schlenker y Roberts (2009) utilizaron un enfoque de regresión para evaluar la respuesta del maíz, la soja y el algodón a las temperaturas más elevadas que se predice ocurrirán a medida que el clima cambie. Desagregaron los rendimientos de cultivos en Estados Unidos por condado con datos meteorológicos de la distribución de temperatura diurna y llegaron a la conclusión que los rendimientos aumentan “con temperaturas de hasta 29°C en el caso del maíz, 30°C para la soja y 32°C para el algodón, pero que las temperaturas que superan estos niveles son muy perjudiciales”. Asimismo, concluyen que la tasa de la disminución de rendimientos a temperaturas por encima de estos niveles es mayor que el incremento a temperaturas por debajo de ese nivel. Además, históricamente ni las variedades de cultivo ni las prácticas agronómicas se han adaptado a temperaturas más altas. Llegaron a la conclusión de que si los cultivos se siguen produciendo en las mismas zonas, los rendimientos disminuirán “entre 30 y 46% antes del fin de siglo según el escenario de un calentamiento más lento (B1) y disminuirán entre 63 y 82% en el escenario del calentamiento más rápido (A1FI) según el modelo Hadley III”. Reconocen que en los modelos de simulación, en “algunos casos, los rendimientos simulados son comparados con los rendimientos observados con bastante éxito”.

Algunas ventajas y desventajas de los modelos empíricos son las siguientes:

- **Ventajas.** Requieren información relativamente fácil de obtener, permite incluir relaciones de procesos conocidas, son sencillos de ejecutar, no demandan una capacidad de procesamiento muy alta, son fáciles de interpretar, son generalista en cuanto a cultivos y generan información de productividad
- **Desventajas.** La información a menudo es muy agregada, la conciliación de las escalas de la información clima y producción no es fácil, son altamente dependientes de la calidad de la información estadística; difícilmente pueden simular cambios en manejo del cultivo y variedades

#### 5. Modelos de cultivo basados en procesos (mecanísticos – fisiológicos)

Los modelos de este tipo tratan de replicar el proceso de crecimiento y rendimiento productivo de un cultivo, en base a los mecanismos físicos, químicos y fisiológicos que caracterizan su proceso evolutivo. Entre los principales modelos de esta familia se encuentran DDSAT, GLAM, APSIM, ORYZA, SOLARUM, STICS y CENTURY.

##### Modelo DSSAT

El sistema de apoyo a las decisiones para la transferencia de agrotecnología (DSSAT, siglas en inglés) ha sido utilizado en los últimos 15 años por investigadores en todo el mundo. Este paquete

incorpora modelos de 16 cultivos diferentes con software que facilita la evaluación y aplicación de los modelos de cultivos con distintos propósitos. En los últimos años, se ha vuelto cada vez más difícil mantener los modelos de cultivos DSSAT, debido en parte al hecho de que había diferentes conjuntos de códigos informáticos para diferentes cultivos y se dedicó poca atención al diseño del software a nivel de los modelos de cultivos en sí. Por tanto, los modelos de cultivos DSSAT han sido rediseñados y programados para incorporar de manera más eficiente los nuevos avances científicos, las aplicaciones, la documentación y el mantenimiento. La base del nuevo diseño del modelo de sistemas de cultivo DSSAT (MSC) es una estructura modular en la que los componentes son separados según la disciplina científica y estructurados para facilitar su reposición o agregar módulos. Cuenta con un módulo de suelo, un módulo plantilla de cultivos que puede simular los diferentes cultivos definiendo los archivos de entrada de la especie, una interface para agregar modelos de cultivos individuales siempre y cuando tengan el mismo diseño e interface, un módulo meteorológico y un módulo que se encarga de la competencia por la luz y el agua por parte del suelo, las plantas y la atmósfera. Asimismo, está diseñado para ser incorporado a distintos paquetes de aplicaciones, desde aquellos que ayudan al investigador a adaptar y evaluar los MSC hasta aquellos que operan el DSSAT/CSM a fin de simular la producción a través del tiempo y el espacio con diferentes propósitos.

El CIAT ha desarrollado aplicaciones del modelo DSSAT para la modelación de distintas variedades de frijol (Cabrera, Santander, Colombia); para la determinación de opciones de siembra de maíz en la Sierra del Perú; para la modelación del efecto de eventos extremos de sequía en Colombia; y para la modelación de posibles estrategias de adaptación en Centro América.

### **Modelo ApSIM**

El crecimiento del cultivo se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta G = R_{int} \times \varepsilon \times \min(F_r, F_n, F_{vpd}) \times F_w$$

donde  $\Delta G$  es el crecimiento diario,  $R_{int}$  es la radiación solar interceptada a diario ( $MJ/m^2$ ),  $\varepsilon$  es la eficiencia en el uso de la luz ( $g/MJ$ ), y  $F_T$ ,  $F_N$ ,  $F_{VPD}$  y  $F_W$  son modificadores del crecimiento según la temperatura, el nitrógeno, el déficit de presión de vapor y el suministro de agua del suelo, respectivamente.  $R_{int}$  se calcula utilizando la cubierta de la corona, la superficie foliar y la suposición de una extinción de luz exponencial.  $F_T$  y  $F_{VPD}$  se basan en la temperatura diaria promedio y en el déficit de presión de vapor.  $F_W$  se calcula como la proporción demanda:oferta del agua del suelo.

A diferencia de otros módulos APSIM,  $\varepsilon$  es la eficiencia del uso de la luz de una planta completa (incluidos sus órganos aéreos y subterráneos). Como resultado, el crecimiento diario tiene que ser repartido entre el follaje, las raíces, la estructura aérea y la estructura subterránea. Las reglas que rigen esta repartición son descritas por dos mecanismos principales: la variación en la proporción raíz-vástago y la fracción estructural del crecimiento aéreo.

Se ha encontrado que el estrés causado por la deficiencia de recursos subterráneos, como el agua y los nutrientes, con frecuencia incrementa la proporción raíz: vástago. En este módulo, el usuario puede determinar el grado en que el aumento en la intensidad del estrés puede incrementar la proporción del crecimiento diario que se destina al crecimiento subterráneo. Este crecimiento adicional de las raíces entonces ayuda a la planta a acceder a los recursos que escasean, dependiendo de la forma en que el APSIM esté configurado (por ejemplo, si utiliza el balance hídrico APSIM-SWIM, donde la densidad de la longitud de las raíces afecta su captación de agua). En la actualidad, es posible utilizar el suministro de agua del suelo, el contenido de esta agua y el contenido de nitrógeno de la planta para alterar la proporción raíz: vástago de las plantas.

La repartición del crecimiento de los órganos aéreos cambia durante todo el ciclo de crecimiento de las plantas. El resultado es la alometría con frecuencia uniforme que se observa en las plantas. El módulo de crecimiento permite al usuario especificar la forma en que la fracción del crecimiento aéreo que es destinada a la estructura cambia según el tamaño promedio de la planta. Por ejemplo, las plantas pequeñas destinan más fotosintatos al follaje que las grandes, lo cual refleja la necesidad que tienen de establecer un dosel para poder competir con otras plantas gracias a un mayor crecimiento estructural o de su altura.

Estas dos reglas de la repartición son evaluadas a diario. El modelo luego calcula, de forma retrospectiva, la repartición entre las hojas, las raíces y la estructura a fin de conservar las proporciones raíz: vástago y crecimiento: estructura.

El crecimiento de la superficie foliar se calcula según el crecimiento foliar y con base en un área foliar específica. De igual manera, en los cálculos de la longitud de las raíces se utiliza una longitud específica, en la que la longitud de las raíces es repartida en el espacio según la oferta y la demanda tanto de agua como de nitrógeno.

El CIAT ha desarrollado aplicaciones del modelo APSIM para la modelación del pastos de atura en Colombia.

### **Ventajas y desventajas de los modelos de cultivo basados en procesos**

Algunas ventajas y desventajas de esta familia de modelos de cultivo son las siguientes:

- **Ventajas.** Incluyen muchas variables y con un gran nivel de detalle; alto nivel de precisión; son muy específicos en cuanto a variedades y especificidades locales; se pueden evaluar opciones de manejo de cultivos en diferentes localidades; pueden utilizarse para evaluar alternativas de adaptación; generan información sobre productividad de los cultivos; y pueden considerar la variabilidad climática.
- **Desventajas.** Son muy demandantes en términos de información (la información generalmente es una limitante); son difíciles de interpretar; demandan una capacidad de procesamiento muy alta; su operación exige un alto nivel de formación; el proceso de validación es exigente; tienen poca demanda entre funcionarios públicos (técnicos).

## **6. Estado actual del uso de modelos de cultivos para el análisis del impacto del cambio climático sobre la agricultura**

A partir de la revisión de la literatura disponible y de la consulta a expertos de CCAFS, así como de sondeos realizados en Colombia, Nicaragua y Perú y entre los institutos nacionales de investigación agrícola y de otros interesados directos, se hizo un ejercicio para determinar el nivel de conocimiento de los distintos modelos biofísicos disponibles para analizar el impacto del cambio climático sobre los cultivos. Los cuadros y gráficos siguientes presentan algunos de los resultados obtenidos.

El cuadro 1 indica que entre los modeladores del Programa Decision and Policy Analysis (DAPA) del CIAT los modelos más conocidos y utilizados son los modelos estadísticos, seguidos por los modelos mecanísticos. Los modelos de nicho, por el contrario, son poco utilizados.

**CUADRO 1**  
**USO DE LOS MODELOS EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE ENTRE LOS MODELADORES DAPA-CIAT**  
*Número de modelos utilizados*

Modelos de nicho	Estudios	4
	Países	5
Modelos estadísticos	Estudios	15
	Países	15
Modelos mecanísticos	Estudios	8
	Países	5

Fuente: CCAFS/CIAT.

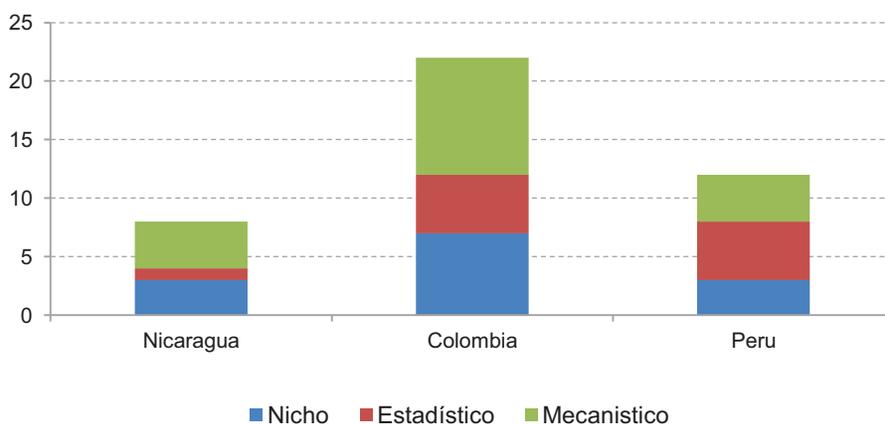
El cuadro 1 indica que entre los modeladores del Programa Decision and Policy Analysis (DAPA) del CIAT los modelos más conocidos y utilizados son los modelos estadísticos, seguidos por los modelos mecanísticos. Los modelos de nicho, por el contrario, son poco utilizados.

Los gráficos 1 y 2 presentan los resultados de la búsqueda por modelo de cultivo empleado en los estudios encontrados en Nicaragua, Colombia y Perú para estimar el impacto del cambio climático en la

agricultura. En este caso los modelos más utilizados son los mecanísticos (Colombia y Nicaragua), seguidos por los modelos de nicho. Los modelos de estadísticos son poco utilizados, excepto en Perú. Y entre los modelos específicos, el más utilizado es DSSAT, seguido por Ecocrop, Aquacrop, los modelos econométricos y MaxEnt. Los demás modelos son poco utilizados o no utilizados del todo.

**GRÁFICO 1**  
**NÚMERO DE ESTUDIOS QUE EMPLEAN MODELOS DE CULTIVO**  
**EN NICARAGUA, COLOMBIA Y PERÚ**

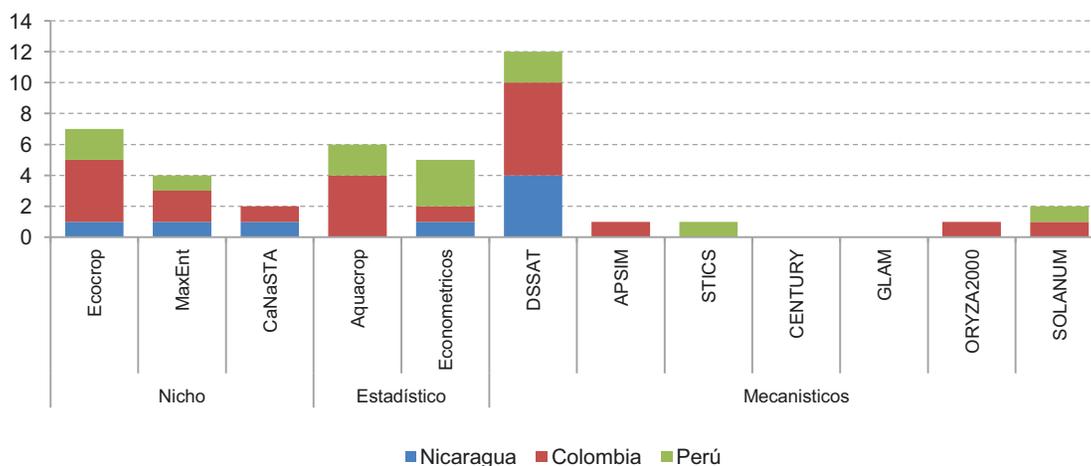
*Número de modelos, según tipo, por país*



Fuente: CCAFS/CIAT.

**GRÁFICO 2**  
**USO DE MODELOS DE CULTIVO (MODELO POR PAÍS) EN NICARAGUA, COLOMBIA Y PERÚ**

*Número de estudios*



Fuente: CCAFS/CIAT.

Otro sondeo fue realizado por el CIAT entre los asistentes a la reunión del proyecto AgMIP (Agricultural Model Intercomparisons and Improvement Project) celebrada en 2013 en Brasil, para recoger sus experiencias y la utilización de los modelos disponibles actualmente. A los encuestados se les pidió que identificaran los modelos que utilizan, así como los que conocen y los que no conocen. Se obtuvo 12 respuestas (5 del Perú, 2 de Argentina, Brasil y Uruguay y 1 de Bolivia). El modelo más conocido es

DSSAT (todos los 12 usuarios lo conocen), que también es el más utilizado (7 de los 12 usuarios). Le sigue en importancia AquaCrop (5 lo conocen y 3 lo utilizan). Nadie utiliza ni conoce los modelos CaNaSTA, GLAM y MaxEnt y solo hay dos personas que conocen EcoCrop. Los otros modelos para usos muy específicos (MaxEnt y EcoCrop) tienen un solo usuario.

El modelo DSSAT también resultó el utilizado en una encuesta realizada por Rivington y Koo (2010) a modeladores de simulación en todo el mundo. Ellos recibieron 122 respuestas de modeladores, de los cuales 115 usaban DSSAT.

## **7. Conclusiones**

Las principales deficiencias de los modelos disponibles de MCM son su falta de destreza y la lentitud con que mejoran. Es difícil observar mejoras marcadas en la destreza de los MCM, dadas las grandes inversiones requeridas para revisar los modelos y la lentitud con que avanza el entendimiento de los procesos dinámicos de la atmósfera. Tampoco ayuda la presión política que ejercen los escépticos del cambio climático.

Los conjuntos de modelos de simulación de cultivos, por otra parte, presentan problemas que son más superables, y que pueden ser abordados por iniciativas tales como AgMIP. Esos problemas incluyen, aunque no exclusivamente, la implementación de un balance energético factible y la representación universal de la respiración oscura y lumínica. En algunos modelos de la familia DSSAT, la representación de múltiples estreses no es implementada convincentemente.

El sondeo de AgMIPS revela que existe una inquietante falta de conocimiento entre los que practican la modelación en América Latina. Sorprende que solo un modelador conoce MAXENT y que nadie conoce CaNaSTA, dado que ambos son instrumentos valiosos para entender las probables respuestas al cambio climático de cultivos menos estudiados, tales como las frutas tropicales.

## **B. Comentarios**

### **1. José Eduardo Alatorre, Unidad de Cambio Climático, CEPAL**

La presentación del Dr. Tapasco permite tener una visión panorámica de distintos métodos disponibles para analizar los impactos del cambio climático, sus fortalezas y principales retos. Algunas preguntas que surgen de la presentación incluyen cómo se decide qué modelo utilizar y por qué se eligen ciertos modelos por sobre otros.

Es indudable la formación profesional de cada persona genera un sesgo claro; por ejemplo, dentro de los economistas algunos prefieren estadísticas, otros prefieren la narración y el análisis discursivo, y otros prefieren modelos. Si poner de acuerdo a profesionales del mismo sector ya es difícil, más complejo se vuelve cuando se debe trabajar en equipos multidisciplinarios. Hay que considerar las características del sector agrícola para la elección del modelo más apropiado para el análisis de los efectos del cambio climático. El precio de los productos agrícolas es una variable que puede considerarse para elegir un modelo cuando se tiene información sobre los mercados y los precios observados, ya que a partir de dicha información se pueden estimar ganancias o pérdidas. En ese sentido, realizar este tipo de análisis sería ventajoso, en comparación, por ejemplo, con el análisis de los servicios ecosistémicos o ambientales, donde hay mayores dificultades para la valoración al no haber un mercado claro.

Otro punto a destacar es que los rendimientos y la producción agrícola se correlacionan altamente con los insumos, pues debido a la variabilidad natural de climas y suelos hay agricultura en todas partes del mundo, y eso permite hacer análisis estadísticos para estimar rendimientos en base a variaciones climáticas, lo que es una ventaja en comparación con otros sectores. También se pueden hacer experimentos controlados, es decir, el sector agrícola tiene mucha información en potencia, aunque lamentablemente no quiere decir que los países de la región la tengan.

Sin embargo, también hay desventajas: los rendimientos agrícolas tienden a ser muy dependientes de la localidad, es decir, el tipo de clima y el tipo de suelo son muy importantes, al igual que la capacidad

de manejo en ciertos espacios y el tipo de cultivo, por lo que el análisis tiende a requerir desagregaciones para obtener una conclusión importante. Muchas veces la conclusión de un estudio no es aplicable a otro sitio, a otro cultivo, o al mismo cultivo en otro país. Otro problema de los análisis es que debe considerarse el efecto de la fertilización por las mayores concentraciones de CO<sub>2</sub> esperadas en la atmósfera, que propiciará un aumento de los rendimientos, y en un modelo es muy difícil separar dicho efecto para su análisis.

Considerando lo anterior se vuelve a la pregunta de cómo se puede elegir el modelo más adecuado para un país o un cultivo. Primero, se deben revisar los objetivos del modelo y su nivel analítico para ver cuáles son sus salidas o productos. Así, la pregunta a responder no es qué se quiere hacer, sino qué se quiere ver. De esta forma, existen enfoques diversos y muchos de los resultados pueden ser la distribución potencial de los cultivos, modelos de nicho, productividad potencial, selección de cultivos, cambio en los rendimientos, efectos sobre prácticas agrícolas, entre otros, o también pueden ser evaluaciones de las medidas de adaptación y de mitigación que se quieran aplicar, por ejemplo, para verificar cuáles son más efectivas. Se debe considerar que hay modelos más robustos que otros, pero que están orientados a ciertos tipos de análisis, y pueden o no ser adecuados a lo que se está buscando. El segundo punto importante es la disponibilidad de datos, de forma que dentro de la gama de modelos que se pueden aplicar para la pregunta de investigación que se tiene, habrá que determinar el más adecuado en función de los que se pueden aplicar con los datos que haya disponibles.

Otro aspecto a considerar es la “transparencia” de los modelos, o la posibilidad de revisar su funcionamiento y de hacer ajustes o calibraciones para ejercicios o analizar cultivos específicos. También es muy importante conocer la disponibilidad del modelo, si está liberado o si se debe pagar para usarlo. En caso de que sea de acceso gratuito hay que preguntarse si requiere una capacitación, si hay material para guiar la programación, si hay posibilidad de hacer preguntas, o existe una comunidad de soporte. En resumen, para elegir un modelo hay muchas preguntas que responder previamente, y de acuerdo con el tema presentado, los más sencillos de utilizar serían los modelos de nicho, le siguen en dificultad los modelos estadísticos, y los modelos basados en procesos serían los más complejos, que si bien entregan mucha información, también la demandan como insumo para entregar resultados fiables.

En el caso de los modelos estadísticos, que funcionan en base a información histórica, cabe preguntarse cómo se realizan análisis de cambio climático, si se están esperando condiciones que aún no existen, que no habrían ocurrido en el pasado o no se tiene registro de ellos. Esta condición limita mucho modelar comportamientos no lineales, por lo tanto es bueno que cuando se empiezan a ocupar los modelos, se inicie con los más sencillos. Por ejemplo, un modelo de nicho puede dar información general sobre los rendimientos esperados de papa; sin muchos datos se puede decir que los rendimientos disminuirían, sin dar datos exactos de rendimientos esperados. Sin embargo, con esa información se puede focalizar una pregunta de investigación en comunidades que son altamente dependientes de las papas, y en esos grupos aplicar un modelo más complejo o basado en procesos, y podría ser más fácil respecto de la información requerida, y se tendrían resultados fiables para comunidades puntuales, y se pueden proponer medidas de adaptación locales y específicas para diferentes comunidades. De esta forma, los modelos pueden ser complementarios, no es necesario elegir uno u otro, sino saber utilizarlos en distintas situaciones o escalas. Dependerá, también, del alcance que se quiera lograr, y del tiempo y equipo disponible para ello. Por ejemplo, las medidas llamadas “de adaptación suave” son decisiones administrativas, como cambiar las fechas de plantación, y permiten amortiguar los impactos esperados. Algunas de estas acciones sobrepasan el 100% de beneficios, es decir, que si se aplican es posible quitarse de encima el problema del impacto, y tener mejores rendimientos que en el caso original, sin necesidad de realizar grandes inversiones para ello. De esta forma, si se conocen casos exitosos realizados con modelos basados en procesos es buen darlos a conocer, y quedaría en el aire saber cuán extrapolables son estos aprendizajes para otros contextos regionales y otros tipos de cultivos.

Todos los modelos tienen fortalezas y debilidades, mientras más calibrados y regionalizados, más información se puede obtener y más enseñanzas se pueden recibir; sin embargo, su alcance será menor, no se podrán trasladar de una región a otra o de un cultivo a otro. Los modelos sólo proveen un indicador general de las tendencias probables asociadas a un nivel de incertidumbre, por lo que también es

necesario conocer los niveles de error o de incertidumbre de cada modelo para los análisis. En la elección del modelo entran las variables de para qué se necesita el modelo, cuál es el tipo de usuario final, a quién se quiere transmitir la información y qué información se quiere transmitir. Existe la tendencia, sobre todo en economía, de hacer las cosas más complejas por pensar que es mejor de esa forma, pero en las experiencias de análisis de cambio climático se ve que las reglas sencillas sirven: es mejor tener buenos datos y utilizar modelos relativamente simples, que tener malos datos y modelos muy complejos con los que no se pueda trabajar.

También debe tenerse en cuenta que los modelos regionales o nacionales pueden enmascarar los impactos locales, algo muy importante para regiones como América Latina y el Caribe, donde los impactos del cambio climático son muy heterogéneos entre los países, y dentro de cada país. Por ejemplo, si un modelo regional dice que en un país cierto cultivo bajaría su rendimiento en un 10%, puede ser porque en alguna zona dentro del país va a caer 30% y en otras va a aumentar un 5%, y para tomar buenas decisiones dentro de los países se necesita conocer esa heterogeneidad. La utilidad de los modelos viene de la mano con conocer sus fortalezas, sus debilidades y ser capaces de interpretar los rangos de incertidumbre con que operan. Cada país debe saber si un modelo es transferible entre países, cuántos especialistas se requieren para calibrar el modelo, qué variables ambientales se están utilizando, qué tan sensibles son los modelos ante calibraciones, y cómo se relaciona el modelo con el consumo de agua. Puede ser que un productor esté adaptándose a cambios, pero quizás está intensificando el uso del agua, lo que no será sostenible en el tiempo. En estos casos es útil contar con un modelo que permita hacer un análisis de sostenibilidad. Otro uso importante a considerar de los modelos es el de eventos extremos. Hace poco había fuertes críticas a los modelos de cambio climático porque se estaban subestimando los efectos catastróficos y los efectos sobre el stock y la biodiversidad. No se está estudiando —o modelando— qué efectos tendrá un cambio en la biodiversidad sobre el comportamiento de plagas o sobre el rendimiento de las mismas plantaciones.

Muchas son las variables a tener en cuenta para elegir y aplicar un modelo. En la CEPAL, la experiencia para analizar datos agrícolas se ha basado en análisis econométricos, pero con escasez de datos. Dado que siempre hay restricciones de tiempo para presentar los estudios, se decide por los modelos estadísticos, pues los datos de entrada son más fáciles de conseguir, sin embargo, al ver modelos como los de nicho, se ve que tienen muchas fortalezas y pueden ser muy útiles para análisis de vulnerabilidad y para la adaptación al cambio climático.

## **2. Enzo Benech, Subsecretario de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay**

Desde una posición política, como funcionario de gobierno, y con responsabilidades como poder ejecutivo del país para establecer normas, leyes y fiscalización, el tema de cambio climático genera un sentimiento ambiguo. Es innegable la importancia de la ciencia en el desarrollo de predicciones certeras, y todo un desafío, pero al ver que los escenarios son tan lejanos en el tiempo, vale la pena recordar que no es un fenómeno que vendrá, sino que ya se está viviendo hoy. La pregunta es cómo compatibilizar las preocupaciones y resultados científicos con situaciones reales, donde cada día cada gobierno toma medidas de acción concretas para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de su país. Cuando la FAO dice “20 millones de personas salieron de la pobreza”, hay que preguntarse cuántas quedan que aún viven con hambre. Cuando la CEPAL indica que 66 millones de personas están en situación de indigencia, esas personas no están pensando en el cambio climático al año 2100, están pensando en qué van a comer mañana. Entonces esa dualidad en las escalas temporales de acción y preocupación debe equilibrarse.

Es muy bueno que los investigadores piensen y adviertan sobre los efectos con anticipación, pero sin perder de vista el escenario actual de la población y sus necesidades al día de hoy. Los recursos que se invierten en estos temas también deben ser equilibrados en esa función. En ese sentido, los gobiernos tienen la responsabilidad de que las personas salgan hoy de la indigencia y tengan comida en su mesa el día de mañana, y ellos no van a tener responsabilidad sobre el cambio climático, porque este cambio se va a dar de todos modos.

En Uruguay la situación ha estado mejorando, se tienen bajos niveles de pobreza y se ha logrado disminuir la indigencia. Especialmente, se redujo en zonas rurales y es posible decir que hay muy pocas personas pasando hambre hoy, pero eso no significa que se pueda eludir la responsabilidad que se tiene como habitantes de la región, produciendo alimentos y distribuyéndolos cada vez mejor, al tiempo que se debe pensar en el cambio climático y los modelos disponibles para saber dónde y cómo mejorar. Los modelos usados en Uruguay son sencillos, y es posible que tengan errores en el uso de los datos o las estimaciones, pero también depende mucho de la información que haya en cada país. En Uruguay, que es un país relativamente pequeño, se tiene un trabajo fuerte de clasificar y ordenar la información disponible; sin embargo, es importante hacer notar que muchos países siguen teniendo información desperdigada y no estamos siendo capaces de utilizar la información disponible, de procesarla y convertirla en apoyo a la toma de decisiones para que las personas vivan mejor.

Entonces, desde el ámbito político más que del científico, se tiene la responsabilidad de pensar proporcionalmente, más en mañana que en el año 2100. Seguro que ninguno de los aquí presentes estará vivo a fines de siglo para ver los cambios del clima y contar si las decisiones tomadas fueron acertadas o no, pero para quienes están pasando necesidades hoy, es urgente tomar acciones ya. A veces se invierte mucho tiempo y recursos creando un modelo pensando en que servirá para el futuro, olvidando el presente. Hay que hacer las dos cosas. Se tiene esa responsabilidad y se tienen instituciones como CEPAL y como FAO y como todos los organismos de investigación para lograr este equilibrio. En Uruguay se aporta fuertemente a la innovación en tecnología, más que a la investigación —aunque sin desmerecerla—, porque la innovación es aquello que los productores y las empresas pueden apropiarse mejor, generando avances concretos para la sociedad. La investigación básica es muy importante, no puede haber innovación sin investigación básica, pero no puede ser un objetivo en sí misma, sino que debe estar ligada estrechamente a lo que los países y las personas necesitan.

### **3. Omar Pozo, Profesor-investigador, Universidad Pública El Alto, Bolivia**

Mi comentario sobre el tema en discusión tienen como marco de referencia el trabajo de los pequeños agricultores o productores familiares, con minifundio, producción en pequeña escala y que típicamente se presenta en regiones montañosas de Bolivia, en el altiplano o en otras regiones similares de países andinos, buscando que estos sean útiles a regiones y países de condiciones similares.

Las tendencias de respuestas que se han venido dando a nivel de pequeños agricultores muchas veces no coinciden con los resultados de los modelos. Los modelos dan muestras biofísicas de cómo será el futuro, pero sus resultados deberían ser integrados a las respuestas de los agricultores. Los modelos entregan información de aptitud climática, pero los agricultores reaccionan más frecuentemente a los cambios en el mercado que a los cambios en el medio natural, y obviamente dentro de estos, tratan de adaptarse y producir lo que se venda mejor; es decir, realizan un análisis económico más que un análisis climático. Por ejemplo, en los trabajos de investigación y consultorías realizadas en Tahuapalca se evidencia que las características del medio lo harían un buen lugar para la producción de frutales y que podrían desarrollarse excelentes sistemas agroforestales; sin embargo, la zona tiene un minifundio marcado y como resultado los agricultores han cortado o eliminado los frutales para aprovechar al máximo el terreno con producción hortícola intensiva, que les proporciona mejores resultados económicos, pero con lo que se pierde el potencial de una producción mixta interesante. Otro ejemplo se da en el altiplano sur de Bolivia, en el límite con Chile, en donde la agricultura intensiva no es una opción porque los suelos son pobres y hay poca cobertura vegetal con altos riesgos de desertificación. En el pasado se desarrollaba labranza mínima sin retirar la cobertura, cultivando en laderas y micro cuencas; sin embargo, con el incremento de la temperatura y el mejoramiento de ciertas condiciones de producción, los agricultores ahora están utilizando tractores y producen quinua a nivel intensivo, lo que se debe, obviamente, al precio favorable que este producto tiene en el contexto económico actual.

El segundo comentario tiene que ver con la adaptación. Las medidas de adaptación en Bolivia por parte de los agricultores se han venido adoptando desde 1983 y 1985, período en que se presentó el fenómeno El Niño con mucha intensidad. Eso indica que los productores tienen mucha experiencia que

aportar y que no debe descuidarse el levantamiento participativo de las acciones que ya se han realizado. Es posible decir que los agricultores se han adaptado a condiciones nuevas y han sabido prepararse. Por ejemplo, eventos de El Niño posteriores a los años mencionados han ocurrido, muy intensos, pero han sido mejor soportados por los agricultores, porque ya han mostrado una adaptación en ese sentido. En una situación hipotética, si se hubieran hecho estudios en 1983-1985 proyectando resultados al año 2010 es muy probable que los resultados no habrían sido serían coincidentes con lo que se dio; es decir, lo que los modelos hubieran recomendado no estaría en línea con lo que se tienen en la actualidad. Hay distintos factores que cambian el panorama general de vulnerabilidad y adaptación: la apertura de un puente, la subida del precio de un determinado producto como la quinua o la carne de llama pueden ser tanto o más determinantes, para la producción, que cambios en el clima.

Un tercer punto a tomar en cuenta es la determinación de los costos de producción. En los pequeños agricultores se han evidenciado costos ocultos que permanentemente han ido subsidiando el estilo de vida urbano, en muchos casos esos mismos factores obligan a los pequeños agricultores a tomar decisiones poco sostenibles, pero que responden mejor a sus necesidades insatisfechas. Al conversar con pequeños agricultores, mencionan que el precio de muchos de sus productos no se ha modificado en años, por ejemplo desde 1985 a la fecha ha habido pocos cambios de los precios a nivel local; sin embargo, en la ciudad, a nivel de los centros de consumo los cambios han sido grandes, entonces hay que preguntarse quién se está beneficiando con esta diferencia en la variación de precios, evidentemente son los intermediarios, no son los pequeños productores.

En resumen, los valiosos resultados de los modelos biofísicos deben necesariamente integrarse con un seguimiento local, departamental y nacional de las respuestas sociales y económicas de los agricultores, para que realmente sean una herramienta que apoye la toma de decisiones acertadas, y que guíe mejor las acciones derivadas de políticas productivas. En todos los casos, es necesario que los sistemas de extensión agrícolas sean dinámicos para atender las demandas de los agricultores, porque ante un problema o un cambio, ellos van a buscar su camino para subsistir, sea este camino sostenible o no.

#### **4. Eugenio Figueroa, Profesor-Investigador, Universidad de Chile**

Desde la perspectiva de la investigación del área de economía, los comentarios siguientes se refieren más a dimensiones económicas y políticas que a asuntos específicos de la modelación.

El primero es que el cambio climático, como se mencionó en otras sesiones, es un problema económico. Pero el qué hacer es, básicamente, un problema de políticas. Las herramientas disponibles son las típicas de costo/beneficio: se tienen pocos recursos y se debe decidir qué hacer con ellos, para lo cual deben revisarse los posibles caminos a tomar y cuáles son los costos de cada uno, los beneficios que ofrecen, y elegir los mejores, aquellos que tienen un beneficio más alto. Esto es un problema que los economistas saben hacer bien; sin embargo, la solución al problema no la entregarán los economistas, la solución es multidisciplinaria.

La modelación es importante si se quieren tener los elementos fundamentales para analizar lo que está pasando y lo que va a pasar, para analizar los contextos que se presentan, entender las preguntas que deben hacerse y buscar las respuestas que sean necesarias. Sin modelaciones es difícil tener materia prima de buen nivel para obtener buenos productos finales. Sin modelación no será posible imaginar qué situación se espera en el futuro; por lo tanto, los modelos, las ciencias y la técnica aplicada son muy importantes para poder entender cómo están encaminadas las soluciones al problema que aquí se analiza, y poder juntar las posibles respuestas desde diferentes disciplinas como las ciencias naturales exactas, con la economía, sociología y ciencias sociales. Los modelos dan respuesta a preguntas específicas; si se tienen distintas preguntas, se pueden utilizar distintos modelos para resolverlas, pero todos ellos necesitan información de calidad para entregar respuestas de calidad.

Uno de los grandes problemas que existen en las ciencias, en las universidades y centros de investigación de los países, es que no se cuenta con información adecuada para usar los modelos. Muchas veces la investigación ha sido producida con recursos públicos, pero no está disponible para los investigadores, precisamente, porque la burocracia del sistema público, de los gobiernos, no las hacen disponibles, porque “información es poder” y se esconde a la ciencia. Esta responsabilidad es de los

gobiernos, que deben eliminar este tipo de decisiones, porque el tiempo se acaba para usar la información y definir y ejecutar las medidas que requiera cada país para enfrentar el cambio del clima. Por otra parte, los recursos que se ponen a disposición de la investigación son deficitarios. Latinoamérica ha ido creciendo en capital humano, pero los países no proporcionan recursos para utilizar dicho capital.

Por último —y por responsabilidad científica y académica— se debe mencionar la urgencia del cambio climático. No es un problema de 100, 70 o 50 años más adelante: es un problema de hoy, está aquí y lo estamos viviendo. Sabemos que en el altiplano los agricultores están tomando medidas, respondiendo a cambios del mercado o a lo que deban responder por un tema de supervivencia. El problema es que los mercados no incorporan en la definición de precios el problema del cambio climático, ni todas las externalidades que en ellos se producen, o en las industrias, o en la misma agricultura. Por lo tanto, las soluciones que esos productores están tomando están orientadas a resolver su problema de escasez temporal, pero en ningún caso van a dar solución al problema del cambio climático.

La urgencia del cambio climático es inmensa. Acaba de salir el primer avance del último reporte del IPCC; y todo lo que ese informe dirá es que “el cambio climático está aquí, existe y es producido por los hombres”. Un mensaje que el IPCC viene entregando en todos los reportes anteriores. La salida de este informe coincide con lo que uno de los más grandes científicos del cambio climático dijo 25 años atrás, en junio de 1988, en el congreso de Estados Unidos. Se trata de James Hansen, quien dijo en ese momento que con un 99% de certeza *el cambio climático es real, está ocurriendo y va a tener consecuencias muy graves en el futuro si no es abordado desde hoy*.

La pregunta, entonces, es ¿por qué no lo estamos haciendo? Se sabe que hay muchos intereses relacionados con la quema de combustibles fósiles (es bien sabido por los economistas) y se esconde información científica disponible respecto de lo que significa el cambio climático. Hace algunos días, cuatro de los más grandes científicos reconocidos mundialmente<sup>3</sup>, con publicaciones en las mejores revistas del mundo, entregan una carta diciendo “*si no se desarrollan e implementan soluciones de reactores atómicos para solucionar el problema de energía en el mundo, el mundo no será capaz de enfrentar las catástrofes que puede significar el cambio climático*”, Y lo dicen a pesar de la gran discusión que hay sobre los problemas de la generación de energía atómica, indicando que se deben desarrollar reactores rápidamente y de manera segura. ¿Para qué? Para que haya tiempo suficiente de reaccionar al cambio climático. Otros científicos dicen que los modelos de cambio climático, incluso aquellos que informan al IPCC no toman en cuenta las retroalimentaciones que existen al interior del clima en el mundo, de modo que los impactos proyectados podrían acelerarse extremadamente en los próximos años. Los científicos y economistas serios, que están pendientes de este tema, creen que las capacidades mundiales para reaccionar al cambio climático podrían ser de no más de una década, o dos décadas como máximo. Es decir, el problema es hoy, no mañana, y el llamado al uso de reactores nucleares es para ganar esos 20 años, para tener tiempo de reaccionar.

El problema es muy serio, muy grave, y conlleva un problema de política muy grande. Los políticos en el mundo tienen un horizonte que no va más allá de la próxima elección; por lo tanto, si no reaccionan la humanidad, los ciudadanos, las personas comunes y corrientes, es muy difícil esperar que una solución salga de la esfera política. Y allí es donde la academia o quienes estamos en organismos internacionales y organismos que tienen ciertas libertades de los poderes políticos y cierta “capacidad para hablar” públicamente, hagan valer sus voces de aquellos que están advirtiendo lo que está por venir en el mundo.

## C. Discusión

Se discutió, principalmente, respecto del uso final de los resultados proporcionados por los modelos, sobre los productos que se generan y el aprovechamiento real por parte de los tomadores de decisiones y por parte de los productores y gremios agrícolas.

---

<sup>3</sup> Los científicos son James Hansen, ex científico de la NASA; Ken Caldeira, de la Institución Carnegie; Kerry Emanuel, del Instituto de Tecnología de Massachusetts; y Tom Wigley, de la Universidad de Adelaida en Australia (NE).

La discusión abarcó los siguientes temas:

**Comparación y utilidad de modelos.** *A priori* no existen modelos mejores que otros. Cada modelo tiene sus particularidades y no es posible recomendar uno u otro sin saber qué es lo que se quiere investigar. Hubo coincidencia en que las modelaciones son una ayuda, pero no puede esperarse que abarquen —o modelen— todos los problemas de la agricultura. Los modelos no toman decisiones, sólo dan insumos e información a los tomadores de decisión. Generalmente, la modelación sirve en contextos en que existe mucha información y para ‘áreas muy extensas; pero en situaciones locales se debe trabajar con la gente, aprovechar toda la riqueza de conocimiento cultural y particular.

**Uso de los modelos globales de clima.** En la región se utilizan la mayoría de Modelos de Circulación Global, que son los modelos utilizados para hacer modelamiento global del clima. El procedimiento típicamente consiste la construcción de un “modelo de ensamble” que entrega una imagen o resultado “promedio” del resultado de los modelos considerados.

Otra alternativa es utilizar el modelo que mejor haya replicado el clima de la región en los últimos años. Una alternativa combinada—aplicada por el CIAT— es revisar cómo distintos modelos han representado el clima de los últimos 20 años y excluir los que estén arrojando resultados muy alejados de los datos reales, o aquellos que tengan desviaciones o errores muy grandes respecto de lo observado. Con los modelos restantes se hace el modelo de ensamble, y ese modelo combinado se utiliza para entregar los resultados. Respecto de resultados y protecciones, se recomienda no informar valores puntuales, sino indicar que las proyecciones tienen rangos probables dentro de un máximo y un mínimo. Es importante que los destinatarios de la información y los tomadores de decisiones comprendan que existe un rango proyectado y que deben ejecutarse acciones que apunten a esos rangos. Lo importante es que muchas veces los rangos encontrados no son tan amplios como se podría esperar; es decir, la variación esperada en los ejercicios de modelación es bastante acotada desde el punto de vista de la agroclimatología. De esta forma se manejan mejor los factores que añaden incertidumbre a las proyecciones.

**Los usuarios de los modelos.** También se discutió sobre quién debe manejar los modelos, si es el investigador, el tomador de decisiones, los políticos, los productores, o los extensionistas que trabajan directamente con los agricultores. El hasta dónde y hasta quién deben llegar los modelos es una discusión amplia en la que intervienen múltiples factores. Por ejemplo, quizás los funcionarios públicos no requieren conocer el detalle de los modelos y saber cómo utilizarlos; pero sí es muy positivo que puedan comprender cómo funcionan, para qué sirven, qué resultados pueden entregar, e identificar sus fortalezas y debilidades.

**La comunicación de los resultados del modelamiento a los productores.** Un aspecto relacionado es el de las acciones necesarias para comunicar, informar y capacitar a los gremios agrícolas y a los agricultores, que son quienes realmente toman decisiones de producción. Al respecto se destacaron situaciones que reflejan distintos problemas para acercarse adecuadamente los productores. Por ejemplo, una experiencia en Colombia en la que los investigadores les entregan a los agricultores información que ellos (los investigadores) consideran relevante, pero que no es percibida como tal por los agricultores. Cuando se le pregunta a los productores sobre qué tipo de información o herramientas necesitan, a veces son cosas sencillas de construir, al punto que los investigadores no las tienen en consideración porque piensan que son triviales, que no son importantes. Pero en el ejercicio de interactuar con los agricultores los investigadores se dan cuenta de qué es lo que realmente le interesa a aquellos; y eso permite entregar información y herramientas más pertinentes.

Otro ejemplo surge de la experiencia de un proyecto de la CEPAL con PNUMA sobre impactos del cambio climático en la agricultura en Colombia, Ecuador y Perú. Los investigadores hicieron análisis de impactos y encontraron que uno de los grupos más afectados eran los productores pequeños y más pobres. Se solicitó a los gobiernos el contacto y apoyo para compartir los resultados del estudio con este grupo, para conocer su opinión sobre los resultados, conocer sobre su diario vivir, si han tomado medidas para adaptarse a situaciones de cambio, o qué acciones identifican como factibles. Los gobiernos sugirieron reunirse con organizaciones y gremios productivos, que no necesariamente correspondía al grupo objetivo

de productores más pequeños y vulnerables, lo que dejó en evidencia que este grupo de productores no siempre tiene una organización de representación, o un interlocutor más directo con los políticos y tomadores de decisiones. Hacer los talleres de discusión con los habitantes locales fue un reto enorme, porque fue necesario buscar en cada zona a un interlocutor o informante que conociera a los grupos de productores objetivo y fuera capaz de convocarlos. El aprendizaje de esta experiencia es que se deben fortalecer las organizaciones y los medios de comunicación de todos los productores, de todos los tamaños y condiciones, para que sus intereses y necesidades estén representados y se logre una mejor participación en proyectos de alcance nacional o multinacional.

Otro tema interesante en materia de comunicación es identificar los medios más apropiados para las diferentes zonas. Por ejemplo, los productores usan bastante la radio, una alternativa que los investigadores no siempre contemplan. También hay un creciente número de productores que tienen teléfonos celulares y acceso a tecnología, que si bien no es la de punta, resulta de utilidad. Otra forma de comunicarse es llegar a las personas que son líderes, a las personas que los productores escuchan y respetan; por ejemplo, el sacerdote de la parroquia local suele ser una autoridad en todo aspecto, y un investigador o político quizás no se imagina que ellos son la autoridad con la que hay que dialogar. Entonces, el tema de comunicar adecuadamente los resultados de investigaciones y modelos es muy amplio, tiene muchos factores que considerar y debe ser parte de todos los proyectos e intervenciones en el campo.

**Romper la brecha de comunicación entre investigadores y tomadores de decisiones.** El problema de la brecha comunicacional no se restringe a los investigadores y a los productores agropecuarios. Otro tema pendiente es la “traducción” de los resultados de los modelos desde quienes los operan hacia los tomadores de decisiones: cómo se transmite la información compleja a un lenguaje que permita romper la brecha comunicacional entre los tomadores de decisiones y los científicos. Para ayudar a resolver este problema, en el CIAT se ha creado un área de análisis de política en ciencia, que busca que la generación de información útil pueda ser analizada y comunicada para que tenga un impacto, para asegurar de que esa información llega a los usuarios finales.

También cabe preguntar a quién le corresponde construir este puente, quién es el responsable de cerrar esta brecha de comunicación. Muchas veces se diseñan talleres y se organizan capacitaciones para mostrar resultados o para enseñar tal o cual modelo; sin embargo, se ha visto que estas actividades son menos eficientes de lo que se pensaba.

A menudo sucede que se hacen talleres para aprender a utilizar un modelo; los participantes comienzan a repetirse y los modelos siguen sin utilizarse. Entonces hay un problema de traspaso de información que no se resuelve sólo haciendo talleres. Se requiere una estrategia más robusta y efectiva. Para abordar este problema, en un convenio del CIAT con el Ministerio de Agricultura de Colombia, una de las áreas de trabajo busca acercarse a los gremios para que conozcan los modelos, sus resultados y la forma en que pueden utilizarlos. Eso ha sido un desafío y un aprendizaje para los investigadores, pues implica aceptar que el lenguaje técnico puede no ser el más apropiado en todas las esferas del sector agropecuario. Esto evidencia la desconexión que existe entre la investigación y las necesidades de los usuarios. A veces se investiga desde las necesidades que los científicos identifican, que no necesariamente coinciden con lo que se preguntan quienes toman las decisiones.

**Financiamiento para la modelación.** Se discutió también sobre el financiamiento disponible para el desarrollo de herramientas y para ejecutar o ajustar esas herramientas y modelos y transferirlas a los agricultores, instancias de capacitación o a los gobiernos locales. El CIAT tiene la política de trabajar con herramientas de libre acceso cada vez que desarrolla un proyecto o se le solicita un estudio. Se trabaja especialmente en la plataforma R, para que todos los *script* sean de fácil uso para cualquier persona. Actualmente se está capacitando a los gremios para que mejoren su entendimiento de cómo funcionan los modelos y de cómo interpretar sus resultados, aunque obviamente los modelos más complejos siguen siendo de uso restringido. Por ejemplo, el CIAT utiliza información que a menudo es proporcionada por los gremios (e.g. sobre fincas, productores, lotes con nivel de producción, manejo, entre otros), la procesa con herramientas desarrolladas en R que sean de libre acceso y luego le muestra a los gremios qué cosas pueden analizarse con ellas. Esto permite que los agricultores puedan ingresar sus datos y comparar sus

manejos y rendimientos, por ejemplo, a través de una plataforma donde pueden buscar productores de otras regiones con las mismas condiciones de suelo y clima y comparar sus rendimientos y diferencias. Este tipo de herramienta busca cerrar la brecha productiva, pero también es útil para afrontar el cambio climático, porque se pueden revisar acciones de adaptación que los productores en distintas partes del país han desarrollado para afrontar los fenómenos extremos asociados al clima.

## Bibliografía

- Jones, J.W., Hoogenboom, G., Porter, C.H., Boote, K.J., Batchelor, W.D., Hunt, L.A., Wilkens, P.W., Singh, U., Gijsman, A.J. and Ritchie, J.T. (2003). The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy* 18:235-265.
- Lizaso, J.I., W.D. Batchelor, K.J. Boote, and M.E. Westgate. 2005a. Development of a leaf-level canopy assimilation model for CERES-Maize. *Agronomy Journal* 97:722-733.
- Lizaso, J.I., W.D. Batchelor, K.J. Boote, M.E. Westgate, P. Rochette, and A. Moreno-Sotomayor. 2005b. Evaluating a leaf level canopy assimilation model in CERES-Maize. *Agronomy Journal* 97:734-740.
- Lizaso, J.I., Boote, K.J., Jones, J.W., Porter, C.H., Echarte, L., Westgate, M.E. and Sonohat, G. (2011). CSM-IXIM: A new maize simulation model for DSSAT version 4.5. *Agronomy Journal* 103:766-779.
- Ramirez-Villegas, J., Challinor, A.J., Thornton, P.K. and Jarvis, A.(2013a). Implications of regional improvement in global climate models for agricultural impact research. *Environmental Research Letters* 8:024018 (12pp) doi:10.1088/1748-9326/8/2/024018.
- Ramirez-Villegas, J., Jarvis, A. and Läderach, P. (2013b). Empirical approaches for assessing impacts of climate change on agriculture: The EcoCrop model and a case study with grain sorghum. *Agricultural and Forest Meteorology* 170:67-78.
- Schlenker, W. and Roberts, M.J. (2009). Nonlinear temperature effects indicate severe damages to U.S. crop yields under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106(37):15594-15598.
- Tukey, J.W. (1977). Exploratory data analysis. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing
- Washington, R. (2012). Part 4. Progress in Climate Science Modelling: A Look Forward. In: *Climate Change in CCAFS Regions: Recent Trends, Current Projections, Crop-Climature Suitability, and Prospects for Improved Climate Model Information*. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Available at: [www.ccafs.cgiar.org](http://www.ccafs.cgiar.org).

### **III. Economía de la adaptación de la agricultura al cambio climático: dónde estamos y retos pendientes**

---

La presentación principal estuvo a cargo de Milagro Saborío, del Programa de Investigación en Desarrollo, Economía y Ambiente del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y profesora en la Escuela de Economía de la Universidad de Costa Rica.

Participaron como comentaristas:

- Walter Oyhançabal, de la Unidad Agropecuaria de Cambio Climático de Uruguay y miembro del Consejo Agropecuario del Sur (CAS);
- José Luis Zambrano, Director de Investigaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador;
- Oscar Melo, Académico de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile; y
- Marta Villegas, Directora de Planificación Sectorial Agropecuaria del Ministerio de Agricultura de Costa Rica.

La sesión fue moderada por Laura Meza, de la FAO.

#### **A. Presentación principal, Milagro Saborio, CATIE**

##### **1. Motivación**

La presentación está enfocada en los pequeños agricultores y también desde lo que en términos generales podemos llamar agricultura familiar. No está muy pensada desde el punto de vista de la agricultura comercial o de gran escala, la de las grandes extensiones. Sigue un enfoque muy en línea con el ámbito de trabajo del CATIE, la institución a la que represento este evento.

Yo creo que es obvio —ustedes podrán estar de acuerdo o no conmigo en esto— que la agricultura es una actividad que depende completamente del clima. Siempre ha sido así, al menos hasta ahora. La esencia del trabajo de los agricultores, sobre todo de los pequeños, es adaptarse al clima continuamente, escoger semillas, escoger variedades, decidir que sembrar en un lugar o otro, cómo combinar los cultivos. Ese ha sido su trabajo desde siempre.

Lo que está pasando ahora con el cambio climático es que algunos de esos procesos de cambio en el clima se están dando más rápido, comparado con la capacidad natural que siempre han tenido los agricultores para adaptar sus sistemas productivos. Y los cambios en muchos contextos superan la capacidad de adaptación natural de las especies que como humanos hemos logrado domesticar para obtener nuestra alimentación.

El segundo factor es muy importante —y tiene que ver con la forma en que está organizada la presentación— es el tema de cuál va a ser la magnitud y la distribución espacial del impacto del cambio climático en la agricultura. En ese contexto quiero traer más al frente las decisiones de los agricultores. Si nosotros supiéramos exactamente lo que va a pasar y les diéramos esa información a los agricultores, ellos van a reaccionar haciendo una cosa y no otra. Van a tomar decisiones con esa información, van a decir “si va a pasar esto, entonces yo debiera estar haciendo esto otro”. Por supuesto no sabemos exactamente qué es lo que va a cambiar, pero los agricultores están percibiendo continuamente los cambios en el clima y en sus sistemas productivos y están reaccionando ante dichos cambios.

Como sabemos el cambio climático giran en torno a dos grandes temas, que son la mitigación y la adaptación. A veces coinciden, en el sentido de que algunas medidas de adaptación sirven para la mitigación, pero creo yo que es importante entender de dónde viene cada una de estas dos respuestas.

Desde mi punto de vista la parte de adaptación viene directamente desde las personas que están siendo impactadas por el cambio climático; la adaptación se refiere entonces a sus reacciones y las reacciones de los gobiernos y de las instituciones frente a los impactos directos del cambio climático, como son los cambios en temperaturas y en precipitación, y sus efectos, por ejemplos, en términos de cambios en el ciclo fenológico y en ciclos de sequías. Entonces, en ese sentido adaptarse es simplemente la acción de reaccionar. Y las reacciones pueden venir desde una experiencia previa, pueden darse dentro del mismo sistema, o pueden darse de manera más espontánea. De allí derivan cuatro preguntas que me parece organizan la discusión sobre adaptación en la agricultura. Primero, ¿a qué se adaptan los agricultores? se adaptan al cambio climático, a la variabilidad climática o una combinación de ambos. Segundo, ¿quién se adapta? son los hogares agrícolas, los agro-eco-sistemas, las comunidades, las cuencas, los países; yo creo que hay adaptación en todos esos niveles. Tercero, ¿cómo ocurre la adaptación? ocurre de manera espontánea, como una medida preventiva, como reacción después de que ocurre un cierto shock importante. Y cuarto ¿qué puede hacerse desde el ámbito de las políticas públicas para apoyar la adaptación? aspecto que implica desarrollar una visión de cómo debería de ser la adaptación. Este último tema no lo voy a tocar mucho en esta presentación, pero es un tema también muy interesante.

La presentación está organizada alrededor de cuatro grandes temas: las siguientes dos secciones presentan una revisión de enfoques económicos sobre economía de la adaptación y en ellas se revivan, respectivamente, enfoques macroeconómicos y microeconómicos; la tercera sección se refiere a la adaptación de la agricultura y los ecosistemas, sobre todo con externalidades que la adaptación en sí misma produce o que tiene potencial para producir; y finalmente se presentan algunos retos pendientes.

## **2. Enfoques macroeconómicos**

En este tipo de enfoques se considera a la agricultura en el agregado y las preguntas lógicas que deben guiar el análisis me parece son dos. Primero, ¿cuál es el impacto del cambio climático en la producción de cultivos agrícolas? o sea, de alguna forma quisiéramos saber qué tipo de problema vamos a tener en el año 2050 o 2100 como resultado del cambio climático. Por ejemplo, vamos a tener un problema porque no tendremos suficiente trigo, o suficientes papas, y así por el estilo; y eso de manera muy agregada, a nivel global o de países, pero es una visión agregada de qué es lo que se va a estar produciendo y cuáles podrían ser las nuevas tendencias que se van a dar con respecto a la producción de alimentos.

La segunda pregunta tiene que ver con la distribución de los cultivos agrícolas en sí. Por ejemplo, podemos tener menos trigo en un país y más trigo en otro país, menos papas en lugar y más papas en otro lugar, etc.; eso va a cambiar los flujos de comercio. Y puede cambiar también todo lo que los agricultores ahora están haciendo ahora, pues tal vez ya no tengamos agricultura en un cierto país como la tenemos en la actualidad.

Generalmente este tipo de preguntas han sido analizadas por medio de lo que se llama un *enfoque ricardiano*. Se le denomina ricardiano pues deriva de la conceptualización de David Ricardo, a principios del Siglo XIX, sobre las rentas de la tierra en un modelo de equilibrio general en el cual se supone que la mayor parte de las variables incluidas se pueden ajustar a través del tiempo.

El enfoque ricardiano es en cierta forma un híbrido. La idea es modelar directamente las ganancias o el valor de la tierra, las cuales pueden ser directamente de los hogares agrícolas (o sea, la unidad de análisis pueden ser hogares agrícolas), de los cultivos (o sea, la unidad de análisis puede ser un cultivo que se produce en un determinado lugar), o de un agregado geográfico. Entonces se busca entender cómo esas ganancias son afectadas por variables climáticas tales como temperatura, precipitación, cantidad de días con la temperatura por encima o bajo cierto valor, entre otras. Se trata de relaciones no lineales entre las ganancias y las variables climáticas.

El objetivo del modelo es entender lo que podría pasar a futuro, en un período muy largo de tiempo, a partir del análisis de lo que ha pasado anteriormente y del conocimiento de cómo la distribución de la agricultura actual refleja una cierta distribución de variables climáticas. Se podría así predecir lo que puede pasar a futuro cuando los agricultores o la agricultura se muevan hacia los nuevos lugares óptimos.

El modelo supone que los productores entran y salen de la producción agrícola y que el mercado de tierras se ajusta. Por ejemplo, si en una región productora de maíz las condiciones climáticas dejan de ser las adecuadas para dicha producción, entonces muchos productores se salen de esa actividad y se va a producir maíz a otro lugar, o se cambian a producir otro cultivo. Y eso se hace de tal manera que, después de una cantidad considerable de tiempo —largo plazo— las ganancias son cero, en el sentido de que ya no hay cabida para más gente produciendo ni maíz, ni ningún otro cultivo, incluso aquel al que se movieron los antiguos productores de maíz; y eso es lo que se entiende por un nuevo equilibrio de mercado.

Esa es la parte ricardiana del modelo. El suponer que este ajuste se produce de manera tal que al final no haya ningún otro productor que quiera entrar o salir de la producción de ese cultivo. Además, durante todo ese proceso de ajuste, por una cuestión estadística o econométrica, se supone que los precios no cambien. Entonces este es un modelo de largo plazo en donde los productores entran y salen libremente hasta que se agotan las ganancias; sin embargo, como los precios son fijos el análisis de las ganancias es equivalente a evaluar solamente la producción. En ese sentido es un modelo similar a los modelos presentados por Jeimar Tapasco (Capítulo I), en los cuales se analiza producción o rendimientos, conceptos que en el fondo vienen a ser equivalentes.

Siendo así, la producción está determinada enteramente por el clima y por las ganancias. Pero al considerar las ganancias existe la posibilidad de que los agricultores tomen decisiones que impliquen cambiar la cantidad que producen del cultivo original; por ejemplo, la decisión de moverse a otro lugar puede motivar a los productores a producir menos que en el lugar original.

Por lo tanto, con modelos de este tipo se puede predecir aproximadamente dónde van a estar los nuevos cultivos en el futuro, una vez que se dé un cierto escenario del cambio climático. Para ello, con base en la relación entre ganancias y las variables climáticas se calculan las relaciones con datos históricos y luego se toman los datos de los escenarios de cambio climático, se incorporan al mismo modelo y se puede predecir lo que va a pasar a futuro, bajo el nuevo escenario de clima.

Este modelo fue propuesto por Mendelshon et al (1994). Ha sido utilizado por muchos otros economistas y se ha aplicado ampliamente en todo el mundo. De hecho, hay una aplicación que se hizo para América Latina, a mediados de la década anterior, para la cual se recogió información de

aproximadamente 2.200 agricultores (Seo y Mendelshon, 2008). Los resultados del estudio estiman una reducción en las ganancias de la agricultura del aproximadamente un 15% en un escenario moderado de cambio climático. Ese es el tipo de resultados que este modelo nos puede dar; sin duda son resultados interesantes como ejercicios académicos y de prospección, pero deben interpretarse con cautela en la toma de decisiones.

Como es lógico suponer, debido a lo restrictivo de sus supuestos a este modelo se le han hecho varias críticas importantes. Desde mi punto de vista la más importante es que se trata de un modelo en el cual los precios no cambian. O sea, hay una pieza perdida, porque se supone que en un modelo Ricardiano sí debería permitir que todo se ajuste. Esto puede parecer un purismo académico, apegado a la historia del pensamiento económico. A lo mejor, entonces, no debería denominarse enfoque o modelo Ricardiano.

Un problema con el supuesto de precios fijos es que las predicciones podrían ser completamente equivocadas. Si por ejemplo tomamos el estudio que se hizo para siete América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Uruguay y Venezuela) y permitimos que los precios se ajusten, pues, entre otras cosas, hay flujo de comercio entre los países, entonces los patrones de producción podrían cambiar. Incluso para mercados locales, en países grandes, las predicciones podrían ser diferentes.

Un elemento adicional es que, dado que el modelo es del largo plazo, permite que los cultivos se cambien de un lugar a otro, prácticamente sin ningún costo. Esto es, no hay costos de ajuste significativos. Sin embargo, si estamos diciendo que en un escenario moderado de cambio climático el impacto va a ser una pérdida de 15% en las ganancias, esa estimación no contempla el hecho de que cambiar los cultivos de un lugar va a generar un costo económico que los productores van a tener que asumir. Además, también es posible que haya costos sociales, porque cambiar de un cultivo a otro (por ejemplo de producir maíz a producir hortalizas) no es algo que se hace automáticamente de un día para otro, ni se hace gratis.

Más aún, es posible que muchos de esos productores no se cambien de actividad, sino que simplemente se salgan de ser productores. Y en ese caso, ¿qué va a pasar? Se van a la ciudad o buscan empleo en otra actividad. Por lo tanto, hay varios tipos de costos, a distintos niveles, que no están considerados en el modelo. Y eso podría implicar que se está subestimando el impacto económico del cambio climático.

### **3. Enfoques microeconómicos**

Desde el punto de vista microeconómico lo que nos interesa es entender directamente cómo los agricultores toman decisiones relacionadas con el clima. Entonces, las preguntas de interés son: a) ¿Cuáles son las decisiones de adaptación que los agricultores han venido tomando? ¿Cuáles son los factores que determinan esas decisiones? Y ¿cuál es el impacto de bienestar que tienen las medidas de adaptación que están tomando los agricultores?

La primera pregunta (sobre las acciones) es muy relevante, pues los agricultores ya están tomando medidas en respuesta a impactos del cambio climático que ya se han venido sintiendo y pueden de alguna forma asemejar lo que va a pasar en el futuro. Y aunque los cambios en el futuro sean más fuertes, las acciones de los agricultores en el presente nos pueden ayudar a vislumbrar lo que viene a futuro. La respuesta a la segunda pregunta (motivación de las acciones) nos puede informar sobre factores que explican por qué algunos agricultores tienen ventajas sobre otros al momento de tomar decisiones de adaptación. Y eso tiene que ver con políticas para orientar la adaptación.

En los últimos años se ha hecho mucho trabajo sobre modelos de decisión de hogares agrícolas; modelos que buscan entender cómo los hogares agrícolas toman decisiones. Esto es, ya hay un punto de partida importante teórico y empírico para analizar la toma de decisiones de los hogares agrícolas, en este caso frente al cambio climático. No se parte de cero. Además, este tipo de modelos contemplan un elemento fundamental de los hogares agrícolas: el hecho de que toman decisiones tanto de

consumo (como consumidores) como de producción (como productores). Esto es, cuando los agricultores<sup>4</sup> toman una decisión en el ámbito de la producción, ese acto implica decisiones simultáneas sobre uso de la mano de obra, sobre el uso de insumos, sobre cómo aplicar los insumos, y por supuesto, decisiones sobre consumo.

Se quisiéramos entender completamente las decisiones de adaptación dentro del marco de estos hogares agrícolas, no bastaría entonces con enfocarnos solo en entender qué es lo que están haciendo en términos de prácticas agrícolas (por ejemplo, si sembraron antes, si sembraron después, si están usando prácticas de conservación de suelos). Es necesario tener una visión completa, entendiendo también cómo están cambiando al mismo tiempo las decisiones de uso de la mano de obra y de consumo. Más aún, visto desde una perspectiva de largo plazo, los hogares agrícolas también están tomando decisiones de capital productivo y de capital humano; relacionadas con el ahorro y la acumulación de capital y con la educación de los hijos y la capacitación de ellos mismos. Y también toman decisiones sobre el uso de sus tierras, frente a cambios que observen en las características ecológicas y físicas de sus parcelas (por ejemplo, una decisión de corto plazo puede producir mucha erosión; y eso en el futuro no va a ser sostenibles, porque al aumentar la erosión va a disminuir la productividad). Todo ello hace que las decisiones de los hogares agrícolas sean muy interesantes de estudiar. Y nos dan un marco muchísimo más amplio que el modelo Ricardiano.

Hay varios estudios que se han hecho aplicando este enfoque microeconómico, utilizando modelos de decisión de los hogares agrícolas. A continuación se presentan algunos de los que considero más interesantes y relevantes.

El primer conjunto de resultados es tomado de un estudio del proyecto de Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFA). Este estudio, realizado en distintos lugares del mundo, se basa en entrevistas directas a los agricultores. Las preguntas giran en torno a su situación general en los últimos 5 años previos al estudio, los cambios que han observado y los cambios que han hecho en prácticas productivas y en otros ámbitos. Y muy importante, también se les pregunta sobre lo que más les ha impactado, sobre cómo ven el futuro y sobre cómo perciben el clima. Aunque se trata de preguntas muy generales, lo que permite la metodología es capturar información directamente de la propia realidad de los agricultores.

La información utilizada corresponde a 19 sitios de 13 países en África y Asia, para los cuales la información está disponible a través de internet. Hay 12 sitios que tienen información para la pregunta: “Si usted ha hecho algún cambio en el pasado en sus prácticas agrícolas, cuáles han sido las razones” (cuadro 2). De los 12 sitios hay 8 sitios en los cuales más de 80% de los hogares dicen que los “cambios en los mercados son una de las razones por las cuales han hecho ajustes en su sistema productivo”. Y en segundo lugar están factores relacionados con el clima y el estado del tiempo: en 5 de los 12 sitios más del 80% de los hogares dicen: “que el clima es una de las razones por las cuales se implementaron cambios”. Otras explicaciones que aparecen como menos importantes son cambios en la calidad de la tierra, fertilidad de suelo y factores similares, problemas con la mano de obra y las plagas y enfermedades.

Un análisis complementario es determinar cuáles son los factores menos importantes. Para esto se seleccionaron los sitios en donde menos del 40% de los hogares, dicen que “esa es una razón relevante”. Se trata principalmente de sitios en los cuales los agricultores dijeron que había hecho cambios por enfermedades y plagas y por proyectos. Este resultado es muy interesante, pues precisamente uno de los objetivos de los proyectos de desarrollo orientados a los pequeños agricultores es tener impacto en cambiar las prácticas de los agricultores.

---

<sup>4</sup> Recuérdese que el énfasis de la presentación es en la agricultura familiar.

**CUADRO 2**  
**ESTUDIOS DEL PROYECTO CCAFS CON ENTREVISTAS DIRECTAS A LOS AGRICULTORES**  
**VALORES ABSOLUTOS Y RELATIVOS**

Razones	Sitios en donde más del 80% de los hogares señalan una razón		Sitios en donde menos del 40% de los hogares señalan una razón	
	No de sitios (n = 12)	Porcentaje	No de sitios (n = 12)	Porcentaje
Mercados	8	67	0	0
Tiempo/clima	5	42	4	33
Tierra	2	17	3	25
Enfermedades y plagas	1	8	9	75
Proyectos	0	0	10	80

Fuente: CCAFS.

Lo relevante de esos datos es que el clima es casi tan importante como los mercados, como factor para inducir cambios en las prácticas desarrolladas por los agricultores.

En otros estudios se pregunta directamente a los agricultores “si ha percibido en los últimos años (por ejemplo 5, 10 o 15 años) un aumento de la temperatura o un aumento de la lluvia”. En caso que la respuesta sea positiva, entonces se le pregunta al jefe del hogar, qué ha hecho ante dicho cambio. Y en respuesta se registra todo lo que tenga que ver con cambios en las prácticas agrícolas y algunos otros ámbitos. A continuación se presentan resultados de estudios de ese tipo.

El primero fue realizado en el Nilo, en Etiopía, en una zona sumamente frágil, debido a la afectación de la sequía y a la predominancia de productores muy pequeños. Hay una cantidad significativa de productores que percibieron que el clima había cambiado, pero que no se adaptaron, que no hicieron absolutamente nada. Ese comportamiento podría explicarse porque percibieron que el clima no era muy relevante, o porque no tenían recursos, ideas, o información para adaptarse. Hay una cantidad importante de prácticas que tienen que ver con la conservación del suelo, el uso de diferentes variedades de cultivos, la plantación de árboles, el cambio en la fecha de plantación y la irrigación.

El segundo estudio se hizo en Chile, en la región del Maule y encontró el mismo tipo de prácticas, con algunos cambios, atribuibles a especificidades de los sitios. Esto indica que en contextos diferentes y para diferentes cultivos, los productores enfrentan cambios del clima (que pueden ser muy diferentes) con acciones que caen en las mismas categorías.

En lo relativo a los determinantes de la decisión de adaptarse o no adaptarse, la evidencia empírica indica que los principales factores se relacionan con las características del hogar (edad, alfabetismo del jefe) y de sus parcelas, con factores relacionados con políticas (acceso a servicios de extensión y de crédito formal), con el capital social (redes de apoyo en la comunidad), así como a factores locales (agroecología) y la percepción que tengan sobre el cambio climático. En particular, los estudios señalados indican que las decisiones de los pequeños productores están limitadas principalmente por la escasez de mano de obra, porque el tamaño de la parcela es muy pequeño, porque tienen poco acceso a agua, especialmente cuando se trata de irrigación, así como por problemas de calidad del suelo, falta de acceso a crédito y falta de acceso a información.

El enfoque microeconómico también tiene sus limitaciones. Entre las principales críticas, una de las más importantes es que conocer lo que los agricultores han hecho en el pasado no necesariamente es un buen indicador de lo que va a hacer en el futuro. Eso por dos razones: la primera es que el cambio climático puede ser mucho más acelerado de lo que ellos han percibido hasta ahora. Y si en el futuro los cambios son mucho más fuertes los agricultores tal vez se tengan que salir de la producción, o tengan que hacer cambios mucho más radicales comparado con lo que han hecho en el pasado. La segunda razón es que los hogares están tomando todas estas decisiones de consumo y de producción en una forma simultánea, pero limitados solamente a la agricultura. En un contexto de aceleración del cambio climático este análisis es incompleto, pues no contempla la posibilidad de que

los agricultores escojan hacer algo que está fuera de la agricultura, y eso no se puede prever a partir de lo que han hecho en el pasado.

Este tipo de modelos son esencialmente de corto plazo; sin embargo, se han usado para hacer predicciones para el futuro. Pero tenemos que entender que hay una limitación muy importante en ello, pues el cambio climático es un fenómeno de largo plazo; por lo tanto, lo que los agricultores reportan haber hecho durante los últimos 2, 5 o 10 años no necesariamente es un buen indicador de lo que harían ante un escenario de cambios más acelerados (y menos aún si queremos ir al 2050 ó al 2100).

Una segunda crítica importante es que este tipo de análisis no toma en cuenta de manera adecuada qué está pasando con los precios. La evidencia empírica indica que los factores relacionados con el mercado y con el clima son importantes para las decisiones de los agricultores. Sin embargo, hay poco análisis de lo que pasa en los mercados, sobre todo cuando se pasa de una visión de corto plazo a una de largo plazo.

#### **4. La adaptación de la agricultura y los ecosistemas**

La agricultura es una actividad intrínsecamente relacionada con el manejo de los recursos naturales y está sujeta a vulnerabilidades que no necesariamente afectan a otros sectores. Y además de generar gases de efecto invernadero, la agricultura tiene también la capacidad de contribuir a su secuestro.

El cambio climático posiblemente va a poner a una cantidad importante de agricultores a tomar decisiones muy difíciles, en momentos en los cuales, además, sus ganancias van a ser bajas porque posiblemente van a perder productividad. Tales decisiones pueden terminar degradando o dañando recursos naturales que son muy importantes, pues trascienden la finca o la parcela y que pueden tener fuertes impactos en el paisaje. Esto es, los agricultores individualmente toman decisiones a nivel de su finca y no se puede esperar que lo hagan tomando en cuenta el nivel de paisaje, un nivel superior. Por lo tanto, es importante crear condiciones para que los agricultores tomen decisiones en una forma más colectiva; o más concretamente, que existan políticas para que los agricultores tomen decisiones en forma colectiva en lugar de hacerlo de manera individual.

A continuación les presentaré lo que considero son las preguntas más importantes en este ámbito el de relación entre la adaptación de la agricultura al cambio climático y los ecosistemas. Se trata de preguntas para la que todavía no tenemos muy buenas respuestas.

Lo primero que quisiéramos saber es cómo la adaptación de la agricultura va a afectar la producción de servicios eco-sistémicos. La agricultura produce uno de los servicios eco-sistémicos más importantes que, obviamente, es la comida. Es uno de los servicios eco-sistémicos fundamentales, tan importante como el agua, porque no vivimos sin ninguna de las dos. Pero no siempre la producción de este servicio eco-sistémico —la alimentación— se desarrolla en concordancia con la producción de otros servicios eco-sistémicos como la conservación de suelo, mantener agua de buena calidad, o la mitigación de gases de efecto invernadero. Esto es, hay un conjunto de servicios eco-sistémicos que la agricultura podría producir; y la producción de estos puede ser afectada dependiendo de cómo se adapte la agricultura al cambio climático.

La segunda pregunta es qué puede hacer la agricultura, en el marco del cambio climático, para potenciar los servicios eco-sistémicos. Y si existiera ese tipo de prácticas, la tercera pregunta es cuáles serían las barreras que limitan su adopción. Esto tiene relación con lo que mencionaba sobre la discusión entre lo colectivo y lo individual, las decisiones de nivel de paisaje y las decisiones individuales de los productores. Me parece que esta es un área de investigación interesante, que tiene que ver no solamente con la agricultura, sino también con la relación entre la agricultura y otros sectores.

#### **5. Los retos pendientes**

En materia de retos considero que uno de los factores más importantes es cómo vincular las decisiones de corto plazo con las de largo plazo. Los enfoques microeconómicos son de corto plazo, mientras que los macroeconómicos son de largo plazo y nos hace falta “algo” que vincule estos dos ámbitos, para poder llevar al nivel macro lo que entendemos y lo que sabemos de las decisiones de los hogares. Esto

nos permitiría tener mayor certeza sobre lo que podría suceder en el ámbito macro a partir de las decisiones que tomen los agricultores bajo un determinado escenario de cambio climático. En esto existe todavía un vacío de investigación.

También se hace necesario conocer mejor cómo las estrategias de adaptación de los hogares agrícolas se vinculan con lo que sucede fuera de la finca. De hecho, sabemos que en el medio rural es creciente la tendencia a que los hogares combinen actividades agrícolas y no agrícolas, y por lo tanto, que lo rural es cada vez menos equivalente de lo agrícola o lo agropecuario. Al no considerar esas dinámicas que ocurren fuera de las explotaciones agrícolas los modelos microeconómicos pierden una cantidad importante de información.

Hay estrategias bien documentadas que emplean los hogares agrícolas para asegurar sus medios de vida; por ejemplo, dos de esas estrategias son la migración temporal en época de sequía y el empleo fuera de la finca, cuando la composición del hogar (número de miembros activos, escolaridad y edad de los miembros activos) y las condiciones del mercado de trabajo lo permiten. Y en una visión de más largo plazo está la formación de capital humano, mediante la educación de los hijos, que así como podría aumentar las capacidades para la gestión de la explotación agrícola frente al cambio climático, podría también motivar que ningún hijo quiera seguir en la agricultura, situación que a la larga puede llevar a la salida del hogar de la agricultura.

Otro reto pendiente es comprender mejor las relaciones entre las decisiones de adaptación y los mercados de productos e insumos. Hemos visto que las decisiones de los agricultores son fuertemente impactadas por los mercados. Por lo tanto, tenemos que entender mejor cómo el cambio climático también va a afectar los mercados y cómo esa afectación se transmite a los productores. Aquí estamos de nuevo frente a la necesidad de entender mejor como se relacionan las decisiones microeconómicas con los resultados macroeconómicas.

Otro tema relevante y que no he mencionado hasta ahora es el de la relación entre la incertidumbre y las decisiones de adaptación. En general los pequeños agricultores tienden a ser reacios a hacer cambios y son conservadores ante la toma riesgos. Por lo tanto, desde el punto de vista de las políticas se requiere generar las herramientas para motivarlos a ser más proactivos en cuanto al manejo de riesgos.

El riesgo está relacionado con el conocimiento que se tenga sobre la probabilidad de que un evento ocurra. Las decisiones de adaptación implican un riesgo pues se deben tomar en un contexto de alta incertidumbre, pues no se conocen con certeza las probabilidades de que determinados eventos ocurran. Frente a esa situación hay un vacío en el tipo de literatura que les acabo de mencionar, sobre cómo los agricultores perciben y manejan la incertidumbre frente al cambio climático. Considero que el tema no es el riesgo, sino la incertidumbre; el riesgo se puede manejar reduciendo la incertidumbre y eso implica conocer mejor las probabilidades de ocurrencia de determinados factores. Si pudiéramos entendemos mejor cómo los agricultores manejan la incertidumbre podríamos entender mejor el tema de las políticas y podríamos entender mejor también el tema de la adaptación al cambio climático.

El último reto que quisiera destacar es entender mejor la relación entre la adaptación de la agricultura y los servicios eco-sistémicos.

## **B. Comentarios**

### **1. Walter Oyhantcabal, Unidad de Cambio Climático, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay**

La presentación levanta preguntas que son muy relevantes para los países, para los gobiernos, para las organizaciones de productores, etc., para diseñar procesos de adaptación planeada que sean eficaces y eficientes. Es decir, no podemos empezar a tirarnos a hacer adaptación si antes no tenemos claras respuestas a una serie de preguntas fundamentales; por ejemplo, a qué nos tenemos que adaptar, quién tiene que adaptarse, cómo se tiene que adaptar; qué es la adaptación, cómo ocurre la adaptación. En

Uruguay hicimos un ejercicio para responder a ese tipo de preguntas, con el apoyo de un proyecto de la FAO, porque había conciencia de la importancia que para el país la adaptación al cambio climático, pero se conocía poco sobre las respuestas a esas preguntas.

Mis comentarios se concentran en la parte de la presentación relativa a los retos. El primer reto es el tema de la relación difícil entre corto plazo y largo plazo. Considero que el corto y mediano plazos no necesariamente se contraponen, porque en una estrategia de adaptación al cambio climático quizás la primera pregunta que nos podríamos plantear es si estamos adaptados a la variabilidad climática y a los eventos del presente.

Creo que si le preguntamos a la mayoría de los productores si sienten que están adaptados a la variabilidad climática actual y a los eventos extremos tal como ocurren, nos van a decir que no. Entonces parecería de sentido común que empecemos por adaptarnos a esto que ya conocemos cómo es, que lo podemos caracterizar y medir. Y en la medida que seamos exitosos en ese desafío de adaptarnos a la variabilidad presente es muy probable que estemos en mejor condición de adaptarnos a la variabilidad futura sobre la cual hay una dosis de incertidumbre muy importante.

Otro tema relevante es el de las motivaciones y las percepciones de los productores. Nosotros hemos estudiado las percepciones sobre el clima de los productores agropecuarios en el 2009 y 2010, inmediatamente después de salir de una sequía muy profunda y lo hemos vuelto a estudiar en 2012, cuando ya ese evento estuvo más distante. Y el posicionamiento que tiene el clima dentro de las variables importantes cambió; es decir, que la memoria reciente tiene un papel importante. Esto es relevante, porque cuando hablamos de cambio climático es difícil pretender que alguien active un modelo mental que le permita calcular 30 años para atrás para determinar qué es lo que ha estado pasando. Entonces las percepciones no necesariamente son un buen indicador o, probablemente sean un indicador sesgado de lo que realmente ocurrió; no obstante, sí son un muy buen indicador de la actitud hacia los cambios que puedan tener las personas.

También se menciona en la presentación la relación entre lo micro y lo macro. Esto me lleva a pensar, para el caso de Uruguay, que los problemas climáticos y la adaptación del sector agropecuario no son un problema exclusivo del sector. Porque cuando nos pusimos con algunos colegas a estudiar los impactos que tienen las sequías, los resultados para toda la cadena de valor se multiplicaron por un factor de 3. Es decir, que cualquier decisión macroeconómica que tienda a atenuar los impactos a nivel micro —es decir, a nivel de los establecimientos— va a tener un impacto muy amplificado cuando se mira al conjunto de la economía, considerando todos los empleos que se pierden, los servicios que se dejan de contratar, las exportaciones que se dejan de hacer, etc. Eso hace muy relevante el diálogo con otros sectores; por ejemplo, para que las autoridades de los ministerios del área económica entiendan que la sequía no solo es un problema del sector agropecuario, sino que es un problema del país en su conjunto. Aunque la población urbana lo tiende a percibir como problema que no le afecta. Y ahí hay una distorsión que de alguna manera habría que tratar de ir corrigiendo.

Un tercer reto que se plantea es comprender mejor las relaciones entre decisiones de adaptación y mercados de productos e insumos. Por ejemplo, si hay un evento extremo y un productor ganadero se queda sin pasto tendrá que salir a comprar ración o fardos (acción de adaptación). Y como muchos agricultores van a estar en la misma situación los precios de esos insumos van a subir, limitando el acceso a los pequeños productores que no tiene espalda financiera. Ese pequeño productor va a estar en una situación de riesgo para mantenerse dentro de la producción.

Esto nos llama la atención sobre la importancia de que en las políticas públicas se siga profundizando el trabajo en torno a los mecanismos de transferencia financiera de riesgos e incertidumbres. Las políticas públicas en Uruguay le han dado bastante importancia al desarrollo de seguros índice y se piensa desarrollar una experiencia piloto de aplicación en una escala territorial reducida, para ir probando que tipo de acciones complementarias son necesarias para garantizar su éxito; por ejemplo, desde la posibilidad de subsidiar una parte de la prima, hasta la inclusión de compañías reaseguradoras.

**Un cuarto punto es conocer mejor la relación entre incertidumbre y adaptación.** La adaptación tiene naturalmente un componente asociado a manejar mejor los riesgos y a reducir en todo lo posible la incertidumbre. Algo bastante promisorio para reducir incertidumbre es el mejor uso de la información climática, el mejor uso de los pronósticos estacionales y cómo los pronósticos estacionales se pueden asociar con buenas prácticas que reduzcan el riesgo.

En el Uruguay tenemos una conexión muy fuerte con los fenómenos de “El Niño” y de “La Niña”. Pero podemos sacar algo positivo de eso y es que podemos saber con 3 ó 4 meses de antelación si hay alta probabilidad de que la primavera sea muy seca o de que sea muy húmeda. El desafío es poner esa información en contacto con productores, traducir esa información en buenas prácticas, en guías de buenas prácticas que le ayuden a los agricultores a estar mejor preparados. Todo lo relativo al desarrollo de sistemas de alerta temprana es de enorme utilidad para los temas de incertidumbre y adaptación.

**El último reto planteado se relaciona con los servicios eco-sistémicos.** Estamos completamente de acuerdo en que una adaptación que no considere los servicios eco-sistémicos estaría yendo por el camino equivocado, dada su importancia para la calidad del agua, la biodiversidad agrícola, la productividad de suelos, el secuestro de carbono, etc. En el Uruguay tenemos un 70% del territorio dedicado a la ganadería sobre pastizales naturales; por lo tanto, una buena gestión de esa biodiversidad agrícola permitiría incrementar los ingresos netos de los productores, porque si se produce más pasto se va a producir más carne. A la vez se puede generar un sistema mucho más resiliente, porque esas pasturas naturales tienen siglos de adaptación a la variabilidad climática.

Para terminar quisiera agregar algunos retos adicionales. Primero, cómo compatibilizar la mayor presión sobre los recursos naturales que implica la creciente demanda mundial de alimentos con una menor vulnerabilidad y la construcción de resiliencia, para evitar el riesgo de que no solo no nos adaptemos, sino que, eventualmente, podamos entrar en procesos de mala adaptación.

Un segundo reto que quisiera destacar es cómo promover una gestión de conocimiento en redes que supere la lógica lineal en la cual la academia genera conocimientos, los transferencistas los transfieren y los productores los adoptan. Y en particular para la adaptación, integrando los conocimientos locales.

Nosotros en el Uruguay creemos que la clave para la adaptación es reducir la vulnerabilidad y construir resiliencia. Por lo tanto, las políticas deben pasar por una mirada a escala de paisaje y no de predio, los recursos naturales no se pueden gestionar a nivel de predio, y por lo tanto, tampoco la erosión y otros problemas derivados de una mala gestión. Entonces, la promoción del asociativismo para gestionar estos recursos, el fortalecimiento de las organizaciones y las redes, la capacitación y la gestión del conocimiento son fundamentales para una buena adaptación de la agricultura al cambio climático.

## **2. José Luis Zambrano, Director de Investigación, INIAP, Ecuador**

Uno de los puntos más interesantes que quisiera resaltar de la presentación es el relativo a los costos sociales y al precio de los productos, que a menudo son considerados en los análisis del impacto del cambio climático. Nos enfocamos mucho en las variables climáticas y a menudo dejamos de lado la parte social y al productor; por ejemplo, cómo piensa, cómo vive.

Otro punto a destacar es el de los motivos por cuales los agricultores hacen cambios en las prácticas agrícolas. Y en ese sentido, el cambio climático es menos importante que el mercado y eso puede estar relacionado con lo que mencionaba Walter O, de que la memoria de los agricultores tiende a ser corta; es posible que si se les hace la pregunta en medio de una sequía el cambio climático sea destacado como la razón más importante. Pero más allá de eso, lo importante es cómo utilizar ese conocimiento para desarrollar estrategia de adaptación, pues si sabemos que el mercado es importante para los agricultores, pero también sabemos que el cambio climático es un problema real, entonces las políticas de mercado podrían ser una buena alternativa para inducir medidas de adaptación.

La presentación refiere a una serie de preguntas muy interesantes. Yo quisiera agregar otras que también considero importantes; por ejemplo, cuando hablamos a nivel macro es relevante preguntarnos cuál es el impacto del cambio climático en la balanza comercial. En el caso del Ecuador, por ejemplo, la

diferencia entre exportaciones e importaciones nos ha llevado a plantearnos una “estrategia de cambio de la matriz productiva”. Aunque la presentación se enfocó en los pequeños agricultores, también es importante tener en cuenta cuál va a ser el impacto del cambio climático en las exportaciones; por ejemplo, de banano, de café, de flores, de productos que no necesariamente maneja el pequeño agricultor, pero que, sin embargo, son importantes para la balanza comercial de un país.

Y en el ámbito más micro, necesitamos incrementar nuestro conocimiento de cuál es el impacto del cambio climático en los niveles de pobreza y en la seguridad alimentaria. Hay que tener en cuenta que con cambio climático o sin cambio climático, el crecimiento de la población impone la necesidad de incrementar los rendimientos en la producción de alimentos. De seguir las tendencias actuales hacia el año 2050 necesitaremos duplicar la cantidad de alimento que producimos. Entonces sabemos que por ahí existe un gran reto, que se agrava más con los problemas de cambio climático que existen.

En cuanto a retos pendientes, quisiera resaltar lo que se mencionó relacionado con lo relativo al vínculo entre el corto plazo y el largo plazo y la visión de los diferentes actores. Por ejemplo, un actor político está más interesado en acciones o medidas a corto plazo; su lógica tiene sentido, pues “tenemos problemas hoy”, el interés no necesariamente está en qué va a pasar en 10 años, pues “en 4 ó 5 años no van a estar ahí”. Por otro lado, los investigadores están pensando más en el largo plazo, pues los resultados de la investigación se logran en el mediano y largo plazo. El reto está entonces en desarrollar estrategias en las cuales estas dos visiones se complementen de alguna manera. El problema es que generalmente se destinan muchos recursos a resolver problemas inmediatos y quedan muy pocos recursos para lo que es mediano y largo plazo en cuanto a la investigación.

Otro de los retos pendientes que considero importantes es que cualquiera que sea la medida de adaptación que se vaya a tomar, sabemos que tiene un costo. Necesitamos tener recursos para implementar estas estrategias y abordar sus costos económicos y sociales. En este sentido quisiera destacar una iniciativa que mi país puso en marcha para conseguir recursos que permitieran evitar la explotación de petróleo en la amazonia, teniendo en cuenta también que Ecuador y en general los países de la región no somos los principales emisores de gases efecto invernadero. Se buscaba que los países que más contribuyen a tales emisiones empezaran de alguna manera a contribuir para la solución del problema. Aunque la iniciativa no tuvo éxito, lo cierto es que se sembró una semilla para tal vez en 20, 30, o 50 años hablar de esquemas similares. Yo estoy seguro que así será.

### **3. Omar Melo, Profesor-investigador, Universidad Católica de Chile**

Hay varios temas en la presentación que considero muy importantes y que son claves para entender el comportamiento que van a tener los agricultores en el futuro frente al cambio climático. Para conocer la capacidad de adaptación endógena que tienen los agricultores, entendida como lo que ellos podrían hacer sin ningún tipo de intervención pública, es muy importante tratar de entender a nivel micro cuáles son las acciones y comportamiento que ellos tienen frente a este tipo de cambio.

En ese sentido quisiera agregar un reto adicional. Yo creo que para la región es muy importante entender ese comportamiento micro de los agentes, pero hay muy poca disponibilidad de datos que nos permitan desarrollar modelos con una buena base empírica para entender el comportamiento real que tienen los agricultores. En Chile, por ejemplo, tenemos datos relativamente buenos, pero a nivel micro tenemos pocos datos: tenemos datos de los censos, tenemos diversas encuestas que se levantan ya sean para estudios puntuales, pero tenemos pocos paneles de datos, que son los que nos permitirían ver a lo largo del tiempo cómo se están comportando realmente los agricultores frente a distintas condiciones de mercado, condiciones climáticas, etc.

Creo que las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), específicamente la información que entregan los satélites, también son una avenida interesante de explorar. Chile tiene un satélite desde hace poco tiempo, que debería estar entregando información, por ejemplo, del uso de la tierra; sin embargo, hasta ahora, por lo menos yo, no he podido tener acceso a estos datos. Ese tipo de información nos podría permitir conocer mejor, a un nivel macro, el comportamiento en el tiempo del uso de la tierra; y eso se puede vincular con cambios en el comportamiento de los agricultores motivados

por cambios en los mercados. Con esto podríamos afinar nuestros modelos para entender mejor qué es lo que cabría esperar de cambios futuros de más largo plazo.

Yo creo que hay otros desafíos importantes, algunos de los cuales fueron mencionados en la presentación, relacionados con nuestra comprensión de los efectos del cambio climático y de cómo ese conocimiento ha ido avanzando. Creo que hay varios puntos que pueden ser muy importantes para lo que hoy día estamos entendiendo y que pueden cambiar el entendimiento de cuáles son las prioridades.

Uno de esos temas es el efecto de los eventos extremos y de cómo los agricultores entienden el cambio climático. Hemos hecho algunas encuestas que nos indican que en Chile hay poco entendimiento entre los agricultores sobre el cambio climático y que la mayoría lo asocian más con factores de variabilidad climática, como eventos extremos como sequías e inundaciones. Pero lamentablemente los modelos que tenemos de clima y de cambio en el clima no nos hablan mucho de cómo cambia la variabilidad en el clima o cómo cambia la frecuencia de estos eventos extremos que podrían tener un impacto más importante en el comportamiento de los agricultores y, también, naturalmente, en el bienestar de la población rural en general.

Por otra parte, en los intentos en que yo he participado de modelar los efectos económicos del cambio climático —por lo menos en las economías de más mercado más abiertas— es sumamente relevante entender lo qué va a pasar a nivel mundial. Porque, tal como se indica en la presentación, los mercados y los precios son variables claves para las decisiones de producción de los agricultores. Y si el cambio climático cambia los precios a nivel mundial, con ello cambiará el balance de importaciones y exportaciones que pueda tener cualquier país. Ese cambio, a la larga, puede ser mucho más importante que el efecto local del clima. Por lo tanto, si no entendemos y no tenemos algún tipo de modelación de lo que va a pasar en esos mercados internacionales, podemos estar subestimando los efectos del cambio climático y, por lo tanto, errando en las medidas de adaptación que podríamos proponer.

Me interesa destacar también el efecto en las plagas. Yo creo que también este es un tema sobre el que hay poca modelación y poca incorporación en los modelos macro de los efectos que podrían tener. Algunos dicen que quizás ese efecto sea marginal, puntual; sin embargo, yo creo que en algunos casos podría ser bastante dramático, al punto de cambiar completamente el tipo de agricultura que pueda desarrollarse en un lugar en particular.

En cuanto a la distinción entre los modelos de corto y largo plazo, me parece que cumplen un rol distinto. Yo creo que hay un rol claro para los modelos de más largo plazo, y que está bien que no sean tan realistas en términos de algunos detalles. Desde mi perspectiva, uno no está tratando de imaginarse cómo va a ser el mundo en el año 2050 ó 2100, porque ese es un ejercicio que, honestamente, creo que no conduce a mucho. Más bien, se trata de entender qué es lo que pasaría si solo el clima cambia como esperamos que sea el año 2050 ó 2100. Lo que quiero destacar es que la incorporación de cambios en la tecnología, en la política y en otras variables complica la posibilidad de hacer proyecciones a esos plazos. Entonces, los modelos de largo plazo típicamente son más estáticos y simplemente tratan de capturar el efecto de largo plazo del clima. En cambio, los modelos de corto plazo sí tratan de ser más realistas y dinámicos, incorporando elementos como los costos de transacción y de transición y los cambios en el uso de la tierra, de manera que puedan informarnos mejor respecto de políticas concretas que se podrían aplicar.

Otro tema que me parece bastante importante es el de los efectos del cambio climático en la disponibilidad hídrica. En los estudios que hemos hecho en Chile, por lo menos, los efectos económicos en la agricultura vienen dados principalmente por los efectos de la disponibilidad de agua. Por lo tanto, para entender los efectos que tiene el cambio climático en la agricultura y las medidas de adaptación que va a necesitar, es clave modelar los sistemas hídricos, glaciares, etc. Y ahí también hay un desafío importante, de integrar lo que hacen los glaciólogos, hidrólogos, agrónomos y economistas para, realmente poder modelar estos sistemas, que son bastante complejos.

Y para cerrar quisiera destacar que hay un rol bastante importante que puedan tener los mercados. En el caso de Chile, donde los mercados de agua son bastante importantes, nosotros hemos estudiado que dichos mercados pueden cumplir un rol relevante en la adaptación a la variabilidad climática, a

partir de la transacción de volúmenes de agua. Por ejemplo, pequeños agricultores ven que cuando hay una sequía muy grande ellos pueden vender su agua y el precio que logran muchas veces es mejor que la rentabilidad que obtienen en un año normal; por lo tanto, la existencia este mecanismo les evita una pérdida durante una gran sequía. El mismo rol pueden cumplir los mercados del crédito y de seguros.

#### **4. Marta Villegas, Directora, Secretaria Ejecutiva, Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, Costa Rica**

En mis comentarios intentaré vincular los retos destacados en la presentación con lo que hemos estado haciendo en Costa Rica en la implementación de la agenda de cambio climático dentro de nuestra Política de Estado para el sector agroalimentario agropecuario y rural, mediante la consolidación de acciones en materia de adaptación y mitigación, el avance hacia una agricultura baja en emisiones, el fomento y aplicación de prácticas sostenibles y negocios verdes, y la creación de incentivos para potenciar los beneficios ambientales. Todo esos elementos hacen parte de nuestra política de Estado como acciones prioritarias.

En materia de mitigación hemos priorizado la atención de los sectores más emisores de gases de efecto invernadero, tales como la ganadería, considerando todos los eslabones de la cadena agro-productiva (por ejemplo pastos, ganadería de leche y ganadería de carne), el café y la caña de azúcar. Eso se complementa con toda una serie de acciones en materia de agricultura verde y baja en emisiones y el desarrollo de incentivos para el reconocimiento de beneficios ambientales; por ejemplo, aspectos de agua, suelo y paisaje, a través de estrategias en materia de fincas integrales.

También se han venido realizando esfuerzos para desarrollar un mercado nacional de carbono en la agricultura, que le permita al sector convertirse en una alternativa para apoyar las estrategias de compensación de empresas en otros sectores.

La construcción de una agenda de desarrollo rural que logre ese equilibrio sostenible en los territorios es también parte fundamental de los retos que tenemos en la implementación de la Política de Estado. El territorio rural es el espacio en donde se complementan nuestros esfuerzos en materia de apoyo a la agricultura familiar con acciones de mitigación y adaptación y en general de manejo sostenible de los recursos naturales, mediante la implementación de tecnologías sostenibles y de bajo costo y el fomento de una mayor inserción de las mujeres y de los jóvenes rurales. Además, el logro de un desarrollo territorial y una agricultura familiar más equilibrados es también fundamental para alcanzar una mayor inclusión social.

También es esencial mirar el lado del consumo sostenible, no sólo el de la producción. En ese sentido, hemos impulsado acciones relacionadas con el desarrollo de ferias especializadas, el fomento del consumo local, y la diferenciación de la producción nacional. Esto permite complementar acciones en materia de cambio y variabilidad climática con otros elementos que es necesario de abordar desde la perspectiva del productor.

La carencia de información constituye un elemento de preocupación para el desarrollo de todo este tipo de acciones; no solamente para establecer líneas de base, sino también para medir el efecto de las acciones desarrolladas. Otro factor importante es no confundir actividades con resultados. Esto lo traigo a colación porque para hablar de impacto tenemos que concretar las acciones.

Y para finalizar, está el desafío de cómo producir alimentos de manera sostenible ante una demanda creciente y con una clase media en países en desarrollo que va en ascenso. Y frente a eso, las acciones que desarrollan países como China para lograr una seguridad alimentaria produciendo alimentos no en sus tierras, sino en otras regiones.

Todos esos elementos se deben visualizar en el marco de una producción creciente que demanda economizar agua y energía, en un contexto de variabilidad climática y de un cambio climático,

## C. Discusión

En la discusión se abordaron temas relativas a la disyuntiva entre corto y largo plazo, al rol de la política en ese contexto, a la importancia de un abordaje territorial que permita superar la perspectiva eminentemente sectorial agrícola, a la disponibilidad de información y a las limitaciones para acceder a ella, y a la relación entre las acciones de mitigación y adaptación. A continuación un resumen de los principales elementos.

**Corto vs. largo plazo y el rol de la política.** Un tema que recibió mucha atención fue el de la oposición entre los objetivos de corto y largo plazo, sobre todo relacionado con el horizonte de los políticos, que generalmente es de corto plazo, mientras que el cambio climático es un tema de largo plazo. En opinión de Milagro Saborío una razón por la cual los gobiernos duran 4, 5 o 6 años es porque esperamos que el sistema político permita una cierta rotación, por lo menos de los mandos más altos, que dé espacio al refrescamiento en la visión de las políticas. En ese mismo sentido, indicó, hay también una razón por la cual existen técnicos y personas que hacen carrera dentro de los ministerios e instituciones públicas, al menos en un mundo ideal, y es darle continuidad a la estructura en que se fundamenta el sistema político. Y hay también una razón por la cual hay muchos niveles de decisión y no necesariamente con vigencia en períodos de tiempo similares. A veces la existencia de gobiernos cortos puede generar un poco de frustración, porque cuando se cree que ya se puede hacer algo, el gobierno se termina y cambian las personas y tal vez no se hace lo que se esperaba. Pero lo que se haga o no hay que contextualizarlo dentro de un sistema político. Y cuando se está en la academia a menudo cuenta pensar en eso y entender que dado que hay distintos plazos dentro de los gobiernos hay que trabajar en función de esos plazos y en función de crear capacidades e institucionalidad. Por lo tanto, subrayó, si el cambio climático (o la adaptación al cambio climático) es un tema tan importante, debería ser un tema que se tiene que ir institucionalizando poco a poco en los distintos niveles de gobierno. Siendo así, la continuidad en el tiempo de un tema ya no dependerá de quien sea el ministro.

**Lo micro y lo macro y la perspectiva territorial.** Se discutió cómo es que se puede hacer la adaptación al cambio climático solamente con la agricultura, cuando ella está contextualizada en un territorio en el cual no es la única actividad económica. La agricultura compite con otras actividades; por lo tanto, preocupa cómo se hace esa adaptación al cambio climático, cuando hay otras actividades simultáneas a la agricultura o existen factores que influyen en el quehacer de los agricultores, por ejemplo cuando hay proximidad a las ciudades.

Y eso también tiene que ver con lo apuntado sobre la dicotomía entre lo micro y lo macro: en cómo ir de los agricultores al país. No se puede ir de los agricultores al país sin antes pasar por el territorio. Esto es, hay una gran cantidad de decisiones que se dan a nivel de paisajes, a nivel de territorio. Por lo tanto, también se puede pensar en el territorio como una unidad que tiene relevancia política, o por lo menos en la posibilidad de que se convierta en una unidad de relevancia política. Si nada más analizamos lo macro y los hogares, nos estamos perdiendo una unidad de análisis muy importante, que es la dimensión territorial.

En cuanto al comportamiento de los agricultores, es un tema que ha sido poco atendido en la formación de los ingenieros agrónomos. El comportamiento es un tema social que ha sido poco abordado en la agronomía. El estudio del comportamiento es un tema interdisciplinario, que debe abordarse teniendo en cuenta cuán vulnerables son los individuos a las situaciones de cambio.

En ese mismo sentido se destacó la importancia del sesgo de la presentación principal hacia los pequeños productores, pues es la mayor parte de la gente que vive en el sector rural. También se destacó la relación con teorías de producción campesina; por ejemplo, cuando se menciona que son simultáneamente unidades de producción y unidades de consumo.

**El tema de los precios y las limitaciones del modelamiento.** El tema de la inclusión o no de los precios en los modelos de corto y largo plazo es un tema de larga data. No es un tema simple. No se les puede pedir a los modelos más de lo que pueden dar. Sin embargo, si es claro que los precios van a cambiar tengamos el reto de pensar en tener algunas predicciones, tal vez no muy elaboradas,

sobre los cursos de acción que los agricultores puedan tomar, dado lo que sabemos sobre sus procesos de toma de decisiones.

En cuanto a la perspectiva económica en el modelamiento, ciertamente es limitada, igual que es la de los agrónomos, o la de cualquier otra ciencia. Es un lente limitado. El análisis que se hace desde la economía sobre el comportamiento de los agricultores es bastante limitado, porque todas las decisiones están vistas en un marco de racionalidad y bajo una cantidad de supuestos que efectivamente no son muy realistas para entender el comportamiento de los agricultores. El mensaje es que si no se piensa en el comportamiento de los agricultores y se mira en esa dirección nos vamos a perder una parte muy importante de lo que va a pasar.

Los modelos son limitados, sirven para una cierta cosa y no sirven para otra. Son herramientas que nos dan alguna información. Cómo usamos la información es lo importante. Cómo hacemos que esas herramientas sean lo mejor posible, porque si mejoramos adecuadamente las herramientas vamos a poder sacar mejor información.

**Abordar la mitigación y adaptación de manea conjunta.** Un participante destacó que en Centroamérica hay una tendencia a abordar la mitigación y la adaptación de manera conjunta. Así, se habla de mitigación basada en adaptación, de territorios climáticamente inteligentes, o de agricultura climáticamente inteligente. También se ha planteado cómo abordar de manera conjunta la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo. Estos aspectos son importantes cuando se piensa en el tema de la diversificación agrícola. También se reiteró el papel fundamental que juega el agua, un recurso que estaría siendo impactado por el cambio climático y que es parte de la solución a la producción de alimentos y la seguridad alimentaria.

En relación al vínculo entre adaptación y mitigación, se destacó que hay un interés en hacer ambas de manera más eficiente; sin embargo, en opinión de varios participantes la adaptación es un tema tan urgente que no se la debería condicionar a que se la pueda hacer junto con la mitigación. Es el caso, por ejemplo, en países pequeños, con emisiones de gases de efecto invernadero insignificantes en el contexto mundial y muy poca capacidad de secuestrar emisiones en una escala significativa.

**La investigación y la extensión.** En algunos estudios se destaca que el acceso a información sobre prácticas productivas, sobre nuevas variedades, sobre prácticas de conservación de suelos específicas, etc., es información que los agricultores utilizan para escoger prácticas de uso. Eso muestra que hay un espacio importante para la investigación y la extensión. Y también para que los agricultores mismos se involucren en dichos procesos de desarrollo de conocimiento más participativo.

Eso es importante, pues pareciera existir una mirada bastante sombría y triste frente al cambio climático, en la que se destaca poco el tema de la investigación y de las investigaciones que se hacen, por ejemplo, en variedades resistentes a sequías. Este tipo de variedades podrían permitirle a un productor seguir produciendo un determinado cultivo, en lugar de cambiar a otro o abandonar su producción.

## Bibliografía

- Mendelsohn, R., W. Nordhaus, and D. Shaw. 1994. The impact of global warming on agriculture: A Ricardian analysis. *Am. Econ. Rev.* 84: pp. 753-771.
- Seol, S. Niggol y Mendelsohn, Robert. 2008. A Ricardian analysis of the impact of climate change on South American farms. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 68 (1): pp. 69-79.



## IV. Experiencias de trabajo colaborativo en adaptación

---

En esta sesión se presentaron dos iniciativas de investigación colaborativa. La primera estuvo a cargo del Dr. Francisco Meza, Director del Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y se refirió al “Southern Hemisphere Adaptation Collaboratory”, una iniciativa de investigación colaborativa entre países del hemisferio sur en materia de adaptación.

La segunda presentación le correspondió a Alejandra Sarquis, Representante del IICA para Chile, quien se refirió a un proyecto financiado por el Fondo Concursable para la Cooperación Técnica (FONCT), impulsado por el actual Director General del IICA, Dr. Victor Villalobos. Se trata de un proyecto de investigación sobre extensión para la adaptación de la agricultura familiar al cambio climático, desarrollado de manera colaborativa entre los institutos de investigación agrícola de Chile, Argentina y Uruguay.

La sesión fue moderada por Manuel Jiménez, del Consejo Agrícola Centroamericano (CAC).

### A. Southern Hemisphere Adaptation Collaboratory (Francisco Meza, Universidad Católica de Chile)

El “colaboratory” está concebido para documentar experiencias de adaptación en el hemisferio sur. Los fundadores de esta iniciativa son Mark Stafford, investigador de la Organización de Investigación Científica e Industrial de Australia (CSIRO), Patricia Pinho, del Instituto de Pesquisas Espaciales de Brasil (INPE), y mi persona del Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Los tres países compartimos el estar bajo la latitud “0” y, también, la inquietud de no saber hasta qué punto existen estrategias de adaptación que estén siendo sistematizadas. Es co-laboratorio más que una experiencia colaborativa, es un observatorio de experiencias de adaptación, y pretende ser un repositorio de buenas prácticas, pero también para extraer las lecciones que hay detrás. Quienes participamos de esta iniciativa y muchos de los invitados a participar tienen, de alguna manera, un *background* académico.

## 1. El concepto de adaptación

Básicamente, entendemos que la adaptación es sumamente específica a la realidad local y de los niveles de gobernanza de ese contexto. Al mismo tiempo, las personas que realizan investigación necesitan saber si las inversiones en adaptación efectivamente producen los beneficios que prometen. Sin embargo, el problema de monitorear la adaptación ha sido difícil. Lo más común en la literatura son marcos conceptuales para la adaptación, aproximaciones teóricas antes que experiencias prácticas. La evaluación ex-ante es posible, pero todavía no hay suficiente evidencia como para reportar conclusiones robustas a partir de evaluaciones ex-post. Entonces, la adaptación es una suerte de concepto al cual debemos aproximarnos, pero no está muy claro si está ocurriendo ya en el contexto del cambio climático.

¿Por qué la adaptación es absolutamente imprescindible? Un artículo publicado por Johan y colegas, en la Revista Nature (Rockström et al, 2009), causó mucho impacto por presentar el problema del cambio global en forma esquemática y muy sintética, lo que ellos llamaron límites planetarios. Según estos autores, aparentemente la acción humana ha traspasado un valor de seguridad para el planeta. En reacción a Rockström y colegas, investigadores de Oxfam (Raworth, 2012) propusieron ampliar los límites planetarios a niveles de uso de recursos que aseguran una base social, argumentando que las bases sociales están sustentadas en la limitación de las aguas, los ingresos, la educación, la resiliencia, equidad de género, equidad social, energía, trabajo, etc. Las preguntas entonces son, por un lado, cómo hacemos para operar en el sistema planetario y mantenernos dentro de sus límites, de tal manera que el planeta continúe siendo un hogar sano y/o seguro; y por otro lado, cómo hacemos para garantizar que se cubran las necesidades sociales. Hay un espacio seguro y justo para la humanidad, y la adaptación, de alguna manera, trata de volver a situarnos en este espacio.

En todos los informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) se presenta una proyección anual de la trayectoria de la temperatura en función de distintos niveles de emisión. Lo que normalmente nos muestra es que hay una gran incertidumbre en los escenarios. Pero si pensamos en un rango de impacto climático, la incertidumbre no está en si va ocurrir o no, sino en cuándo. Así el aumento de temperatura de 2 grados Celsius, como promedio planetario, podríamos experimentarlo hacia el 2065 más-menos 10 años. Eso significa que hay una cierta urgencia, básicamente nos quedan 50 años para adaptarnos a 2 grados, lo cual no es fácil.

Mark Howden, del CSIRO, dice que la adaptación no es fácil tampoco, porque hay distintos niveles de adaptación. Hay adaptaciones que son, de alguna manera, pequeños ajustes tácticos, pero cada uno de estos ajustes tácticos nos pueden generar beneficios hasta un cierto límite y de ahí hay que dar un salto incremental, un salto cualitativo, de manera que nos vamos moviendo desde adaptaciones sutiles hacia adaptaciones que son transformativas; por ejemplo, desde el manejo de suelos y de cultivos hacia la inversión y la reestructuración del sistema agrícola, con el consiguiente aumento en la complejidad y en el riesgo.

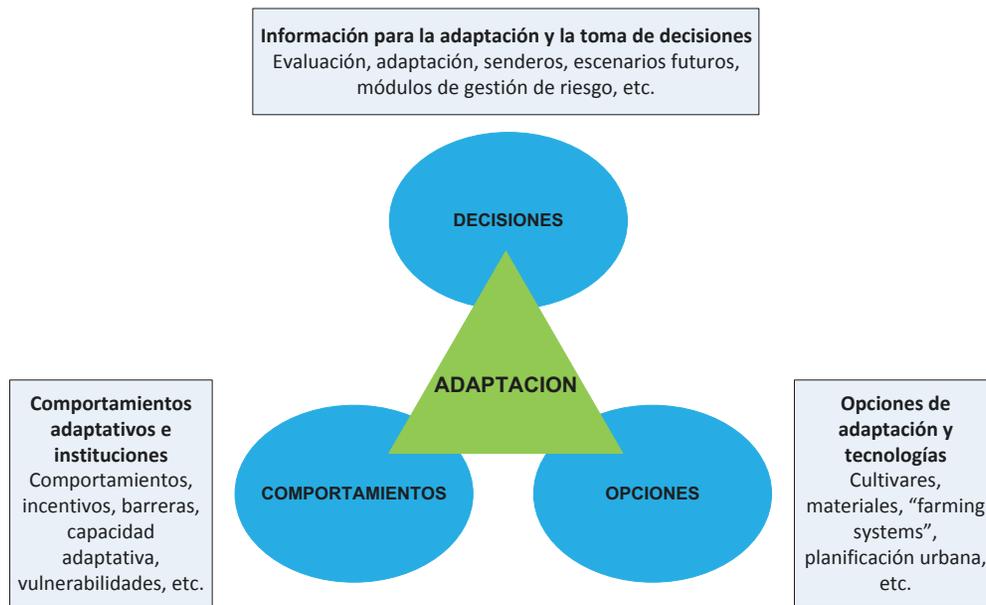
De la misma manera, Mark Stafford Smith, también de CSIRO, dice que los beneficios de la adaptación pueden ser en tiempo presente indistinguibles, pero el futuro puede traer muchas alternativas, desde un escenario manejable hasta un sistema climático desbocado, un escenario climático de estabilización, o un escenario climático de recuperación. Hay un rango posible de escenarios que podríamos estar enfrentando y, para los cuales, debiéramos estar preparados.

¿Nos estamos adaptando? La gran mayoría de literatura documenta aspectos teóricos de la adaptación. Se habla, por ejemplo, de adaptaciones de tipo endógenas, adaptaciones que son facilitadas, que son exógenas motivadas por agentes externos. Pero de todas maneras, parece que no tenemos una buena síntesis de qué es lo que está ocurriendo en el tiempo presente con la adaptación y, aparentemente, hay elementos que están ocurriendo a nivel local y que es necesario documentar.

La adaptación está conjugándose, de alguna manera, en tres campos: i) el campo de las decisiones, que tiene que ver con la evaluación de caminos de adaptación a futuros escenarios, con el campo del manejo de riesgos, con los modelos para la toma de decisiones; ii) el campo del comportamiento, que se sitúa en el ámbito de las instituciones y de las personas; y iii) el ámbito de las

opciones. Las decisiones son posibles de tomar en la medida que existen opciones que sean capaces de dar respuesta a los escenarios en los cuales nos estamos adaptando (diagrama 1).

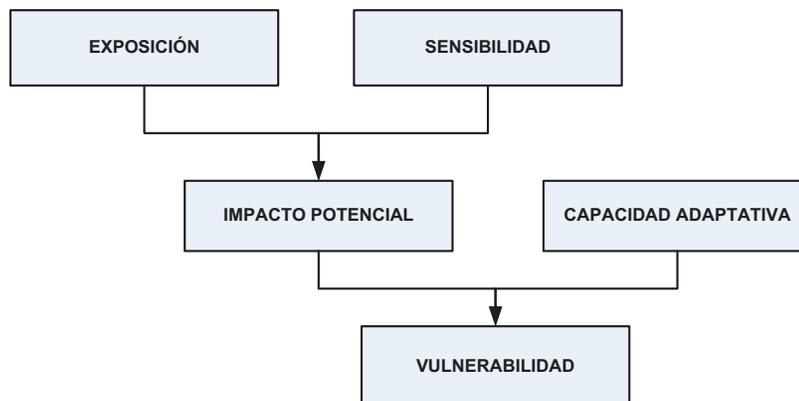
**DIAGRAMA 1  
CIENCIA DE LA ADAPTACIÓN**



Fuente: Elaboración propia.

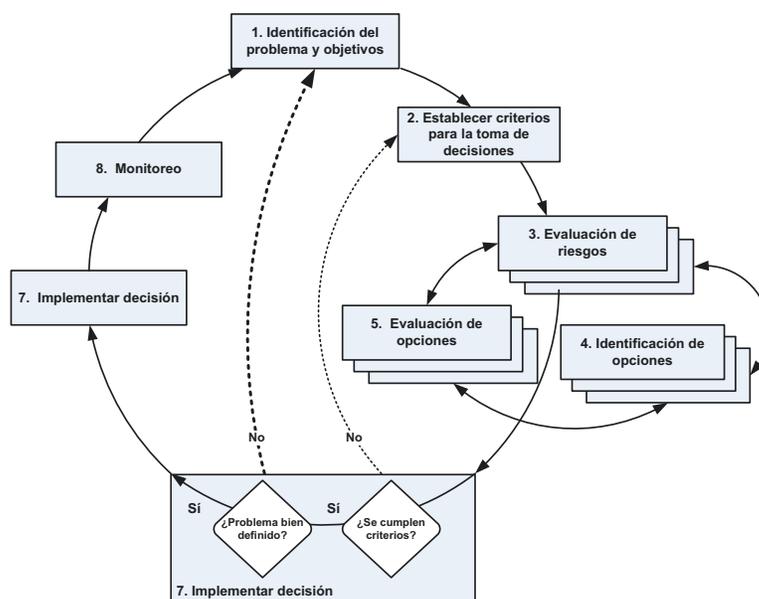
El concepto de vulnerabilidad del IPCC es relativamente conocido y conjuga exposición, sensibilidad, potencial impacto y capacidad adaptativa (diagrama 2). En contraposición, investigadores como Willow y Connell proponen medidas más complejas y difíciles de trazar, pero que están ocupando el espacio de una mejor manera. El análisis de riesgo o de vulnerabilidad es solamente un elemento, y lo que tenemos que tratar de trabajar es en los elementos adaptativos, lo cual deriva a una matriz mucho más compleja (diagrama 3).

**DIAGRAMA 2  
EL CONCEPTO DE VULNERABILIDAD DEL IPCC**



Fuente: IPCC.

**DIAGRAMA 3**  
**MARCO DE ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD PROPUESTO POR EL UNITED KINGDOM**  
**CLIMATE IMPACT PROGRAMME (UKCIP)**



Fuente: Willows y Connell (2013).

La adaptación tiene que ver con opciones, con comportamiento, con sistemas de toma de decisión, pero también tiene que ver con una programación y cierto tipo de prioridades en relación a las opciones que vamos tomando. Es muy distinto el conjunto de opciones para un escenario de 2°C versus uno de 4°C, un escenario de aumento del nivel del mar leve versus uno mayor. La complejidad de las decisiones va en aumento, y por lo tanto, llama a esfuerzos de reflexión importantes.

## 2. El “colaboratory”

En el año 2009, en San José dos Campos en Brasil, hubo una reunión científica donde se constituyó esta comunidad del “colaboratory”. A partir de entonces se han desarrollado dos conferencias internacionales sobre la adaptación al cambio climático, la tercera será en Fortaleza, Brasil, en febrero 2014. Estamos proponiendo realizar un portal con un repositorio de elementos de adaptación al cambio climático en el hemisferio sur. Y que sea un elemento por el cual podamos ir aprendiendo de las lecciones que estamos sacando, con análisis crítico de las experiencias. Proponemos una interacción de dos vías de modo que la comunidad que provee información y la comunidad que la analiza críticamente, interactúe, tenga retroalimentación con respecto a las lecciones. Fomentamos la transparencia, donde lo que vamos aprendiendo, también queda a disposición de la comunidad.

Algunos elementos de desarrollar por esta iniciativa incluyen guías para el uso de escenarios y algún conjunto de procesos de planificación, entre otros. Es una invitación a una comunidad. Se trata de una iniciativa del hemisferio sur, y no necesariamente global, porque tenemos en común el fenómeno de “El Niño”, que nos hace tener una realidad particular. Así mismo, en el hemisferio sur se sitúan una importante comunidad de países que tienen características de ingreso medio, que están en vías de desarrollo y que necesitan un cierto tipo de análisis.

Hay dos grandes temas sobre los cuales sería interesante comenzar a documentar los procesos de adaptación a nivel del hemisferio. El primero es un tema de infraestructura, normalmente un tema que recibe poca atención. Conocer por ejemplo, hasta qué punto la infraestructura está preparada, cuáles son las necesidades de inversión en infraestructura para la adaptación. El segundo tema es sobre seguridad alimentaria y también sobre seguridad de agua. El agua está asociada a infraestructura, particularmente

en los países mediterráneos y semiáridos. Estamos hablando de embalses, de obras de infraestructura de riego que faciliten la adaptación. Me parece que estos dos temas están absolutamente y estrechamente vinculados. Particularmente, los escenarios de cambio climático en aquellos lugares donde estemos hablando de reducciones de la disponibilidad de agua, se compromete automáticamente la seguridad alimentaria. Así, una propuesta plausible sería ampliar el espectro y, tratar de documentarlo de manera conjunta estos temas.

Aprovecho de mencionar el lanzamiento del proyecto AquaScapes, que tiene que ver con seguridad alimentaria y de agua. Es un esfuerzo colaborativo, que trata de entender los elementos en la interfaz ciencia y política, y cómo se toman las decisiones. Estamos proponiendo trabajo en cinco cuencas análogas, en Mendoza, en el noreste de Brasil, sudoeste de Estados Unidos, noroeste de México, y un par de cuencas en Chile. Un proyecto que va a durar hasta el 2017 y que esperamos que sea de bastante interés para ir documentando estos temas de impacto del cambio climático y de adaptación.

## **B. Estrategias de extensión para adaptación de la agricultura familiar en países seleccionados del Cono Sur (Alejandra Sarquis, IICA)**

Durante el año 2011, la actual administración del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (iica), encabezada el Dr. Víctor M. Villalobos, impulsó la creación del Fondo Concursable para la Cooperación Técnica (FONCT). El FONCT, de alcance interno al IICA, tiene por objetivo la articulación de la cooperación técnica entre los diferentes países de las Américas para generar, de esta manera, bienes públicos internacionales.

Es así como en su primera convocatoria se aprobó la realización del proyecto “Estrategias de extensión: los agricultores familiares y su adaptación al cambio climático en territorios seleccionados del Cono Sur (Argentina, Chile y Uruguay)”.

Este proyecto procuró sistematizar y “aterrizar” la información sobre cambio climático disponible, identificar su efecto en los sistemas productivos, evaluar las vulnerabilidades y las tecnologías de adaptación en territorios de alta concentración de agricultura familiar. Por lo mismo, se ha puesto hincapié en el eje “extensión - agricultura familiar - cambio climático”.

La ejecución del proyecto tuvo un sentido muy participativo, generando información y conocimiento “de abajo hacia arriba”. Para ello se realizaron en todos los territorios indicados una serie de talleres, tanto con agricultores como con extensionistas.

Con el análisis realizado, el Proyecto brinda aportes a las estrategias de los sistemas nacionales de extensión, para contribuir a la definición de las líneas programáticas y contenidos específicos sobre el cambio climático y la adaptación de los sistemas productivos de la agricultura familiar a los nuevos escenarios.

Ello con el propósito de permitirle a las organizaciones públicas y privadas pautar políticas que viabilicen la adopción de tecnologías de adaptación al cambio climático en procesos de corto plazo, así como de identificar áreas de insuficiencia de información que orienten la agenda de investigación tecnológica, principalmente por parte de los institutos públicos de investigación agrícola de los países participantes.

El objetivo general del proyecto fue elaborar estrategias y contenidos para los programas de extensión, que apoyen la sostenibilidad de los sistemas de la agricultura familiar de la región y su adaptación en un escenario de alta variabilidad de precipitaciones y temperatura producto del cambio climático en la región.

Los objetivos específicos del proyecto fueron:

- Mejorar el conocimiento de los productores familiares y de los servicios de extensión sobre los impactos esperados del cambio climático.

- Sistematizar y poner a disposición de los servicios de extensión y de los productores, la información existente sobre los impactos esperados del cambio climático en las áreas de mayor concentración de agricultura familiar.
- Contribuir al diseño de estrategias, herramientas y materiales de extensión.
- Identificar las tecnologías más adecuadas, según país y región, para dar contenido programático a los sistemas de extensión de cada país.

En cuanto al valor agregado que dejó el proyecto, consideramos relevante el haberse enfocarse en el poco atendido eje extensión - agricultura familiar - cambio climático. El proyecto procuró incorporar la evaluación de vulnerabilidades e identificar medidas de adaptación priorizando las necesidades de la agricultura familiar y fortaleciendo el rol de los sistemas nacionales de extensión en los procesos de adaptación de agricultura al cambio climático.

El proyecto tuvo varias etapas. Durante la primera etapa, desarrollada durante 2011, se hizo la selección de los territorios de referencia. Para ello se aplicaron los siguientes criterios: a) disponibilidad de registros largos de clima (superiores a 30 años) y en donde se identificaron cambios; b) alta concentración de agricultores familiares; y c) capacidades y potencial de las agencias de extensión territoriales para participar en el proyecto.

Los territorios seleccionados en los cuales se implementó el proyecto, a partir de la aplicación de esos criterios fueron los siguientes: **Argentina:** Valle del Tulum, San Juan; Goya, Corrientes; y Las Breñas, Chaco. **Chile:** Comunas de Padre Las Casas y Vilcún, Región de la Araucanía; Comuna de Cauquenes, Región del Maule; y Comuna de Talagante, Región Metropolitana. **Uruguay:** Departamento de Canelones, zona sur; departamento de San José, zona sur; y departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Tacuarembó, Rivera y Durazno; zona norte.

En cada uno de los territorios seleccionados se realizaron “Estudios de Caracterización de los Sistemas de Producción Familiar” y se desarrollaron “Taller de Capacitación en Metodología de Análisis de Variabilidad Climática”. Se capacitó a profesionales de INIA/INTA en el uso de una herramienta que les permitió analizar la variabilidad en series climáticas mirando el corto, mediano y largo plazo. Luego se seleccionaron estaciones meteorológicas que tuvieran series de más de 30 años de datos diarios temperatura y precipitación, para descomponer la variabilidad climática en períodos de corto, mediano, y largo plazo. Finalmente se elaboraron los documentos técnicos sobre “Variabilidad Climática” de los 9 territorios seleccionados.

La etapa 2 del proyecto se desarrolló durante 2012. Esta etapa incluyó la elaboración del documento técnico “Conceptos claves del cambio climático en agricultura”, orientado a homogenizar los criterios de análisis. También se hizo un análisis integrado de los informes de “Caracterización de los sistemas de producción familiar” con los documentos técnicos sobre “Variabilidad climática”. Además, se realizaron 9 talleres nacionales de validación de la información con agricultores y extensionistas en cada sistema productivo y 9 talleres nacionales con agricultores y extensionistas para validación y difusión de resultados en cada sistema productivo.

Una vez concluidos esos talleres se elaboró el informe “Síntesis y análisis integrado de la información de los sistemas de agricultura familiar y sus características frente al cambio climático”, que consolida y sistematiza todos los productos del proyecto elaborados hasta ese momento. Una de las primeras conclusiones que surgió en esta etapa, en todos los territorios, se refiere a la necesidad de “educación y capacitación”, seguida de créditos subsidiados.

La etapa 2 culminó con la realización del “Taller internacional de validación con autoridades”, para tener una validación de los resultados parciales del proyecto, desde la perspectiva de tomadores de decisión.

La etapa 3, desarrollada durante 2012 y 2013, se orientó a la formulación de propuestas (una por país) para el diseño de estrategias, herramientas y materiales de extensión. Para ello se realizaron 9 talleres con extensionistas, uno en cada territorio, para obtener lineamientos generales de extensión y

propuestas para la elaboración de un manual. Luego se realizó un segundo estudio internacional con el objetivo de generar lineamientos estratégicos de extensión en el marco de la adaptación al cambio climático por parte de la agricultura familiar y de sistematizar la información generada en los talleres nacionales de extensionistas.

Dos grandes resultados que surgen de este informe son, primero, la necesidad de empoderar al agricultor, involucrándolo en el tema de cambio climático para que así pueda tomar acciones de adaptación. Y segundo, la necesidad de formar a los extensionistas en el cambio climático.

En la fase final del proyecto se realizó un curso de capacitación de capacitadores denominado “Integrando la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo”, actividad en la que se contó con apoyo de la agencia alemana de cooperación internacional (GIZ) y del INTA, y que permitió capacitar a 21 técnicos de seis países.

Como productos finales del proyecto, se publicó el manual “Cambió el clima: Herramientas para abordar la adaptación al cambio climático desde la extensión” y se realizó un seminario internacional de “Difusión de resultados”. El proyecto finalizó su ejecución el 30 de Octubre de 2013.

El proyecto nos permitió identificar tres desafíos en términos de extensión y cambio climático. Primero, la necesidad de generar conocimiento para los técnicos, para los productores, para los elaboradores de política. Segundo, cómo y con quién se transmite el conocimiento; esto es, el tema de cómo desarrollar una estrategia de extensión del conocimiento, de la selección del lenguaje adecuado, y del desarrollo, uso y mejora de cadenas de información. Y tercero, el tema del cambio climático como un gran desafío para el sector agropecuario.

El proyecto produjo:

- Estudios de variabilidad climática aplicados a los 9 territorios seleccionados.
- Estudios de caracterización socio-productiva para los 9 territorios seleccionados.
- El documento “Conceptos claves del cambio climático en agricultura”.
- El estudio “Síntesis y análisis integrado de la información de los sistemas de agricultura familiar y sus características frente al cambio climático”.
- El estudio “Lineamientos estratégicos de extensión en el marco de la adaptación de la agricultura familiar al cambio climático”.
- 21 técnicos formados en el curso de capacitación de capacitadores “Integrando la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo”.
- Y el manual “Cambió el clima: Herramientas para abordar la adaptación al cambio climático desde la extensión”.

El proyecto ha continuado con tres acciones.

- La implementación de una experiencia piloto, en la Región Metropolitana de Chile, del Manual “Cambió el Clima” y del Curso de Capacitación “Integrando la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo”.
- La realización en Argentina del curso “Integrando la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo”
- Y la presentación del proyecto para una segunda fase de desarrollo al Fondo de Cooperación Técnica (FonCT) del IICA, para implementar en los 9 territorios seleccionados todo lo aprendido en el proyecto.

## Bibliografía

- Raworth, Kate. 2012. A safe and just space for humanity: can we live within the doughnut? Oxfam Discussion Paper.
- Rockström, Johan; Will Steffen; Kevin Noone; Åsa Persson; F. Stuart Chapin III; Eric F. Lambin; Timothy M. Lenton; Marten Scheffer; Carl Folke; Hans Joachim Schellnhuber; Björn Nykvist; Cynthia A. de Wit; Terry Hughes; Sander van der Leeuw; Henning Rodhe; Sverker Sörlin; Peter K. Snyder; Robert Costanza; Uno Svedin; Malin Falkenmark; Louise Karlberg; Robert W. Corell; Victoria J. Fabry; James Hansen; Brian Walker; Diana Liverman; Katherine Richardson; Paul Crutzen; & Jonathan A. Foley. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* Volume 461, No. 7263, pp. 472-475.
- Willows y Connell (2013).

## **V. Impactos previstos del cambio climático en la agricultura en América Latina y sus implicaciones para las políticas de adaptación**

---

La presentación principal en esta sesión la realizó José Javier Gómez, de la Unidad de Cambio Climático de la CEPAL.

Participaron como comentaristas:

- Tania López, Viceministra de Agricultura y Ganadería de Costa Rica;
- Agnes Cishek, Viceministra de Planificación Sectorial Agropecuaria de República Dominicana;
- Miguel Murillo, Director de Planificación del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras de Bolivia;
- Gerardino Batista, Viceministro de Desarrollo Agropecuario de Panamá;
- Ken Moriya, del Ministerio de Agricultura de Paraguay; y
- Alejandra Sarquis, del Consejo Agropecuario del Sur, CAS.

La sesión fue moderada por Walter Oyhançabal, de la Unidad Agropecuaria de Cambio Climático de Uruguay y miembro del Consejo Agropecuario del Sur (CAS).

### **A. Presentación principal, José Javier Gómez, Unidad de Cambio Climático, CEPAL**

La presentación está organizada en cuatro secciones: cambios en temperaturas, en los patrones de precipitación y otras variables según escenarios de cambio climático; impactos en el sector agropecuario a escala regional; impactos en el sector agropecuario de subregiones y países; implicaciones sobre las políticas de adaptación.

## **1. Cambios en temperaturas, en los patrones de precipitación y otras variables según escenarios de cambio climático**

Es interesante observar que en América Latina, entre el 1979 y el 2005, ha ocurrido un aumento de las precipitaciones en el Oeste de Argentina y de Paraguay. Esto generó un incremento importante en la producción de soja de esa área. En lo relativo a temperaturas también se puede apreciar incrementos importantes en este período en algunas zonas. A futuro en términos de temperaturas, básicamente se espera un aumento paulatino con eventos extremos en algunas regiones, noches más cálidas y en América del Sur incrementos de entre 1 y 4 grados Celsius, en el escenario B2; y entre 2 y 6°C en el escenario A2. Los últimos datos indican a que hemos alcanzado alrededor de las 400 partes por millón de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, y que con ello el objetivo, que se planteó alguna vez, de un aumento promedio de 2°C es prácticamente imposible. Probablemente nos vamos a mover en escenarios más extremos.

En términos de precipitaciones, se esperan cambios en intensidad y frecuencia. Quizás en algunas zonas se mantenga la precipitación en términos de contabilidad anual, pero su distribución a lo largo del año puede cambiar y eso afecta a la agricultura. Los modelos globales que aterrizan el cambio climático a veces no pueden dar los detalles. Es un área de aproximaciones, pues a lo mejor los modelos proyectan los mismos niveles de lluvia, pero con precipitaciones más intensas y concentradas, lo que puede afectar a las necesidades de los cultivos en determinadas épocas del año y por supuesto a todo lo que tiene que ver con impactos en el suelo, en degradación de suelos, entre otros.

## **2. Impactos en el sector agropecuario a escala regional**

A escala de la Región de América Latina y el Caribe (ALC), a grandes rasgos se esperan cambios en los rendimientos, y en los ciclos de cultivos. En la medida que la temperatura sea mayor, probablemente se aceleren determinados ciclos de cultivos, y por supuesto también en las condiciones físicas de los suelos, la disponibilidad de agua de riego, mayor evaporación y mayor estrés de cultivos. Perdemos glaciares, afectando la disponibilidad de agua, especialmente en los países que dependen de ellos para el riego. Los desplazamientos de zonas aptas para cultivos ya están ocurriendo, generalmente hacia áreas más frías, alejándonos del trópico, o elevándonos en altura, eso ya en algunos países lo están evidenciando, así como mayor incidencia de plagas y enfermedades, migración tanto humana y de cultivo. Evidentemente existirán áreas donde probablemente el incremento de temperatura no hará posible seguir cultivando.

En la curva de respuesta de los cultivos a los cambios de temperatura, existe un punto en que teóricamente la producción se optimiza, o se maximiza, pero pasado ese punto se da una fase de rendimientos decrecientes. Básicamente, los estudios de impacto de cambio climático en cultivos parten de esta base. Por ello el aumento de temperatura en algunos cultivos puede conducir a mejorar los niveles de producción, pero en otros casos la producción va a caer.

En algunas zonas habrá reducciones de precipitación; por ejemplo, en el centro de la Región Central de Chile, algunas áreas del Amazonas y de Colombia. Una de las predicciones es la sabanización de la Amazonía, lo cual puede tener implicaciones grandes en agricultura. En muchos sitios van a haber mayor incidencias de sequía. Hay modelos que están apuntando a que en El Caribe los huracanes van a ser menos frecuentes, pero más intensos; o sea, en un momento se tuvo la idea de mayor intensidad y mayor frecuencia, ahora se piensa más en huracanes menos frecuentes, pero más intensos.

## **3. Impactos en el sector agropecuario de subregiones y países**

Los resultados derivan de un estudio entre el BID y la CEPAL, financiado por muchos donantes, que intentó replicar el informe Stern de cambio climático. Es decir, analizar los impactos del cambio climático país por país. Los países que participaron fueron todos los de América Latina, excepto Brasil y México, quienes desarrollaron sus propios estudios.

Para determinar impactos en sub regiones y países, este estudio utilizó modelos globales que el Instituto Nacional de Investigación Espacial (INPE) de Brasil aterrizó regionalmente. Este nos mostraba lo que ocurriría con precipitaciones y temperaturas, en grillas de 40 kilómetros por 40 kilómetros, en

distintos períodos hasta el 2100. Evidentemente con todas las incertidumbres asociadas a la aplicación de estos modelos. El proceso era relativamente directo, para definir si en un lugar llovería menos o habría más temperatura, y cómo esto afecta a un cultivo, y la expresión económica de esa pérdida o aumento de producción, lo cual se comparó con una línea de base de proyección del Producto Interno Bruto (PIB). En algunas áreas el modelo de INPE no funcionó muy bien, puesto que no fue posible calibrarlo. Por ejemplo, el área andina es muy complicada en términos de predicciones climáticas por sus cambios tan bruscos de altura. Entonces en algunos países no se utilizaron los datos de INPE, pero el esquema fue muy similar.

En Centroamérica se trabajó a escala subregional, ya que no era posible analizar a nivel de país, por lo menos, en una aproximación en lo que se refiere a las modificaciones de precipitaciones y temperatura. En esta región la agricultura se podría expandir a costa de los bosques, porque habría zonas aptas de producción a mayor altura, donde básicamente hay bosques. De esa manera, se proyecta que la superficie agrícola crecería un 50%, pero pastizales y sabanas disminuiría en un 80%.

Básicamente entre los modelos del IPCC A2 y B2, el A2 es el más extremo en términos de que prevé incrementos más grandes de temperatura y predice menores esfuerzos de mitigación por parte de la comunidad internacional. El escenario B2 es más suave aparentemente. De acuerdo a los datos observados nos estamos situando más en un escenario A2. Así, en un escenario A2, tendríamos básicamente disminuciones de rendimientos de arroz, de frijol, y el maíz se mantiene con caídas, pero menos acusadas.

En **Argentina**, en el área suroeste, probablemente pueda haber incrementos de producción y mejores condiciones para cultivos. Aquí se consideró el efecto fertilizador del CO<sub>2</sub>, lo cual no se hizo en todos los otros estudios. Considerando ese efecto tendríamos impactos positivos; sin considerar el efecto del CO<sub>2</sub> las caídas son pronunciadas. Básicamente el escenario B2 siempre es más benigno y aportaría beneficios en torno a 126 mil millones de dólares. Un supuesto, entre varios otros, es que las hectáreas de producción se mantienen constantes, es decir, al haber cambios en las condiciones climáticas, lógicamente unos cultivos se van a mover hacia otros lugares, pero aquí lo que se consideró es que se mantienen las hectáreas estables de cada cultivo.

En **Chile** habría problemas en el centro del país, con una caída importante de la producción agrícola vinculada a la disponibilidad de agua para riego. El aporte de determinadas cuencas se puede reducir sensiblemente en los próximos años, y por tanto, afectar a las producciones vinculadas a riego, que son más frecuentes en esta zona del centro. Los efectos positivos del cambio climático se darían hacia el sur del país, y por ello se piensa que gran parte de la producción agrícola se puede desplazar allí.

En **Colombia**, citando un estudio del Departamento Nacional de Planeación (DNP), se plantean caídas de producciones en casi todos los rubros (agrícola, la pecuaria, silvícola y la pesca) al 2100. En términos de impacto económico como porcentaje del PIB, vemos caídas significativas en los rubros pecuario y la agrícola en torno a un 40, 50%. CEPAL está trabajando con el gobierno de Colombia en un estudio con más detalle. En comparación con otros sectores, el sector agropecuario sería el que más sufriría los impactos de cambio climático.

Para el estudio de **Ecuador** no se consideró el efecto fertilizante del CO<sub>2</sub>, y tenemos un escenario A2 negativo y un escenario B2 positivo. Es curioso que las principales caídas de producción sucedan en las zonas más cálidas, y se vinculan a productos de exportación. El banano, la producción cae fuertemente, la caña de azúcar también cae fuertemente en el escenario A2, así como el arroz. Mientras que los cultivos más vinculados a consumo interno y a autoconsumo, como el frejol, la papa o el maíz suave se afectarían en menor grado. Esto es lo mismo, en términos de costos económicos aplicados en distintas tasas de descuento. De igual modo, la agricultura sería uno de los sectores afectados negativamente en el escenario A2.

En el **Uruguay**, en el escenario A2, las únicas producciones que se mantendrían relativamente estables, son las forestales, pero habría caídas en todo el resto de los rubros. En el escenario B2 habría resultados positivos en todos los casos. El término de valor bruto de la producción los números no son favorables. En el escenario A2 se proyectan pérdidas en casi todos los sectores, excepto en el área

forestal, que en el Uruguay ha crecido fuertemente. Vemos caídas en el algodón, en el arroz, y casi todos los cultivos, excepto en la caña que podría incrementar su área de cultivo, especialmente en el escenario B2. En el resto, básicamente son pérdidas de áreas aptas para cultivo.

#### **4. Implicaciones sobre las políticas de adaptación**

La primera reflexión es que todos estos modelos aportan algo muy valioso para proyectar lo que podría ocurrir con el cambio climático en determinadas áreas, en determinados cultivos, y apoya a los tomadores de decisión. En este sentido, es una información muy valiosa. El problema son los niveles de incertidumbre asociados a los modelos y que hasta qué punto son confiables es difícil de establecer. Por eso, es importante reforzar todo el monitoreo y la observación climática de modo de seguir la trayectoria de los modelos; para ir ajustándolos y calibrándolos, a fin que sean herramientas más útiles para la toma de decisión. Cuando nosotros estimamos los costos del cambio climático, estamos dándole, digamos, un gran apoyo a todo lo que tiene que ver con políticas de adaptación porque estamos resaltando cuáles son los beneficios de la adaptación, que son costos evitados

Uno de los ejes de cómo enfrentar el cambio climático, evidentemente tiene que estar en el área de investigación. Todo el tema genético, tecnológico, todo lo que tiene que ver con innovación. Por ejemplo, resistencia a sequías y estrés hídrico, mayor eficiencia en el riego, entre otros. El área de investigación va a ser un campo amplio, así como todo lo relativo a monitoreo.

También son importantes las medidas que se aplicarían incluso sin cambio climático. Es decir, en áreas donde tenemos alta variabilidad climática, con o sin cambio climático habrá que seguir trabajando en lo que es adaptación de variedades, en transferir riesgos a través de los seguros agrícolas, en mejor eficiencia en el riego. La Región tiene un déficit de adaptación a variabilidad climática y superando ese déficit, de alguna manera estamos reduciendo el déficit respecto a cambio climático. En la medida de lo posible evaluar costo-beneficio o costo-efectividad de las alternativas escogidas.

Pensar en el desarrollo de los países sin considerar el cambio climático nos puede llevar a agendas negativas, que no nos van a permitir mejorar el bienestar para las poblaciones de la Región. No obstante, la incorporación del tema de cambio climático, desde un punto de vista político, tiene dificultades porque se trata de una agenda de largo plazo, y en América Latina, la planificación de largo plazo ha estado rezagada. Desde los años noventa los institutos de planificación, salvo en algunos países, perdieron mucha importancia en las dos últimas décadas. También en el área de investigación.

El tema de cambio climático implica pensar en el largo plazo pero, además, implica un pensamiento colectivo, tanto dentro del área de gobierno, entre los distintos sectores y también entre los sectores público y privado. La agricultura es uno de los sectores más importantes en este ámbito y es muy importante adquiera más protagonismo y se apropie más de este tema de cambio climático. Las autoridades del área agrícola requieren hacer un esfuerzo mayor también en las negociaciones internacionales. La agricultura está tomando cada vez más importancia en las negociaciones del clima, quizás a costas del sector forestal. La agricultura es un área que puede contribuir a aplacar las emisiones de gases de efecto invernadero, pues representa alrededor de un 20% de todas las emisiones. Pero sobre todo es un área donde está en juego temas como la seguridad alimentaria y el precio de los alimentos, temas con un impacto político y social enorme.

## **B. Comentarios**

### **1. Tania López, Viceministra de Agricultura y Ganadería, Costa Rica**

Mi aporte se orienta a ejemplificar la radiografía que se ha hecho en la presentación sobre lo que está pasando en América latina y los escenarios posibles y futuros, así como a proveer algunas reflexiones en cuanto a lo que deberían estar haciendo los países y a lo que estamos haciendo en Costa Rica.

En Costa Rica la agenda agroambiental y de cambio climático pasa, necesariamente, por una agenda que promueve la sostenibilidad. Costa Rica apuesta a ser una economía verde y en ese sentido, se ha hecho camino en los últimos 20 años para avanzar en esa dirección. Desde nuestra perspectiva la

discusión sobre qué es lo más importante, si la mitigación o la adaptación, no tiene mucho sentido. Porque tal como lo evidencia la presentación, lo que está pasando en materia de calentamiento global nos está afectando a todos y tiene implicaciones a todo nivel.

Entonces, si nosotros no hacemos nada por realmente tratar de mitigar los efectos y la emisión de gases, estamos en el camino equivocado. Desde nuestra perspectiva, hay mucha relación entre mitigación y adaptación; y lo que hagamos bien para tratar de mitigar gases efecto invernadero nos va a redundar en una agricultura mucho más resiliente y mucho más adaptada y más competitiva. Y lo mismo en cuanto a gestión de riesgos, que es el otro gran tema que para nosotros es sumamente importante.

Costa Rica es un país ubicado en la franja tropical, altamente lluvioso y húmedo, donde se espera una situación de incremento de temperatura, de baja en rendimientos, y en donde en algunas zonas se puede esperar incluso más precipitaciones. Eso nos puede incrementar vulnerabilidades en materia de plagas y enfermedades. De hecho, el cambio climático tiene efectos en la fenología de las plantas y en el comportamiento de los animales, que los puede hacer más vulnerables ante plagas y enfermedades que pueden hacerse más agresivas, también como resultados del cambio climático. Por lo tanto, si no ponemos la atención debida las plagas y enfermedades asociadas al cambio climático podrían llegar a tener impactos económicos realmente importantes.

Y de hecho eso ya estamos viviendo. Las condiciones de estrés hídrico o exceso de agua están provocando la irrupción de plagas y enfermedades que nos están atacando con mucha virulencia. El mejor ejemplo que tenemos en estos momentos, en toda Mesoamérica, es el de la roya en el café, que es una de las actividades agrícolas más importantes de la economía costarricense y de los países centroamericanos.

Para enfrentar esa situación estamos conceptualizando un sistema de gestión de riesgo que no solamente nos ayude a mitigar la crisis, sino que nos ayuden a prevenir, a partir de la implementación de sistemas de monitoreo que nos permitan vincular los cambios diarios en temperatura y humedad (y otras variables climáticas), con la posibilidad de que bajo esas condiciones se presente una plaga de importancia cuarentenaria.

Otro tema que nosotros estamos viendo es el de los ajustes que deben hacerse en los sistemas de producción. Un ejemplo es lo que sucedió en el sector lechero costarricense después del paso de la tormenta tropical Tomas, que afectó a muchos de nuestros países. El efecto de la tormenta se sintió entre finales de octubre y principios de noviembre de 2010; y todavía en febrero, que ya es época seca, los pastos no se recuperaban, generando además problemas en las patas de las vacas debido a la humedad de los suelos. Esto ha implicado que en la ganadería de leche, una actividad agropecuaria muy importante en Costa Rica, se haya visto la necesidad de hacer algo en materia de mejoramiento de pastos, de manera que, por ejemplo, tengan mayor resistencia ya sea a la sequía o a inundaciones.

Y pese a que nuestra ganadería de leche es principalmente de pastoreo, también se ha visto la necesidad de combinar la alimentación con pacas de heno y de desarrollar de infraestructura para la estabulación de los animales. Más aún, pese a que el mejoramiento genético de nuestro hato de ganadería de leche se hizo trayendo ganado de Wisconsin, en los Estados Unidos, hoy nuestros ganaderos están pensando en que requieren otro tipo de animal, uno que tenga mucho más resistencia a las condiciones de variabilidad de clima de nuestro país, comparada con la que tiene gran parte del hato actual, que obviamente fue criado para condiciones muy diferentes.

También coincido absolutamente en que —con o sin cambio climático— la investigación científica y la transferencia de tecnología son una herramienta de gran importancia. Hoy hablamos de la necesidad de una agricultura de precisión y eso implica la aplicación del riego, la introducción de sistemas de ambiente controlado, la aplicación de pesticidas con base en información climática, entre otros. En Costa Rica la agenda de investigación se ha volcado precisamente a tratar de darle respuestas a toda esta problemática que estamos observando.

Ese es el caso, por ejemplo del mejoramiento genético, que consideramos un tema de gran relevancia, no solamente por el cambio climático, sino también por razones de competitividad. Porque

incluso sin cambio climático, quien tenga las mejores condiciones de recurso genético, obviamente tiene ya un buen camino para lograr una mayor competitividad en los diferentes sectores de la agricultura. En esa materia hemos considerado un replanteamiento del mejoramiento genético, pensando por ejemplo, en la importancia de los bancos de germoplasma, de la biotecnología (ya sea la biotecnología tradicional o la moderna), de la conservación de los recursos fito-genéticos y zoo-genéticos. Todo esto es parte de una agenda que estamos desarrollando y que nos va a ayudar a adaptarnos de mejor forma a todo este nuevo escenario que nos plantea el cambio climático.

Para finalizar destaco el tema de la seguridad hídrica. En Costa Rica tenemos desde hace 30 años una institución que se dedica al tema del gran riego. Tenemos un distrito de riego importante, pero también tenemos pequeño riego, que es cada vez más relevante, y se desarrollan iniciativas para la prevención de inundaciones. Todas son acciones que van vinculadas al manejo del recurso hídrico.

La realidad es que los agricultores no pueden simplemente tomar sus fincas y “pasarlas más arriba” o a “otro lado”. Por lo tanto, se hace necesaria una nueva zonificación de nuestra agricultura. Por ejemplo, entendemos que cada día va a ser más natural que el café desaparezca de las zonas bajas. Y también son necesarias acciones como la reprogramación de época de siembra para dar respuesta y para lograr una mejor adaptación a este nuevo escenario.

## **2. Agnes Cishek, Viceministra de Planificación Sectorial Agropecuaria, República Dominicana**

El cambio climático no sólo está impactando al sector agrícola, sino a todos los sectores relacionados, y sus efectos no se verán solamente en la producción, sino también en los costos de producción y en la generación de empleos; por lo tanto, lesiona y pone en peligro la sostenibilidad económica del sector rural y de los países en general.

Por lo tanto, cuando se habla de las implicaciones de las políticas de adaptación al cambio climático tenemos que pensar en instrumentos integrales, que no vayan enfocados solamente hacia la agricultura, sino también hacia otros sectores que también se ven afectados por los efectos del cambio climático sobre el sector agrícola. El cambio climático es un elemento importante para la seguridad alimentaria y tiene un efecto en el ritmo de desarrollo de los países menos industrializados: una cosa es desarrollo y otra es el ritmo de desarrollo. Las políticas de adaptación, para ser efectivas, no solamente deben centrarse en la actividad productiva, sino que deben tocar un abanico de segmentos económicos que inciden directa o indirectamente en la actividad productiva, y eso incluiría a las políticas de comercialización, de asociatividad horizontal y vertical y temas impositivos y de seguridad alimentaria.

Creemos recomendable que las directrices que impulsen y fomenten la adaptación climática formen parte de un marco, una conceptualización o un escenario que debe ser el desarrollo productivo. Para reducir las vulnerabilidades climáticas, la adaptación productiva requiere que los agricultores sean el centro de las acciones derivadas de estas políticas. Los cambios en los modelos productivos implican una transformación cultural rural que incluya la necesidad de crear o potenciar sinergias para mantener niveles de competitividad mínimos en el campo, y generar el impulso económico, eficiencia en la gestión productiva para responder a los aumentos en los costos de producción, conocimiento e identificación de los efectos del cambio climático en la producción y la capacidad productiva, y el entorno, entre otros.

Entendemos que los programas de desarrollo que se deriven del conocimiento del cambio climático y de la vulnerabilidad de nuestros países hacia esta realidad, deben comunicar claramente los efectos que se esperan, como la incidencia y las variaciones climáticas sobre el incremento y la resistencia a las plagas, y el reconocimiento de la incapacidad de control de las mismas por los medios tradicionales conocidos, así como los efectos de la apertura comercial global sobre la demanda y los precios de los productos agrícolas.

Esto nos lleva al deseo de formular políticas que fomenten la capacitación en gestión gerencial; esto es, ir más allá del aspecto puramente agrícola, fomentando la capacidad gerencial y productiva para

aumentar la competitividad y la conciencia sobre las limitaciones y la necesidad de transformación que implica el cambio climático.

Los países ya estamos sintiendo el efecto de la migración temporal de mano de obra y la reducción de la participación de nuevas generaciones de agricultores en el sector agrícola. Entendemos que esto es de vital importancia para mantener un sector agrícola pujante, productivo y dinámico, y que dentro de las políticas de adaptación y de desarrollo productivo debemos tratar de buscar soluciones a estas situaciones que ya ocurren y que se vendrán.

Es difícil que una persona decida continuar en una actividad económica que ya no le resulta rentable. Pero si aparecen oportunidades para dedicarse a algo distinto, donde la relación costo-beneficio es mucho mejor, sencillamente las nuevas generaciones abandonan el campo. Los productores están cuestionando su permanencia en la actividad agrícola, debido a la incapacidad de tener sostenibilidad económica, y a los aumentos en los costos de producción que se generan por el incremento en los precios de los insumos, las dificultades para mantener volúmenes de producción comercialmente rentables y a los escasos márgenes de beneficios.

Las políticas de asociatividad, tanto horizontales como verticales, unidas a programas de información de mercado y capacitación gerencial, son fundamentales, sobre todo para los países pequeños, donde la producción agrícola se concentra en pequeños predios. Las políticas de desarrollo agrícolas deben estar enfocadas hacia las herramientas que faciliten la superación de esas barreras económicas y fomenten la gestión eficiente de los agricultores, tanto a nivel productivo como en la comercialización de sus productos. La creación de valor debe ser una meta de las acciones que se implementen a partir de las políticas de desarrollo productivo, y esto está íntimamente relacionado con las políticas de adaptación al cambio climático. Nos referimos al desarrollo de una agricultura inteligente, que requiere de conocimiento e información por parte de los agricultores. Es necesario que haya intercambio de información entre los productores, los investigadores y los hacedores de políticas, con el propósito de proveer opciones y dar herramientas que respondan a las necesidades de los agricultores y que, al mismo tiempo, incidan sobre la mitigación de riesgos y los controles que deben realizarse para fines de reducir las vulnerabilidades climáticas.

La efectividad en la ejecución de las políticas de desarrollo productivo que implementen los países depende de que los gobiernos asimilen las realidades económicas del sector y comprendan la importancia de crear y adecuar sus políticas productivas, no sólo en línea con las vulnerabilidades climáticas, sino también con las necesidades económicas, sociales y educativas de los agricultores. Estas políticas deben formularse a partir de los problemas y debilidades del sector agrícola, pero sus acciones deben enfocarse hacia opciones de solución que induzcan al desarrollo productivo sostenible.

### **3. Miguel Murillo, Director de Planificación, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Estado Plurinacional de Bolivia**

Bolivia ha vivido procesos importantes en su economía y su historia, pero fue hace dos años, con la promulgación de la Ley 144 (Ley de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria), que se reconoce como un Estado productor y exportador de alimentos, un reconocimiento al sector agropecuario que marca un hito trascendental en la historia del país.

Desde hace muchos años se ha estado hablando de los problemas ambientales, de los problemas de erosión y desertificación. Y como lo indica José Javier Gómez, en muchos Estados desaparecieron las instancias de planificación, o su rol disminuyó en importancia. Pasaron muchos años, muchos recursos, muchas instituciones nacieron, crecieron y murieron; y seguimos sin haber completado la agenda del tema ambiental, del manejo sostenible de los recursos naturales, fundamentalmente del suelo, el agua y el manejo de la cobertura vegetal.

En el ámbito social hay que trabajar con los productores, apoyándoles con información y en su organización, y desarrollando procesos que permitan la educación mutua, porque estos grupos sociales tienen muchos valores, muchos conocimientos y tienen una riqueza que han sabido manejar y mantener por cientos de años. A eso nosotros llamamos nuestra “agro-bio-diversidad”; y son ellos los que han

manejado y están administrando esos recursos. Nuestra biodiversidad está al servicio de todos los bolivianos y también de toda esa población que necesita alimentarse más y mejor.

En el ámbito económico se ve también que el problema del cambio climático no sólo es responsabilidad del sector agropecuario, sea por causa o por efecto, sino que está interrelacionado con otras actividades del país, de la región y del mundo. Se ha hablado de que muchos gobiernos hemos generado información que, en muchos casos, se queda en la biblioteca particular de quien fue funcionario público y que no quiere, o no ha querido, facilitar esa información como un bien público nacional.

Necesitamos adecuar nuestros sistemas de producción en función de las especificidades del contexto local. Esto es clave para nosotros, así como mirar más allá de lo local, a las comunidades y pueblos de los países vecinos que puedan haber avanzado, o haber tenido logros, en tener sistemas más amigables con el ambiente, más eficientes económicamente y más equitativos, social y económicamente.

En el ámbito financiero, la asignación de recursos para adaptarse, mitigar o producir más y mejor requiere recursos públicos y privados. En mi país tenemos muchos años de experiencia en lo que se llama transferencias público-privadas, y ahora estamos intentando trabajar en las transferencias privado-públicas, porque consideramos que este problema ha de tocarnos a todos, por lo que entre todos tenemos que dar soluciones.

Infraestructura y servicios son dos palabras que parecen casi mágicas, pero requieren dinero. Infraestructura para almacenamiento y conducción de agua; infraestructura para transportar y almacenar productos agrícolas e insumos agrícolas. Nuestros pequeños productores no tienen estos fondos, entonces ahí está la inversión del Estado y hacia a ellos, a través de las transferencias públicas y privadas.

Y por último, un tema importante y difícil es lo político, no en términos de políticas públicas, sino de cómo hacer para que los tomadores de decisiones a nivel nacional, a nivel regional y a nivel local, asuman el compromiso de trabajo para preparar a nuestro sector para que pueda adaptarse a los efectos que puede producir o que ya está produciendo el cambio climático. Porque una cosa puede ser lo que dice el tomador de decisiones del sector agropecuario, pero otra es lo que pueda decidir el Ministro de Hacienda, o el Ministro de Economía. Esos mismos desafíos se dan a nivel de un gobierno regional y de un gobierno municipal.

#### **4. Alejandra Sarquis, Consejo Agropecuario del Sur**

Apropiarse del tema del cambio climático en los ministerios de Agricultura no es fácil, porque es complicado apropiarse de un tema que está tan relacionado con la labor de otras carteras y las decisiones de políticas no pueden ser tomadas por un solo organismo. Por ejemplo, los ministerios de medio ambiente siempre han estado relacionados con el tema, lo mismo que los de relaciones internacionales, en materia de negociaciones; pero igualmente deberían estarlo los ministerios de infraestructura (principalmente por el tema del agua), así como los ministerios del ámbito económico. Crear una situación que hace que se tengan que poner de acuerdo todos los actores dentro de un país, no es fácil. La mayoría de quienes trabajamos desde los países del Consejo Agropecuario del Sur (CAS) sabemos que todos los países han incluido en la agenda de sus ministerios de Agricultura el tema climático como un tema prioritario. Pero es muy difícil empezar a tomar decisiones de políticas públicas concretas. Para eso debiera comenzarse con la creación de conciencia. Mucho se ha hablado sobre el conocimiento y la información que debe ser conocida por el tomador de decisiones, el técnico, el extensionista y el mismo productor. Pero esto no es vertical, no va de arriba para abajo; tiene que darse de forma horizontal, porque hay mucho que se puede tomar de la experiencia del productor, sobre todo cuando hablamos de la pequeña agricultura, que tiene una sensibilidad muy especial en cuanto al conocimiento del clima.

Otro punto esencial es el tema de la investigación y la innovación, pues se dijo que no sólo se esperan decrecimientos, sino que también puede haber aumentos en los rendimientos. Eso hace que los institutos de investigación y las instituciones privadas estén replanteando sus líneas de investigación para incluir el cambio climático, que tiene influencias importantes en los estudios sobre sequía, salinidad y resistencia a climas extremos.

Otro punto que me parece muy importante es el tema de las negociaciones. Cuando se creó el grupo de cambio climático dentro del CAS y estábamos en una de las primeras reuniones, una de las cosas que primero notamos fue que muy pronto había una negociación de cambio climático y que en la mitad de los países el sector no iba a participar. Eso nos dio una luz de alerta, pues nos dimos cuenta que los ministerios de Agricultura no estaban acostumbrados a participar en las negociaciones. Hoy vemos que el segmento de agricultura es uno de los ejes fundamentales de la negociación.

En el tema de las negociaciones es bueno tener precaución. Nuestros países tienen que participar porque muchas cosas se pueden convertir en barreras arancelarias. Si nos ausentamos y luego los acuerdos o las negociaciones se convierten en ley, no hay forma de volver atrás. De modo que los países de la región, ya sean grandes productores, exportadores, o importadores de alimentos, debemos tener mucho cuidado, porque cualquier medida arbitraria que se tome en este sentido nos va a afectar a todos nosotros. Y eso es, realmente, un gran problema.

Finalmente, para que lo conozcan, en el CAS se han venido creando muchos grupos técnicos. Cuando se creó el grupo de cambio climático éste fue concebido para trabajar de forma transversal, porque toca a todos los otros grupos. Por ejemplo, trabaja directamente con el grupo de riesgo y seguros agropecuarios. Recientemente se acaba de crear el grupo de agua, debido a la importancia del tema para el sector y también hay grupos de negociaciones y de biotecnología, todos relacionados con el de cambio climático. En resumen, en la agenda de los ministros del CAS el tema del cambio climático toca todas las discusiones que tienen los ministros, aunque no sea el tema central en discusión.

## C. Discusión

Se discutió sobre el avance de los países en cuanto a las políticas e instrumentos para la adaptación al cambio climático, y la necesidad de contar con información adecuada para apoyar ese proceso.

Hay avance, pero faltan más acciones concretas. Se destacó que hay planes de adaptación en Perú, Chile y Brasil, y que en general se aprecia que los países de la región están evolucionando en el desarrollo de los marcos legales e institucionales para atender el cambio climático, aunque con pocas acciones concretas. Los países tienen visiones diversas sobre cómo afrontar el problema del cambio climático dependiendo de sus características propias; sin embargo, hay convergencia en la importancia de la adaptación en el sector agrícola.

Se indicó que muchas veces los estudios se realizan con un enfoque académico y de información pura. Por el contrario, en el caso del estudio coordinado por la CEPAL se buscó desde un principio contar con un cierto nivel de compromiso político, buscando aportar información sobre impactos económicos, que puede ser más fácil de internalizar por las carteras de Hacienda, que tienen injerencia directa en la distribución de los presupuestos nacionales. Respecto de los instrumentos, existen varios enfoques y herramientas interesantes; sin embargo, se enfatizó que lo más importante es el trabajo a nivel político y de toma de decisiones, especialmente si se consigue llegar a los niveles más altos de decisión en las instituciones pertinentes.

Más allá de los impactos económicos. Aun cuando los estudios consideran varios sectores económicos, hay aspectos sociales que no fueron estudiados directamente y que cada país debe enfrentar por su relevancia. Las variaciones proyectadas en los rendimientos de cultivos en cada zona, o el desplazamiento de las zonas de cultivo debido al cambio climático, pueden detonar conflictos por la propiedad de la tierra, especialmente en los países donde actualmente hay problemas de regularización de títulos. Los estudios presentados están orientados a dar un panorama general, con énfasis en información económica. Se subrayó que también es importante rescatar la importancia del rol de las instituciones de planificación, con una perspectiva que combine problemas y soluciones de corto y largo plazo.

Mejorar las articulaciones con el sector ambiental. Hablar de cambio climático evidencia un conjunto de otros temas y conflictos, que pueden estar o no relacionados con la agricultura. En muchos países hay problemas de comunicación entre los Ministerios del Ambiente y los de Agricultura, lo que tiene sentido porque son carteras con distintos objetivos y enfoques. Un ministerio del Ambiente tiene

como preocupación de cuidar el ambiente y muchas veces eso se interpreta como dejar todo intacto, o hacer los menores cambios posibles. Por el contrario, en el Ministerio de Agricultura se siente la necesidad de cuidar el ambiente, pero haciendo uso de éste, con los riesgos que implica ese uso. Cubrir una demanda creciente de alimentos “haciendo menos” de lo que se hace actualmente, o evitando la expansión de superficies de cultivo es un gran desafío. Igualmente, se debe compatibilizar la producción de pequeños y grandes agricultores. Es necesario aprovechar la biodiversidad, los aprendizajes y los avances tecnológicos a los que cada país tiene acceso, pero todo ello no es simple, si además se debe producir más alimentos en menores superficies.

La agricultura familiar como sector prioritario. Con el cambio climático se espera que algunos territorios pierdan o cambien su vocación productiva, rendimientos y productividad; o que se vean expuestos a nuevos vectores y enfermedades. Estos cambios serán más difíciles de afrontar por los pequeños productores, que cumplen un rol muy importante en la producción de alimentos para el mercado interno. Ellos deberían tener una prioridad en las políticas nacionales de adaptación, dado que no sólo importa la cantidad de alimentos producidos, sino también el aspecto social del desarrollo agrícola.

## **VI. Investigación científica sobre agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe**

---

La presentación principal estuvo a cargo de Adrián Rodríguez (Jefe de la Unidad de Desarrollo Agrícola, División de Desarrollo Productivo de la CEPAL) y de Laura Meza (consultora de FAO/RLC en temas de cambio climático y gestión del riego), quienes presentaron resultados preliminares de una investigación bibliométrica en curso sobre investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe.

Participaron como comentaristas:

- Maricela Díaz, directora de Ciencia y Técnica del Ministerio de la Agricultura de Cuba;
- Enzo Benech, subsecretario de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay;
- Milagro Saborío, investigadora del CATIE, y
- Jeimar Tapasco, Investigador del CIAT.

La sesión fue moderada por Mónica Rodrigues, de la Unidad de Desarrollo Agrícola, División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL.

### **A. Presentación principal, Adrián Rodríguez, CEPAL y Laura Meza, FAO**

En la presentación se muestran resultados preliminares de una investigación bibliométrica en curso sobre investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe. La bibliometría es una herramienta que se ha desarrollado considerablemente en los últimos años, aprovechado el desarrollo de grandes bases de datos sobre publicaciones científicas, que registran información sobre una gran cantidad de variables que permiten caracterizar cada publicación. Para la investigación se utilizó la base de SCOPUS, desarrollada por Elsevier Science, que contiene más de 50 millones de registros (artículos científicos) publicados en más de 21 mil revistas científicas alrededor del mundo.

La primera parte presenta un contexto general sobre la investigación científica relacionada con la agricultura y con agricultura y cambio climático en la región, enfocada en temas de interdisciplinariedad e investigación colaborativa. En la segunda parte se profundiza con un análisis de contenido, aplicando métodos de análisis de conglomerados y de redes.

## 1. Metodología

Los datos utilizados en el estudio corresponden al período 1990-2012 y derivan de la sistematización de búsquedas por tema, utilizando términos relacionados con agricultura, cambio climático y regiones y países de América Latina y el Caribe. Las búsquedas se pueden realizar a partir de varios criterios. En nuestro caso utilizamos tres: a) título, abstract, palabra clave, para análisis de contenido; b) áreas temáticas, para análisis de disciplinariedad-multidisciplinariedad; y c) afiliación de los autores, para estudiar patrones de cooperación.

Un supuesto importante del enfoque es que la producción científica publicada en revistas científicas con revisión por pares es un buen indicador de la producción científica de un país. También es importante destacar que un mismo artículo puede ser publicado por autores en dos países, lo que permite estudiar patrones de cooperación; y también puede abarcar uno o más disciplinas científica, lo que permite estudiar patrones de multidisciplinariedad. El cuadro 3 presenta, a la derecha el total las áreas científicas en que está organizada la base de datos y a la izquierda las agrupaciones que hemos hecho para efectos de nuestro análisis.

**CUADRO 3**  
**AGRUPACIÓN DE LAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS INCLUIDAS EN LA BASE DE DATOS SCUPUS**

Agrupaciones	Disciplinas científicas
Agricultura	Agricultura y ciencias biológicas; Veterinaria
Áreas de la salud	Odontología; Profesiones de la salud; Medicina; Enfermería; Farmacología, toxicología y farmacéutica; Inmunología y microbiología; Neurociencia; Psicología
Ciencias de la vida interdisciplinarias	Bioquímica, genética y biología molecular
Energía y ciencias ambientales	Energía; Ciencias ambientales; Ciencias planetarias y de la tierra
Matemática y ciencias físicas	Matemática; Física y astronomía; Química
Ingenierías y ciencias de la computación, de la decisión y de los materiales.	Ingeniería; Ingeniería química; Ciencias de la computación; Ciencias de la decisión; Ciencia de los materiales
Campos socio-económicos	Artes y humanidades; Negocios, gerencia y contabilidad; Economía, econometría y finanzas; Ciencias sociales; Multidisciplinar

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus.

Hay dos agrupaciones destacadas desde el punto de vista de la convergencia tecnológica. La primera es la relativa a bioquímica, genética y biología molecular. Esta es importante porque abarca disciplinas que se consideran de vínculo entre las ciencias de la salud, las ciencias agrícolas y las ciencias sociales; es un área que potencia la convergencia tecnológica entre ciencias de la salud y ciencias biológicas y agrícolas.

La segunda área de interés es la que abarca temas en el ámbito de la ingeniería, ciencias de la computación, ciencias de la decisión y ciencia de materiales. Esta agrupación incluye disciplinas de naturaleza tecnológica que también pueden ser relevantes para la agricultura y para las ciencias ambientales. Es entonces una área de convergencia relevante para la agricultura y las ciencias ambientales; por ejemplo, aplicaciones de la nanotecnología para hacer monitoreo ambiental, o para hacer monitoreo de fenología y variables meteorológicas a nivel de cultivos y de finca.

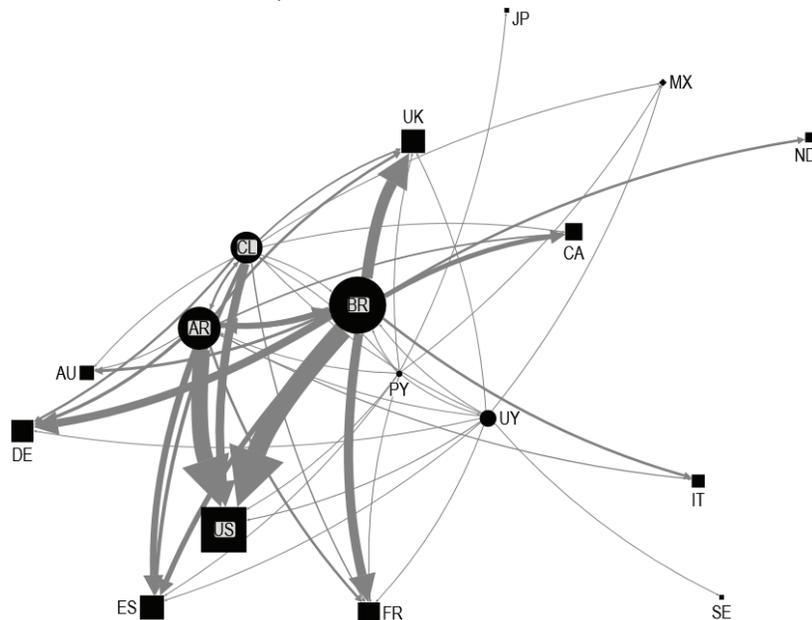
## 2. Análisis descriptivo

### Cooperación en las publicaciones relacionadas con agricultura

Hay tres elementos que nos interesa destacar en materia de colaboración científica. Primero, que la colaboración le genera externalidades positivas a los países con menos capacidades; segundo, que la colaboración incrementa la efectividad de la investigación en contextos de restricciones financieras, especialmente entre países con sistemas agrícolas similares y con similares dotaciones de recursos naturales; y tercero, que es un enfoque efectivo para enfrentar fenómenos globales con el cambio climático.

Para identificar patrones de colaboración se toman los 10 principales socios de cada país y se establecen las relaciones respectivas. La herramienta utilizada para generar los gráficos permite determinar tanto la importancia de las relaciones entre países (grosor de las líneas), como el volumen de publicación de cada país. Y en cada caso se excluye la producción científica que se realiza en cada país sin colaboración de otros países. Los gráficos 3, 4 y 5 presentan los resultados para los países del Cono Sur, Centro América y la Región Andina, respectivamente.

**GRAFICO 3**  
**CONO SUR: COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN SU PRODUCCIÓN CIENTÍFICA**  
**RELACIONADA CON AGRICULTURA, 1990-2012. 10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS**



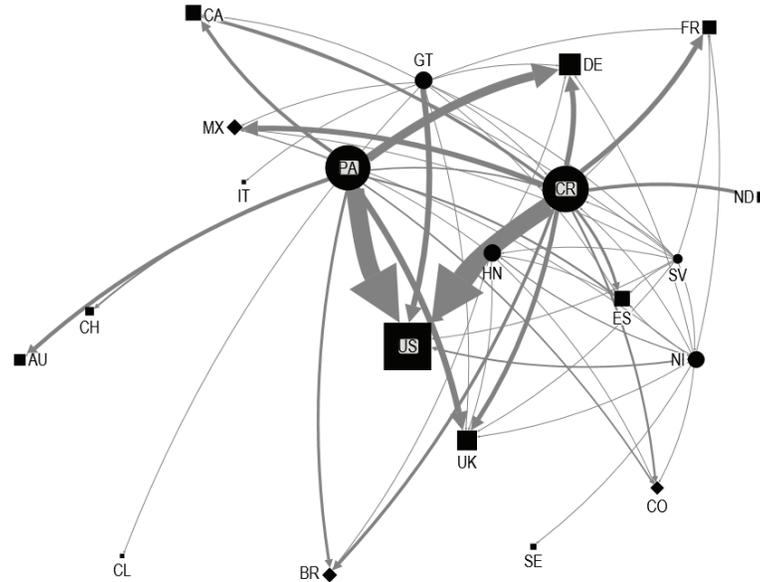
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus (gráfico generado con NodeXL).

En Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) la mayor parte de la producción se concentra en Brasil, Argentina y Chile. En este caso al menos un país de la región está entre los 10 principales socios de los demás países y Brasil está entre los primeros 10 socios de todos los países. México es el único socio latinoamericano relevante fuera de la subregión (para Chile, Paraguay y Uruguay) y el socio extrarregional más importante es Estados Unidos (para todos los países); otros socios no latinoamericano importantes son Reino Unido, Alemania, Francia, España y Canadá, y en menor medida Australia (para Brasil, Argentina y Chile), Italia (para Brasil y Argentina) y Holanda (para Brasil).

En Centro América la producción científica relacionada con agricultura está centrada en Costa Rica y Panamá. Hay que destacar que en el caso de Panamá los datos pueden estar influidos por la presencia del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, centro de excelencia mundial en

biología tropical; por lo tanto, los datos de Panamá sobreestimarían la importancia de las ciencias biológicas comparado con la agricultura. Costa Rica es el único país que está entre los 10 principales socios de todos los demás países; sin embargo, sólo Panamá está entre los 10 principales socios de Costa Rica. México, Colombia y Brasil (en ese orden) son los únicos países que aparecen como socios regionales latinoamericanos importantes. Al igual que en la el Cono Sur, el socio extrarregional más importantes es Estados Unidos; y entre los socios fuera del continente aparecen Alemania, Gran Bretaña, Canadá, España y Francia.

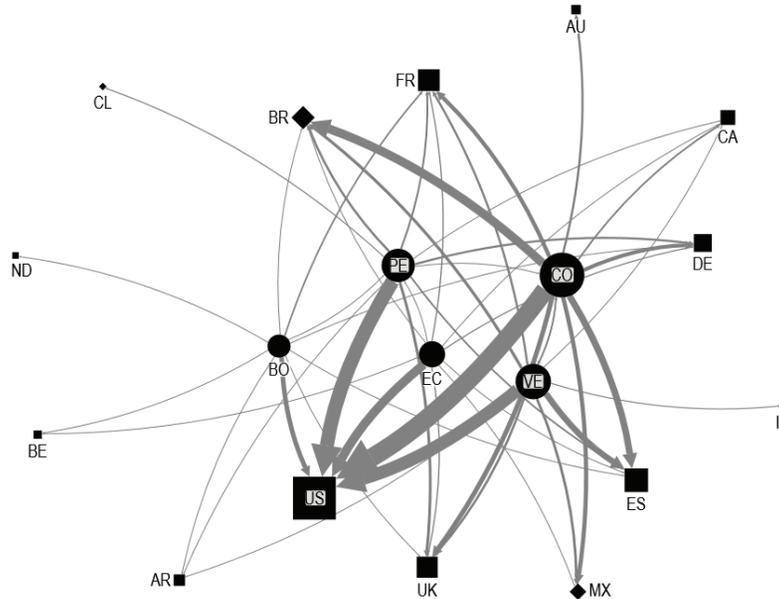
**GRAFICO 4**  
**CENTRO AMÉRICA: COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN SU PRODUCCIÓN CIENTÍFICA**  
**RELACIONADA CON AGRICULTURA, 1990-2012. 10 PRINCIPALES SOCIOS DE CADA PAÍS**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus (gráfico generado con NodeXL).

En la Región Andina la cooperación intrarregional es menor que en el Cono Sur y en Centro América; el país que tiene mayores vínculos de cooperación extrarregionales es Colombia, que está entre los 10 socios para Perú, Ecuador y Venezuela. Colombia tiene un rol similar al de Costa Rica en Centro América. Sin embargo, la producción colaborativa es menos concentrada que en las demás regiones, pues aunque es mayor en Colombia, también es importante en importante en Perú, Venezuela y Ecuador. Dicha situación se explica principalmente por la importancia de socios fuera de la Región Andina, tales como Brasil en América Latina y Estados Unidos, Reino Unido, Francia y España, que están entre los 10 principales socios de todos los países. Y al igual que en la otras regiones, la mayor investigación colaborativa en todos los casos se realiza con Estados Unidos.

**GRAFICO 5**  
**REGIÓN ANDINA: COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES EN SU PRODUCCIÓN CIENTÍFICA**  
**RELACIONADA CON AGRICULTURA, 1990-2011**



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Scopus (gráfico generado con NodeXL).

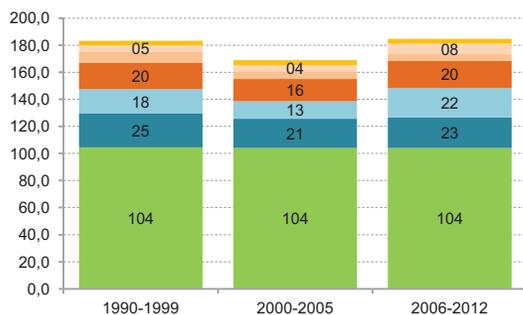
**Interdisciplinariedad en las publicaciones relacionadas con agricultura**

El gráfico 6 presenta información sobre la interdisciplinariedad en la producción científica relacionada con agricultura. En cuanto a la interpretación de los gráficos dos observaciones. Primero, dado que cada artículo puede estar clasificado en más de una disciplina, los porcentajes son mayores a 100%; y segundo, dado que nuestra categoría de agricultura resulta de agregar agricultura y ciencias biológicas con veterinaria, el porcentaje también es mayor al 100%.

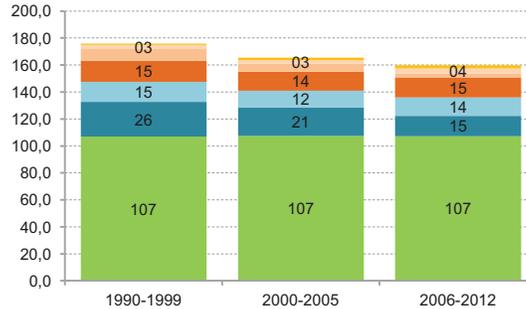
**GRAFICO 6**  
**DISTRIBUCIÓN RELATIVA POR DISCIPLINA DEL TOTAL DE PUBLICACIONES CIENTÍFICA**  
**RELACIONADAS CON AGRICULTURA**

*En porcentajes*

A. Mundo



B. América Latina y el Caribe



- Agricultura, ciencias biológicas y veterinaria
- Ciencias de la vida interdisciplinarias
- Matemática y ciencias físicas
- Ámbitos socioeconómicos

- Ciencias de la salud
- Energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra
- Ingeniería y ciencias de la computación, de la decisión y de los materiales

Fuente: Scopus.

Lo primero a destacar es que la interdisciplinariedad es menor en ALC que en el promedio mundial. Y relacionado con ello, dos tendencias son destacables. Primero, la tendencia de la multidisciplinariedad es decreciente, desde poco menos de 1.8 disciplinas por artículo en la década de los noventa hasta alrededor de 1.6 entre 2006 y 2012. Y segundo, los porcentajes correspondientes a las áreas que han sido identificadas como de convergencia también son menores y no cambian significativamente entre períodos (entre 3 y 4% en el caso de las áreas de ingeniería y ciencia de materiales y entre alrededor de 14% en ciencias de la vida interdisciplinarias), mientras que en el promedio global dichas participaciones tienden a aumentar, sobre todo en el sub-período más reciente.

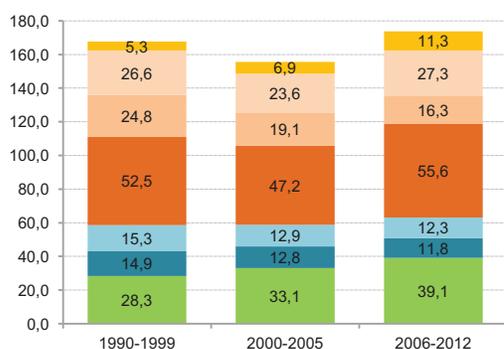
### Multidisciplinariedad en las publicaciones científicas relacionadas con agricultura y cambio climático

Los resultados sobre multi-disciplinariedad en la investigación relacionada con agricultura y cambio climático no son muy diferentes de los que se presentaron en la sección anterior sobre agricultura en general (gráfico 7).

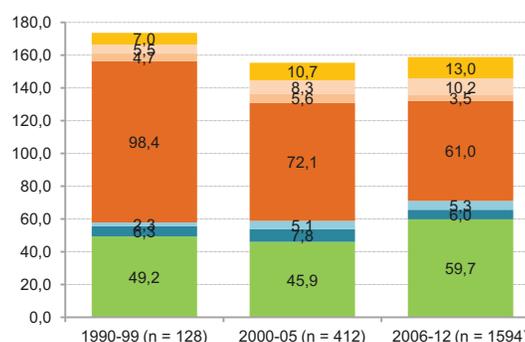
**GRAFICO 7**  
**DISTRIBUCIÓN RELATIVA POR DISCIPLINA DEL TOTAL DE PUBLICACIONES CIENTÍFICA RELACIONADAS CON AGRICULTURA Y CAMBIO CLIMÁTICO (C1)**

En porcentajes

A. Mundo



B. América Latina y el Caribe



■ Agricultura, ciencias biológicas y veterinaria  
■ Ciencias de la vida interdisciplinarias  
■ Matemática y ciencias físicas  
■ Ámbitos socioeconómicos

■ Ciencias de la salud  
■ Energía, ciencias ambientales y ciencias de la tierra  
■ Ingeniería y ciencias de la computación, de la decisión y de los materiales

Fuente: Scopus.

En primer lugar, la investigación disciplinaria (sólo en ámbitos relacionados con agricultura) es mayor en ALC que en el promedio mundial; y aunque en ambos casos aumenta, lo hace más en ALC. En segundo lugar, la investigación multi-disciplinaria neta en ALC se reduce de manera consistente. En tercer lugar, la proporción de investigación conjunta entre agricultura y las dos áreas de interfase de convergencia tecnológica (las ciencias de la vida y el área de ingenierías y ciencia de materiales) es considerablemente más bajo en ALC que en el resto del mundo. Y en cuarto lugar, ALC se distingue por la alta proporción de publicaciones que combinan agricultura con el grupo de energía, ciencias ambientales y ciencias físicas; sin embargo, esa proporción de ha reducido de manera significativa.

## 3. Análisis de contenido

### Creación de la base de datos y metodología de análisis

Los datos para el análisis derivan de búsquedas estructuradas en Scopus a partir términos agrupados en tres grandes categorías: a) relacionados con agricultura; b) relacionados con cambio climático; y c) relacionados con regiones o países.

La búsqueda de partida nos generó un total de 2134 artículos, cada uno con un conjunto de hasta 5 palabras clave, que constituyen el material de partida para el análisis. El siguiente paso fue la depuración de la base de datos de palabras clave. Para ello se excluyeron las palabras clave con muy poca frecuencia en la base de datos original y luego se incluyeron nuevas palabras clave que no habían sido incluidas en la búsqueda original. Esto generó un total de 2573 registros, que constituyen nuestra población para el análisis. En esos se identificó un total de 370 palabras clave, que luego fueron agrupadas en 31 temas y en tres grandes categorías (agricultura, cambio climático, temas mixtos), según se indica en el cuadro 4.

**CUADRO 4**  
**AGRUPACIÓN DE LAS PALABRAS CLAVE (N = 370) EN LA BASE DE DATOS DE INTERÉS (N = 2573)**

Temas relacionados con agricultura		Temas relacionados con cambio climático		Temas mixtos	
AE	Agroecosistemas	AD	Adaptación	BD	Biodiversidad
AG	Agricultura	CA	Carbono	EC	Temas económicos
AP	Prácticas de adaptación	CC	Cambio climático	EN	Energía
AS	Sistemas agrícolas	CV	Variabilidad climática	IM	Impactos
AY	Rendimiento en cultivos agrícolas	GG	Gases de efecto invernadero	IN	Innovación, nuevas tecnologías
CR	Cultivos	GW	Calendamiento global	MD	Modelamiento
FD	Alimentos	MT	Mitigación	LC	Cambio de uso de la tierra
LV	Ganadería			LN	Tierra
				LU	Uso de la tierra
				MP	Prácticas de manejo
				PO	Políticas
				RK	Riesgo
				SA	Aspectos sociales
				SO	Suelo
				WS	Desechos, residuos
				WT	Agua

Fuente: Elaboración propia.

Se presentan dos tipos de análisis. El primero se basa en la representación gráfica de las relaciones entre pares de datos. En nuestro caso, el número de veces que dos palabras clave se encuentran juntas. Para esto se utiliza una herramienta de análisis de redes (NodeXL, una herramienta en Excel desarrollada por Network Graphics – <http://nodexl.codeplex.com>). El segundo es un análisis de agrupamientos, basado en análisis de varianza.

#### **Análisis de las relaciones entre tópicos de agricultura y tópicos de cambio climático**

La base de datos corresponde a 2.573 artículos científicos. Se trata de artículos Latinoamericanos y del Caribe, porque se han incluido sólo trabajos con al menos un autor en ALC. Por ejemplo, si un trabajo que está referido a cambio climático y agricultura en un país de ALC pero no tiene al menos un autor de la región, entonces no se está incluido en el análisis. Los registros cubren el periodo 1990 – 2012.

El cuadro 5 presenta los pares de relaciones entre tópicos de agricultura y tópicos de cambio climático. En los temas relacionados con cambio climático la mayor importancia la tienen tres temas: carbono, cambio climático y gases de efecto invernadero. El peso menos importante lo tiene el tema adaptación.

En los temas de agricultura el mayor peso corresponde a los temas agricultura y cultivos. En un plano intermedio se ubican prácticas agrícolas, sistemas agrícolas, rendimiento y ganadería. Y la menor representatividad corresponde a agroecosistemas y alimentación.

**CUADRO 5**  
**FRECUENCIA EN LAS COMBINACIONES DE TÉRMINOS DE CAMBIO CLIMÁTICO**  
**Y DE TÉRMINOS DE AGRICULTURA. NUMERO DE COMBINACIONES**

	AD Adaptación	CA Carbono	CC Cambio climático	CV Variabilidad climática	GG Gases de efecto invernadero	GW Calentamiento global	MT Mitigación	Total
AE: Agro- ecosistemas	2	21	12	13	9	4	8	69
AG: agricultura	16	72	62	52	68	43	29	342
AP: Prácticas agrícolas	45	15	32	32	22	8	6	160
AS Sistemas agrícolas	6	40	15	12	25	11	18	127
AY: Rendimientos	12	28	35	32	26	15	9	157
CR: Cultivos	11	87	47	45	59	31	26	306
FD: Alimentos	4	7	14	9	7	8	3	52
LV: ganadería	3	36	20	18	20	11	13	121
Total	99	306	237	213	236	131	112	

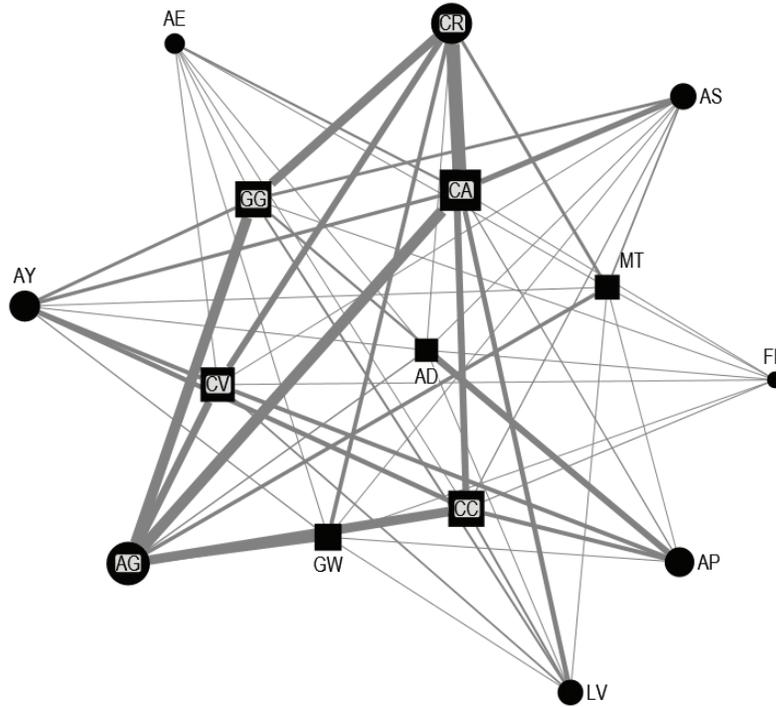
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de redes entre los temas de agricultura y los temas de cambio climático se presenta en el gráfico 8. Se puede identificar dos eje importantes que integran temas en el ámbito de la mitigación: cultivos, gases de efecto invernadero y agricultura; y cultivos, carbono y agricultura. Esto es, los temas de gases de efecto invernadero y de carbono integran los temas agricultura y cultivos. También se identifica un conjunto de temas agrícolas vinculator por variabilidad climática: son los temas de cultivos, rendimientos, agricultura y prácticas agrícolas. El tema mitigación también aparece vinculado tanto a cultivos como a agricultura. Por el contrario, el tema adaptación aparece con relaciones muy débiles con la mayoría de temas agrícolas, excepto con prácticas de adaptación.

Por lo tanto, al combinar los grupos de artículos relacionados con las dimensiones de cambio climático y agricultura, los temas aglutinadores son dos. En primer lugar, temas de emisiones (carbono y gases de efecto invernadero), que pueden relacionarse con una agenda de investigación vinculada a temas de mitigación; y en segundo lugar, la variabilidad climática.

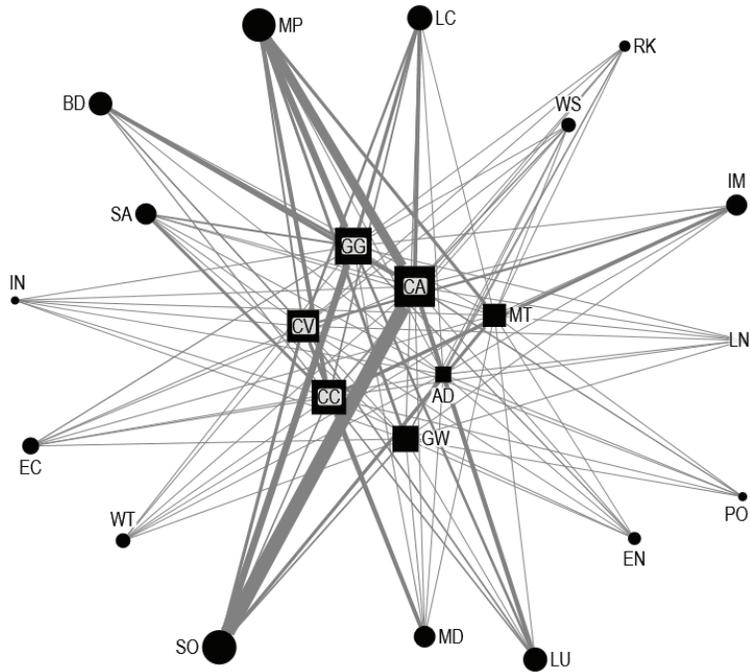
El gráfico 8 presenta el análisis de redes entre temas mixtos y temas de cambio climático. En este caso de nuevo los temas aglutinadores son gases de efecto invernadero (con prácticas de manejo, suelos y cambio de uso de la tierra) y carbono (con suelos, prácticas de manejo, cambio de uso de la tierra y uso de la tierra). Mitigación aparece con vínculos relativamente importantes con prácticas de manejo y con suelo, mientras que adaptación de nuevo aparece con muchos vínculos, pero poco significativos. Temas como innovación, aspectos sociales, aspectos económicos, política y riesgos tienen muy poca importancia y no presentan patrones de relaciones importantes con los temas de cambio climático.

**GRÁFICO 8**  
**RELACIONES ENTRE TÓPICOS DE AGRICULTURA Y TÓPICOS DE CAMBIO CLIMÁTICO**



Fuente: Elaboración propia.

**GRÁFICO 9**  
**RELACIONES ENTRE TÓPICOS DE AGRICULTURA Y TEMAS MIXTOS**



Fuente: Elaboración propia.

### Análisis de las relaciones entre toda la base de datos

El gráfico 10 presenta un análisis de agrupaciones para países y regiones. En la sección izquierda se presentan los resultados para toda la base de datos; en la sección derecha se presentan los resultados eliminando los datos que aportan menos a la variabilidad. Los resultados para toda la base de datos destacan el vínculo entre la literatura sobre la Amazonia y la producción del Brasil, así como el vínculo entre la producción sobre Centro América y la producción de Costa Rica. El análisis excluyendo los países y regiones que menos aportan a la varianza identifica tres grupos de países claramente diferenciados, México, Argentina, Brasil, que precisamente son los que tienen los mayores volúmenes de producción científica y, por lo tanto, crean sus propias categorías.

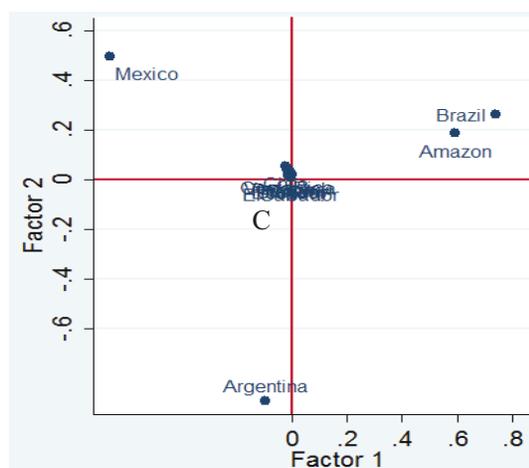
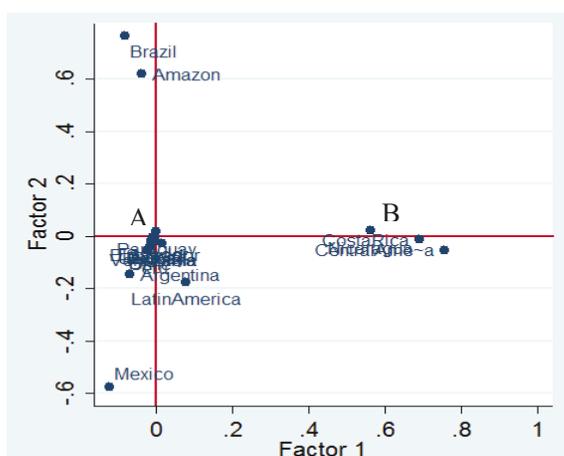
**GRÁFICO 10**  
**ANÁLISIS DE AGRUPACIONES PARA PAÍSES Y REGIONES**

A. Distribución total

B. Máxima distancia / Varianza

Saturación factorial

Saturación factorial



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Países grupo A: Panamá, El Salvador, Cuba, Argentina, Chile, Paraguay, Perú, Ecuador, Uruguay, Estado Plurinacional de Bolivia, República Bolivariana de Venezuela y América Latina. Países grupo B: Costa Rica, Nicaragua y América Central. Países grupo C: Panamá, Costa Rica, El Salvador, Chile, Ecuador, Estado Plurinacional de Bolivia, Uruguay, República Bolivariana de Venezuela y Cuba.

El gráfico 11 ilustra las relaciones entre todos los pares de palabras clave en la base de datos. Las esferas corresponden a palabras clave relacionadas con agricultura; los cuadros se refieren a palabras clave relacionadas con cambio climático; y los rombos a tópicos mixtos.

El gráfico ilustra, por un lado, la representatividad de un tema en número artículos (tamaño de las esferas, cuadros y rombos) y, por otro, la relación entre temas (grosor de las líneas). Se han eliminado las líneas que representan menos de 0,2% del total de relaciones, para eliminar las relaciones menos importantes.

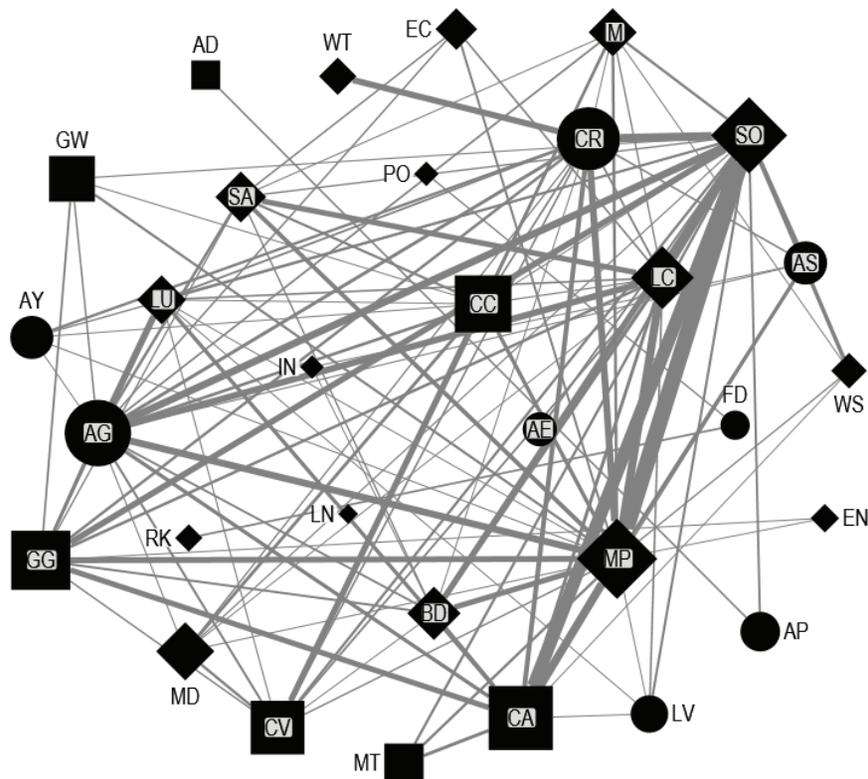
El gráfico permite identificar un eje articulado por artículos en los temas de suelos y de prácticas de manejo (temas mixtos), que se vinculan con los temas de gases de efecto invernadero, agricultura, carbón, cultivos y cambio de uso de la tierra. El segundo eje incluye artículos en los temas de carbono y gases de efecto invernadero (temas de cambio climático), que se vinculan con temas de suelos, cambio de uso de la tierra, uso de la tierra, agricultura y prácticas de manejo). Ambos ejes están más vinculados a una agenda de investigación en mitigación que a una agenda de investigación en adaptación. De hecho, el tema mitigación se aparece vinculado a los temas de carbono, suelo, cultivos y prácticas de manejo, mientras que adaptación no presenta vínculos significativos con ningún tema.

Otro eje importante, pero en menor medida que los dos anteriores, es articulado por los temas de variabilidad climática y cambio climático, que se relacionan con una cantidad importante de temas de agricultura y de temas mixtos.

Los temas de política, innovación y riesgo están poco representados y tienen vínculos poco significativos con otros temas, al igual que aspectos económicos, aspectos sociales, energía, alimentos y agua.

Se puede decir entonces que la agenda de investigación está concentrada en dos líneas. Una línea muy importante en temas vinculados con la mitigación y gases de efecto invernadero. Y otra, en temas de variabilidad climática y cambio climático. No hay evidencia de que haya una agenda de investigación relevante en temas de adaptación.

**GRÁFICO 11**  
**RELACIONES EN TODOS LOS PARES DE PALABRAS CLAVE EN LA BASE DE DATOS**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Conclusiones

Resumiendo, ALC muestra menos multidisciplinariedad que el resto del mundo en la producción de trabajos científicos y publicados, tanto en temas de investigación agrícola como también en lo relativo a cambio climático. Hay bastante colaboración hacia afuera. Todas las subregiones de ALC tienen como principal socio de investigación a Estados Unidos, pero menor colaboración al interior de la Región. La producción está concentrada en tres países de la: Brasil, Argentina y México. Si se analiza la producción científica per cápita, Costa Rica, Chile, Uruguay y Argentina tienen muy buena eficiencia.

En relación a las brechas de investigación y temas relevantes que no están siendo abordados por la agenda de investigación de la región, se observan los siguientes:

Adaptación de sistemas productivos (incluye lo humano) vs. adaptación de cultivos. Enfoques sistémicos que incluyan los aspectos humanos y sociales, más allá de especificidades de cultivo, y su interrelación con otros temas. Por ejemplo, agro-ecosistemas, prácticas agrícolas y aspectos sociales.

Temas de innovación y tecnologías para la adaptación. Se registra un débil vínculo entre temas de innovación y temas de adaptación.

Sinergias entre la mitigación y la adaptación al cambio climático. Los temas de adaptación tienden a ser independientes de los temas de mitigación. Dado que el término agricultura climáticamente inteligente surge el año 2010, podríamos esperar que a partir de ese año puedan aparecer más artículos en esa línea.

Dentro del ámbito de la adaptación, la agenda de investigación debiera estar dilucidando cómo se mide la capacidad de adaptación. Este no es un término que lo haya registrado nuestro estudio. Cuáles son los “tipos” de adaptación, los “senderos o rutas” de adaptación, donde existe un rango de opciones para orientar la adaptación en base a los cambios que se van presentando. Adaptación incremental, sistémica, de transformación, son temas que no están siendo estudiados en nuestra Región.

Y para el debate entonces queremos dejar planteadas las siguientes preguntas:

¿Qué nuevas temáticas pueden ser de interés para orientar la investigación en agricultura y cambio climático en la Región de ALC? ¿Qué prioridades nacionales y subregionales existen? ¿Hay ecosistemas que se podrían ser de mayor interés (Chaco, Amazonia, Centroamérica, Andes)? ¿Tiene coherencia generar agendas de investigación por subregiones? ¿Qué cultivos específicos y de sistemas agrícolas son de mayor interés?

## **B. Comentarios**

### **1. Maricela Díaz, Directora de Ciencia y Técnica, Ministerio de Agricultura, Cuba**

La presentación nos hace pensar sobre lo difícil que es separar los temas de políticas sin hablar de la relación que tienen con la ciencia y la tecnología, que es el tema que nos ocupa en esta sesión. Y por eso quisiera empezar comentando que en Cuba existe mucha relación entre las políticas que tienen que ver con el desarrollo de la agricultura y la seguridad alimentaria y las políticas relacionadas con el medio ambiente y el cambio climático; y todo ello con la política de ciencias, tecnología e innovación.

En Cuba tenemos varios programas de investigación que son prioridades nacionales, dentro de ellos relacionados con agricultura y los temas que en estos días nos ocupan. Tenemos tres programas dirigidos a la producción de alimentos animal, alimentos humanos y sanidad. Y hay un programa nacional específicamente orientado al cambio climático. Un programa nacional de investigaciones que está dirigido y coordinado por la Agencia de Medio Ambiente, que pertenece al Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación. Y en ese programa nacional la prioridad número uno es la producción de alimento; seguido de todos los temas de investigación relacionados con el agua y con la energía.

En ese gran programa tenemos 27 proyectos, entre los cuales hay 10 relacionados con agricultura, que incluyen temas tanto de mitigación como de adaptación, ya sea desde los temas de suelo, del uso eficiente del agua, de los sistemas de riego y del drenaje agrícola, etc., y todas las estrategias de adaptación tanto por cultivo como por sistema agrícola.

También se ha creado un grupo de trabajo temporal, coordinado por la Ministra de Ciencias, que busca vincular los resultados generados por la ciencia con la producción, en el que participan el resto de los organismos de la administración central del Estado. El grupo tiene la responsabilidad de revisar los resultados más importantes que ha generado la ciencia durante los últimos 15 años, relacionados con el cambio climático. Hay otros grupos de trabajo, también relacionados con el cambio climático, que están

viendo la factibilidad económica de que esos resultados puedan ser introducidos en el desarrollo económico y social del país en el corto y mediano plazos.

Otro desarrollo institucional importante fue la Red Agraria de Cambio Climático, en 2009, que me corresponde coordinar. Esta red a contribuido en el establecimiento de prioridades para atender los muchos que debe atender el ministerio de Agricultura. Hemos establecido prioridades en lo relativo a la provisión de fuentes proteicas, y en ese sentido hicimos estudios relacionados con el cultivo de la papa, el cultivo del arroz y la producción porcina. Y también con el tabaco, dada la importancia que tiene como cultivo de exportación.

Otra área priorizada dentro de la red es el sector forestal, en la cual tenemos un gran cúmulo de resultados de investigaciones realizadas durante los últimos 20 años. Recientemente hemos editado un libro sobre el sector forestal cubano y el cambio climático proyectado. Asimismo, está diseñado el Programa de Enfrentamiento al Cambio Climático en el Sector Forestal, pues una las prioridades del programa agrario de enfrentamiento al cambio climático es la creación de capacidades.

Y en lo relativo a creación de capacidades, quisiera destacar que ésta comenzó por los institutos de investigación. Porque al final le corresponde a las redes de centros de investigación trazar el camino de qué debemos hacer, en conjunto con los productores y el área productiva, para adaptarnos a todos esos impactos que aquí se han expuesto, relacionados con el cambio climático. En ese tema tenemos colaboración, fundamentalmente con México, con algunos países de El Caribe y con Brasil.

Cuba presentará a finales de este año (2013) su Segunda Comunicación Nacional a la Convención de Cambio Climático. Las investigaciones partieron en año 2009, dirigidas a las prioridades que les he mencionado, de manera de plantear medidas de adaptación para cada uno de los cultivos prioritarios.

Algunas de esas medidas ya las hemos tenido que tomar. Por ejemplo, está siendo necesario mover la producción de papa de la región oriental, donde es cada vez más difícil sembrar por los incrementos de la temperatura. En el caso del arroz igualmente hemos tenido muchos problemas de disponibilidad de agua. En tabaco también el impacto fundamental está relacionado al incremento de plagas y enfermedades. Por su condición de isla, en Cuba enfrentamos también problemas de salinización de los suelos, debido al incremento en el nivel del mar. Y en el ámbito forestar también tenemos afectación de los manglares, que son una de nuestras principales zonas de defensa en la zona costera. En el desarrollo de estrategias de adaptación para enfrentar todos estos problemas el liderazgo lo ha llevado los institutos de investigación, que tienen la responsabilidad de llevar a cabo estas investigaciones y de proponer en conjunto con el sector productivo todas las estrategias de adaptación que se consideren adecuadas.

También para la Segunda Comunicación se ha hizo un estudio integrado en todo el sur de La Habana, porque es una de las zonas más afectadas, en el cual participaron no solo la agricultura, sino diferentes organismos, desde la perspectiva de la salud, de los asentamientos humanos y de los recursos hidráulicos. Todo ello derivó en una propuesta integrada con todas las medidas de adaptación para el sur de La Habana. Esa propuesta se está implementando a través de un proyecto financiado por el Fondo de Adaptación, así como de un proyecto sobre bases ambientales para la sostenibilidad alimentaria local, apoyado por la Unión Europea (UE) que va dirigido fundamentalmente a mejorar los servicios de extensión en agro-meteorología para los productores.

## **2. Enzo Benech, Viceministro de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay**

La presentación presenta una diagnóstico muy completo de lo que ya pasó. A mí me gustaría ser proactivo, mirando como esa información nos sirve para definir qué es lo que tenemos que hacer hacia adelante.

Ya dijimos que el cambio climático ya está; por lo tanto, la investigación para enfrentar este cambio climático tiene que cambiar con lo que veníamos haciendo históricamente. Por lo menos en el caso del Uruguay, en donde antes de ser subsecretario fui director del INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), casi todos los proyectos elaborados para buscar financiamiento debían tener

“algo de cambio climático”. Pero al estar en una región productora de alimentos, me parece que hay otras cosas que también tenemos que poner arriba de la mesa, cuando estamos discutiendo y mirando con una mirada global. Nos es casualidad entonces que en América Latina los temas de cambio climático sean ligados a la agricultura.

La humanidad se las ha ingeniado hasta ahora para seguir produciendo alimentos, pese a los pronósticos que anunciaban el agotamiento en la capacidad de la agricultura para seguir haciéndolo. Hoy tenemos capacidad para producir y “hasta para desperdiciar”. Y creo que sin cambio climático y con cambio climático el desafío seguirá siendo cómo nos vamos a ingeniar para seguir produciendo alimentos.

En cuanto a las tendencias del cambio climático que nos afectarán (por ejemplo, más lluvia y más temperatura, como se dijo para el caso de Uruguay en una sesión anterior), la pregunta es si tenemos que gastar mucho esfuerzo en pensar qué vamos a producir en ese momento; o si por el contrario, no tendremos que mirar mucho más en nuestro entorno y ver qué es lo que hay, lo que tenemos hoy.

Seguro que hay muchos lugares y regiones que ya tienen esas condiciones que nosotros vamos a tener el futuro. Y ahí me parecen que surgen con mucha fuerza los temas de cooperación. Me parece que si queremos tomar este tema en serio, debemos poner arriba de la mesa cuáles son las grandes líneas de trabajo. Y no estoy seguro de si esas líneas deben ser muy distintas con cambio climático que sin cambio climático. Yo tengo mis dudas, por que los temas de mejoramiento genético, los históricos más los nuevos, los tenemos hace muchos años. Y son mecanismos de adaptaciones al cambio climático.

Está también el tema del riego. Un mecanismo de adaptación que ha desarrollado la humanidad para producir en los lugares donde no hay agua suficiente, donde hay seca. Nosotros somos un país que tenemos mucha agua y que vamos a tener más, según las proyecciones. Pero estamos desarrollando políticas de manejo de uso del agua y de riego. ¿Por qué? Porque queremos más seguridad y queremos producir más alimentos. Y hay muchos países que hacen esto. Entonces “no tenemos que inventar la rueda”. Yo creo que el tema está mucho más en trabajar de manera forma transversal, en la cooperación entre los países.

Quiero también remarcar la necesidad juntar información, de utilizar más la información de que disponemos. Todos los países estamos llenos de información, pero totalmente desperdigada. ¿Cuánta información se queda en los escritorios de los investigadores? Al interior de los países nos pasa lo mismo que entre países: no somos capaces de coordinar entre nosotros. Gastamos plata de nuestros contribuyentes y no somos capaces de coordinar. Yo creo que por ahí vienen los grandes desafíos.

En la presentación se destacó que los países que están a la cabeza en materia de producción científica en agricultura son los países grandes, como Brasil, México y Argentina; pero cuando vemos los datos por habitante surgimos los países chicos, como el Uruguay, Chile y Costa Rica. El Uruguay, por ejemplo, es uno de los países que en mi opinión tiene una buena institucionalidad de investigación agropecuaria, que tiene muchos recursos volcados a ésta. Pero es totalmente imposible compararnos con Brasil. Entonces, si el problema que queremos resolver es la alimentación de la humanidad, tenemos que mirar por arriba de la frontera, tenemos que tener capacidades de generar más articulaciones.

Hemos hablado de temas que tienen que ver con la investigación, como la sostenibilidad de nuestros sistemas productivos, como el uso del suelo y las prácticas de manejo. Tomemos el caso de un productor familiar agotando su suelo; no hay salida, por ese lado. Pero tenemos información científica que en el caso del Uruguay nos ha permitido elaborar una Ley de Suelo, que obliga a que todos los productores que siembren más de 100 hectáreas a hacer un plan de uso y manejo de suelo, que respete la capacidad del suelo asociada con su cultivo. Y el límite que le ponemos es la erosión.

Para terminar, y relacionado con el tema de los suelos, quisiera mencionar el tema del monocultivo. Nosotros en Uruguay hemos encontrado una solución a ese problema, mediante los planes de uso y manejo de suelo, de acuerdo al suelo que se va a explotar. Esos planes los vamos a controlar a través de imágenes satelitales. Porque lo que nos estamos jugando es la producción de alimentos y el bienestar de nuestros hijos y de nuestros nietos, y de las próximas generaciones. En fin, hay muchas

experiencias que podemos compartir de forma de que no sigamos gastando recursos sin conversarnos con nuestros vecinos. No tratemos de inventar la rueda, porque yo creo que ya está inventada.

### **3. Milagro Saborío, Profesora-Investigadora, CATIE y Universidad de Costa Rica**

La presentación se refiere a un tema muy importante, como es la generación de conocimiento relacionado al cambio climático y a las necesidades de adaptación. Ese conocimiento, además, necesita comunicarse, para que sea útil. Y por supuesto, hay muchas formas diferentes en las cuales se lo puede comunicar. Lo ideal es que esas comunicaciones se hagan en la forma más efectiva y eficiente posible. Y en particular, publicar en revistas científicas que tienen revisión por pares, y que tiene un cierto reconocimiento internacional, es una forma que se esperaríamos sea bastante efectiva de comunicar.

Hay tres conclusiones del estudio que me parecen muy importantes para lo que estamos discutiendo. La primera es que hay poca multi-disciplinariedad. Esto es un vacío importante porque estamos ante un fenómeno complejo, como es cambio climático, que en sí mismo necesita un abordaje multisectorial, ya sea para coordinación a nivel de gobierno, o para el desarrollo de programas de investigación, por ejemplo. Estamos frente a un reto de colaboración; y colaborar cuesta.

La segunda conclusión importante es que hay muchos países con relativamente pocas publicaciones, porque publicar cuesta. Entonces, claramente en los sistemas de investigación que tenemos y en la forma en la cual se está generando la investigación, hay una falta de recursos o de mejores asignaciones de recursos para incentivar una mayor colaboración, que permita una mayor cantidad de publicaciones. Hay muchos proyectos que se están desarrollando en la región, pero casi nunca esos proyectos contemplan los recursos necesarios, ya sea de dinero o de tiempo para publicar. Y como los resultados de esas investigaciones no se publican, no se comunican a la comunidad científica, se quedan en un ámbito local. Esto pasa en general, no solo en lo relativo al cambio climático, posiblemente porque no hemos desarrollado una cultura de publicación, los incentivos adecuados para hacerlo.

La tercera conclusión que me parece importante destacar, es que la adaptación al cambio climático no aparece como un tema aglutinador, está casi siempre en la periferia, o está un poco menos relacionado con otros temas. Y yo creo que eso tiene que ver con la historia de cómo se han abordado los temas en materia de cambio climático, en donde la mitigación, la fijación de carbono y la reducción de los gases de efecto invernadero han tenido más relevancia. La adaptación, por el contrario, ha sido un tema relegado, cuya importancia es cada vez más evidente, pero más difícil de identificar que los temas de mitigación. También es relevante señalar mucho de lo que se hace en adaptación no necesariamente son cosas nuevas; por lo tanto, es posible que haya muchas publicaciones relacionadas con adaptación, pero que no están identificadas como tales. Esto evidencia la dificultad de identificar dónde está lo que tiene que ver con la adaptación. Y eso quiere decir que también va a ser difícil identificar dónde están los vacíos.

### **4. Jeimar Tapasco, Investigador, CCAFS/CIAT**

Empiezo con dos comentarios generales a la presentación. En primer lugar, destacar que el trabajo presentado es un espejo para los investigadores. Y si nos miramos en él veremos cosas que no están bien, como el tema de la multidisciplinariedad, temas que no se están abordando. Y en segundo lugar, que en general las tasas de publicación anuales por país son bajas y que la desigualdad entre países es más grande.

Otros temas que me llaman la atención incluyen:

- la baja coloración entre países de la Región Andina; la región en general ha sido débil en el tema de producción científica, pero eso ha ido cambiando en los últimos años y se ha logrado establecer alianzas con socios por fuera de la Región. Eso indicaría que ya deberíamos tener alguna capacidad para cooperar también entre nosotros.
- Hay más estudios de latinoamericanos publicando sobre agricultura y cambio climático, que estudios de latinoamericanos sobre cambio climático en la región. Sería interesante también

conocer cuántos extranjeros publican sobre cambio climático y agricultura en América Latina comparados con los latinoamericanos.

- La investigación sobre temas de mitigación predomina sobre la investigación en adaptación. Este es un tema del que sí tenía conocimiento, pero que es importante destacar de la presentación.

También llama la atención que temas de gases de efecto invernadero, carbono y agricultura, predominan sobre la ganadería, alimentos y adaptación. Esto resulta curioso, porque cuando uno revisa todas las comunicaciones nacionales, la ganadería sale como un renglón muy importante en el tema de emisiones. También sorprenden los resultados sobre el tema social, pues éste tiene que ver con mitigación, con vulnerabilidad y con adaptación.

También me surgen algunas preguntas. Primero, se indica que hay poca información sobre adaptación; la pregunta es ¿cómo se está usando y quién está usando esa información? Mi impresión es que somos los mismos científicos quienes la seguimos usando; pero no estoy seguro de qué tanto la usan los tomadores de decisiones y si realmente esa información es útil para el tomador de decisiones. Es posible que por su carácter científico esté presentada de una forma que no sea útil; o en un lenguaje que no sea el adecuado para lo necesita el tomador de decisiones. Sería entonces importante saber qué pasa en ese puente de comunicación entre los científicos y los tomadores de decisiones.

Otro tema muy importante para abordar es el de quién debe definir las prioridades de la investigación, y cómo se deben definir esas prioridades: ¿Los mismos investigadores? ¿Los tomadores de decisiones? Una herramienta que se está usando mucho, y que considero útil, son las convocatorias, que promueven la investigación por demanda. Las convocatorias son un mecanismo para direccionar los temas de investigación, pues la selección de los temas para los que se convocan concursos generalmente responde a necesidades concretas para los que se requiere resultados.

También es relevante el tema de la independencia, que surge cuando se tienen resultados diferentes sobre un mismo tema, dependiendo del investigador, o de quien haga o patrocine la investigación. Un buen ejemplo de miradas diferentes sobre un mismo tema es la controversia sobre los biocombustibles.

Otro tema que habría que mirar con más detalle es el de las duplicidades: sucede que hay muchos demandantes de estudios y esos demandantes generalmente no se comunican y se puede terminar pagando varias veces el mismo estudio.

En cuanto a prioridades de investigación, creo que algo que realmente es urgente es investigar más sobre el tema de adaptación a la variabilidad climática. Hay cosas también muy importantes, pero esto es urgente. Esto es algo que ya está sucediendo y que hay que atender en forma prioritaria.

Y para terminar algunas hipótesis de por qué la mitigación aparece como más importante que la adaptación. Primero, porque el cambio climático ha estado asignado a los ministerios de ambiente, y ellos encuentran más importante el tema de mitigación que el de adaptación. Segundo, porque los donantes promueven más los estudios de mitigación que los de adaptación. Y tercero, porque se ve más atractivo y hay más plata para inversión en mitigación que en adaptación.

## C. Discusión

**El concepto de adaptación.** En el estudio no se utilizó un concepto de adaptación específico, pues al estar basado en el análisis de datos bibliométricos, lo que se entiende por cada concepto depende del uso que le dé cada autor. En la discusión se destacó la importancia de conocer el concepto usado, pues no es lo mismo hablar de adaptación de la agricultura que de la adaptación de los agricultores.

Los estudios nos publicados en revistas científicas. Se destacó que no todos los estudios sobre agricultura y cambio climático en la región son publicados en una revista científica, especialmente en América Latina, en donde no existe una cultura de publicación y tampoco hay incentivos para hacerlo. Los autores del estudio destacaron que en el diseño del estudio estaba previsto incorporar lo que se denomina *literatura gris*; esto es, informes de proyectos, comunicaciones nacionales de los países a la CMNUCC y tesis de postgrado. Esta etapa no se ha completado.

Validación de los resultados. Otro tema pendiente, que también está contemplado en el estudio, es realizar una consulta a los centros de investigación agrícola nacionales y a los tomadores de decisiones políticas, para obtener retroalimentación sobre: a) los resultados obtenidos en la primera fase del estudio (y de los cuales se presentó un adelanto en el seminario); y b) conocer como definen sus prioridades de investigación. En ese sentido, también se discutió sobre los temas o preguntas de investigación que debieran abordarse con fondos públicos; es decir, qué debe financiar el Estado en términos de investigación.

También se destacó la importancia de que los temas de interés de los países se manifiesten en políticas que trasciendan al gobierno. Por lo tanto, es importante fomentar la participación de los actores relevantes en los procesos de definición de prioridades de investigación.

Incrementar la comunicación y la colaboración. Se destacó la importancia de identificar tanto a los investigadores como a los centros de investigación vinculados a los temas de la agricultura y cambio climático, a efecto de mejorar la comunicación sobre las investigaciones que se realizan, y de compartir los avances y desafíos que se detectan.

Temas prioritarios. Se sugirieron tres temas de investigación para las instituciones que puedan desarrollarlos:

- documentar los eventos extremos y los impactos que han tenido sobre la población y la producción agropecuaria, información que conforma una muy buena base para generar una agenda de adaptación, pues si se continúa sin cambios se seguirá expuesto a los mismos resultados ante un evento extremo;
- identificar los tópicos que se consideran más importantes o urgentes, a efecto de proponer soluciones priorizadas; por ejemplo, temas relacionados con el impacto de los cambios en la temperatura, el aumento de plagas o la aparición de nuevas enfermedades; y
- desarrollo rural, dado que mucha gente está dejando la actividad agrícola, buscando otros trabajos y cambiando de residencia, por lo que hay que considerar la adaptación en otros espacios además del campo.

¿Qué es prioritario en la agenda de investigación, la mitigación o la adaptación? Se discutió sobre la importancia que se da a la mitigación por sobre la adaptación en las agendas de investigación. Es posible que eso sea así porque aún se visualiza al cambio climático como un fenómeno futuro: la mayoría de los estudios del fenómeno entregan resultados de proyecciones para 20, 50 o más años hacia adelante; pero no se destaca que el cambio de los patrones climáticos ya está ocurriendo. Esa visión del cambio climático como un problema del futuro le resta prioridad en las agendas públicas.

La información de emisiones que entregan los estudios son valiosas para establecer metas de reducción de emisiones, pero entendiendo que no se debe dejar de lado la adaptación. No se trata de elegir entre mitigación o adaptación, sino de abordar ambas como procesos complementarios. A qué se le dé más importancia dependerá de las condiciones específicas de cada país en cuanto a condiciones climáticas, la variabilidad actual y proyectada, los impactos esperados, entre otros factores.



## VII. Diálogo sobre políticas, instrumentos y colaboración para promover la adaptación de la agricultura al cambio climático

---

Esta instancia de diálogo se desarrolló como una mesa redonda en la que participaron: **María Clara Vidal**, de la Dirección de Negociaciones Multilaterales del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina; **Miguel Murillo**, Director de Planificación del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras; **Renato Brito**, Coordinador General de Sostenibilidad Ambiental del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento de Brasil; **Tania López**, Viceministra de Agricultura y Ganadería de Costa Rica; **Maricela Díaz Rodríguez**, Directora de Ciencia y Técnica del Ministerio de la Agricultura de Cuba; **José Luis Zambrano**, Director de Investigación del INIAP de Ecuador; **Agnes Cishek**, Viceministra de Planificación Sectorial Agropecuaria de República Dominicana; **Gerardino Batista**, Viceministro de Desarrollo Agropecuario de Panamá; **Ken Morilla**, del Ministerio de Agricultura de Paraguay; y **Enzo Benech**, Subsecretario de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay. La sesión fue moderada por Jan Van Wambeke, de la FAO.

En la primera parte se presenta un resumen de las intervenciones de los participantes. Y luego se resume la discusión que se desarrolló a continuación.

### 1. **María Clara Vidal, Argentina**

Quisiera contarles qué ha estado haciendo la Argentina en materia de adaptación. En primer lugar, deseo destacar que el desarrollo de variedades ha ofrecido nuevas estrategias para conferir resistencia a diversos patógenos por medio de la ingeniería genética, siendo inocuas para las personas y el medio ambiente, además alentando la reducción del uso de combustibles fósiles y los costos de agroquímicos. A modo de ejemplo, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ha trabajado en el mejoramiento genético convencional de diferentes cultivos como el lino, el trigo y la soja. Estas nuevas variedades han permitido ganar eficiencia en la actividad agrícola, enriqueciendo el abanico genético de los cultivos de la Región. En lo que respecta a girasol, otro proyecto del INTA, ha mejorado la eficiencia en el uso de nutrientes en un 20%. Todas estas iniciativas han contribuido, tanto a estabilizar, como a

aumentar los rendimientos frente a los riesgos ligados a los efectos del cambio climático, mejorando así la capacidad de proyección y planificación de nuestros agricultores.

En segundo lugar, respecto a la aplicación de los conocimientos en sistemas integrados de teledetección y alertas tempranas, deseo destacar que desde la oficina de Riesgo Agropecuario del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, se integraron diversas fuentes de información y programas geoespaciales para la evaluación de riesgos y vulnerabilidad derivados del clima. La integración de datos geoespaciales incorpora modelos de seguimiento y monitoreo durante el desarrollo de la campaña agrícola, como por ejemplo, modelos de balance hídrico (déficit y exceso, por área y por cultivo) que son programas aplicados en gran cantidad de las estaciones experimentales del INTA. Esto ha mejorado el proceso de toma de decisiones y ha contribuido a la adopción de medidas ex ante, frente a la ocurrencia de emergencias agropecuarias. Adicionalmente, se han implementado mapas de riego y anegamiento e inundación agropecuaria, en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fé, con el uso de información geográfica y sensores remotos, los cuales han contribuido a definir un mapa de riesgo en base a la frecuencia de anegamientos e inundaciones.

En tercer lugar, deseo referirme a la experiencia adquirida en relación a las prácticas de cobertura en superficie. Bajo la técnica de siembra directa se ha logrado un beneficio estimado 43 mil millones de dólares para productores y consumidores, producto de la innovación tecnológica. Este beneficio se conforma de dos componentes: i) el primero es el incremento en la producción (medida en toneladas por hectárea) y la reducción de los costos directos, que está estimada en alrededor de 20 mil millones de dólares; y ii) una componente de beneficio social, ya que la adopción de la siembra directa mejora la situación de los consumidores al aumentar su ingreso real, y gracias a la reducción de los precios en los alimentos, estimado en alrededor de 23 mil millones de dólares. Alrededor del 80% de la producción en Argentina está basada en la siembra directa y en un conjunto de buenas prácticas agrícolas que permiten producir sin degradar el suelo, además de lograr hacer un uso eficiente del agua y lograr estabilidad temporal, en armonía con el ambiente, en base a los siguientes puntos:

- Protege contra la erosión. Se reduce un 90% la erosión respecto de la labranza tradicional
- Mejora el balance en materia orgánica en el suelo
- Aumenta la oportunidad de siembra
- Permite sembrar en una mayor superficie
- Prolonga el ciclo agrícola, y
- Permite obtener un 25 a 40% más de rendimiento de los cultivos a iguales precipitaciones con mayor estabilidad a través de los años.

Esta tecnología empezó a desarrollarse en la década de los sesenta con el impulso de instituciones, tanto públicas como privadas y hoy es utilizada en el 75% de la superficie cultivada del país que es aproximadamente 22 millones 300 mil hectáreas.

En cuarto lugar, y en relación a los sistemas de pronóstico climático, deseo destacar los programas nacionales de acceso a la visualización de precipitaciones, los cuales con la ayuda de complejos sistemas de programas, representan en imágenes la distribución de las lluvias, lo cual permite visualizar la evolución de tormentas y predecir su desplazamiento sobre el terreno. Estas tecnologías se utilizan a lo largo de todo el país, generando conocimiento científico para la profesionalización de las tareas agrícolas resultando altamente útil para lograr la eficiencia en estas labores.

Asimismo, en Argentina se aplican los conocimientos científicos meteorológicos al manejo fitosanitario, de modo tal de apoyar la detección de estrategias, de manejo y la toma de decisiones, respecto del control químico. En tal sentido, el país impulsa trabajos nacionales de desarrollo de modelos de pronósticos de enfermedades agrícolas, ya que existen enfermedades con fuerte dependencia de factores ambientales como, por ejemplo, el programa nacional de fusariosis en la espiga de trigo.

Por último, mencionar la experiencia en la aplicación de cortinas forestales y sistemas silvopastoriles. Argentina es un país susceptible a la erosión eólica y utiliza, con amplio conocimiento probado, la herramienta de cortina forestal para evitar el impacto de este fenómeno, logrando un aumento de la producción del forraje de la superficie protegida, determinado por los cambios microclimáticos que derivan de la disminución de la velocidad del viento. En la Patagonia Argentina se ha comprobado aumentos de 60% de la producción de forrajes en cultivos protegidos por cortinas forestales. Adicionalmente, al amparo de las cortinas los animales pueden mantener su estabilización térmica corporal, evitar situaciones de estrés, y por ende, mantener e incluso incrementar su peso vivo, aumentando las ganancias diarias de peso debido a los mayores volúmenes de alimentos.

Como estrategia tecnológica para integrar producción ganadera con producción forestal sustentable, se pueden mencionar los sistemas silvopastoriles donde los animales pastan y se protegen bajo los árboles, buscando su abrigo y sombra, mientras crece un monte forestal aportando diversificación de las actividades agrícolas. Estos sistemas se aplican en varias zonas del país, pudiéndose citar como ejemplos, el proyecto de producción sustentable de carne bovina, en la provincia de Santa Fe; y el proyecto de sistemas silvopastoriles y tecnología para su instalación, manejo y evaluación en la provincia de Santiago del Estero.

## **2. Miguel Murillo, Estado Plurinacional de Bolivia**

En Bolivia hemos avanzado en el marco de la aplicación de la Ley 144 (Ley de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria). En ese marco hemos trabajado el seguro agrario. A dos años, ya tenemos gran parte de los pequeños agricultores (casi 300 mil hectáreas) cubiertos con nuestro seguro agrario. Hemos implementado el observatorio agroambiental de información para la producción agropecuaria, que es un sistema que está generando, procesando, y empezando a difundir información agrícola, de precios, de mercados, y también respecto a la ocurrencia de eventos climáticos. Tenemos una unidad de gestión del riesgo, que se encarga directamente de los temas relacionados con la mitigación de los efectos son causados por todos esos tipos de eventos. Desde 2010 esta unidad ha generado información en concordancia con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Hemos re-aperturado en la estructura del ministerio una unidad de manejo y uso sostenible de suelos, que se cerró por un largo periodo, y que está empezando a organizarse para asumir sus tareas en complementariedad y en correspondencia con otras instancias de desarrollo agrícola y rural en el ministerio.

Todas estas iniciativas son recientes, de los dos últimos años, y están siendo armonizadas a través de un plan sectorial de desarrollo que está en proceso de validación, dentro de un plan en el marco de lo que nuestro presidente ha denominado como “Bolivia al 2025”. Estamos adecuando en ese rumbo, pero en un plazo más corto (2014-2018) para poder evaluar y acompañar.

Quiero destacar, que en el tema específico, hemos logrado implementar un sistema de alerta. Ese sistema está en asocio con organizaciones de productores, quienes son los gestores de ese sistema de información. El sistema permite anticiparse y prevenir algunos eventos, está computarizado y en línea, y es accesible a los funcionarios del ministerio. Se basa en el manejo de información biofísica, meteorológica, así como de indicadores bioclimáticos. En ello estamos trabajando mucho con asociaciones de productores y asociaciones de comunidades indígenas originarias, a las cuales todavía no les llega mucha información meteorológica, pero que sí cuentan con bio-indicadores con los cuales regulan su actividad agropecuaria.

En el país, hemos empezado a revalidar y reconocer la tecnología local y un proceso de innovación con variedades resistentes y precoces que puedan adaptarse a las condiciones secas y períodos de inundación. El Instituto de Investigaciones Agrícolas y Forestales (INIAF) está avanzando, especialmente con productos que son producidos por pequeños productores, porque ellos son nuestra prioridad. Eso no quiere decir que los medianos y grandes productores estén abandonados, pues también cuentan con programas de asistencia; pero el Gobierno Central está apoyando de manera prioritaria a los pequeños productores porque ellos son los más vulnerables y los más afectados por el cambio climático.

### 3. Renato Brito, Brasil

Brasil fue el primer país de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) en fijar metas voluntarias de reducción de emisiones, en el 2009. Ese año surgen los primeros marcos legales en términos de instituir la política nacional sobre cambio climático, y en este marco definimos una reducción entre 36.1% y 38.9% de las emisiones proyectadas hasta el 2020.

El 2010 establecimos planes de acción que están todos en buena evolución. Uno de ellos, que cabe resaltar, es el Plan Agricultura Baja en Carbono (Plan ABC), que abarca siete programas para enfrentar el cambio climático en la agricultura. El Plan ABC es un plan sectorial de mitigación y adaptación a los cambios climáticos para la consolidación de una economía de baja emisión de carbono en la agricultura.

El 2010 se creó también una línea de crédito específica para que los productores puedan adoptar técnicas más sostenibles en sus propiedades. Este programa dentro del plan, en la temporada del 2012 hasta abril del 2013, desembolsó cerca de 2,5 billones de reales, en préstamos para productores que aceptaran adaptar sus propiedades a estas condiciones más sostenibles. El atractivo de esta línea es, justamente, los bajos intereses que el propio sistema financiero de Brasil ofrece a los productores.

Otra acción interesante es un proyecto de cooperación entre Brasil y Reino Unido, a partir de una propuesta que Brasil presentó al Fondo Internacional del Clima Británico y por la que recibió una donación de 25 millones de libras esterlinas. Estamos con un proyecto piloto en siete estados brasileños que componen los biomas Amazonia y Matatlantica.

Finalmente quisiera comentar los trabajos que estamos haciendo en África y con otros socios internacionales. Y reafirmar, no solamente como discurso, el compromiso del gobierno brasileño de establecer más acuerdos, más cooperaciones en este tema. No solo por la importancia internacional de la agricultura, pero por la importancia de agricultura para nuestro pueblo brasileño.

### 4. Tania López, Costa Rica

Quisiera empezar mi comentarios destacando la importancia que tiene que cualquier país tenga una política y un marco de referencia, ya sea en el tema que nos ocupa o en cualquiera otro. En ese sentido, en Costa Rica, en materia de sostenibilidad en general, tenemos problemas complicados sobre todo en la denominada “agenda café”<sup>5</sup> y en la “agenda azul”<sup>6</sup>. Pero lo cierto es que, empezando desde lo macro, Costa Rica ha definido la meta de alcanzar la carbono neutralidad en el año 2021, una meta que rige para toda la sociedad costarricense, y se ha empezado a poner en marcha acciones para avanzar en esa dirección. Este es nuestro marco de referencia.

Hay una estrategia de cambio climático liderada por el ministerio de Ambiente y tenemos una política de Estado para la agricultura, que tiene un pilar muy claro de gestión agroambiental y de abordaje del cambio climático. Y esto realmente ha sido de gran relevancia para el país. Costa Rica tiene un 53% de su territorio con cobertura forestal y un 37% de cobertura agropecuaria. Eso en un país pequeño es mucho. Y esto, no crean que siempre fue así, porque igual que muchos países, tuvimos la vergüenza de ser unos de los países con una deforestación muy acelerada en los años setenta y ochenta.

Pero se tomaron decisiones muy importantes, que han permitido tener protegido el 25% del nuestro territorio a través de parques nacionales, reservas, protección de humedales. Y a partir de esas acciones, el desarrollo de un instrumento muy potente como es el pago por servicios ambientales. Ese instrumento ha sido fundamental para aumentar la cobertura forestal de 25% a 53%, con iniciativas del sector privado.

En mi primera intervención me referí a las medidas que estamos tomando en materia de política de adaptación, que tienen que ver con la agenda de investigación y transferencia de tecnología, con la vinculación al cambio climático de los temas de plagas, recurso hídrico, y de cambio de los sistemas de producción, entre otros. Ahora quisiera destacar cómo esas acciones se insertan dentro de una

<sup>5</sup> Se refiere a la agenda para atender problemas de contaminación (NE).

<sup>6</sup> Se refiere a la agenda para atender problemas relativos al agua (NE).

perspectiva agroclimática y agroambiental más amplia, que abarca todo lo relacionado con variabilidad y cambio climático, con agro-biodiversidad y producción limpia, con el manejo sostenible de tierras y otros recursos naturales y con la gestión de recurso hídrico. Para nosotros es una agenda que abarca temas que son indivisibles, pues lo que hagamos en cada uno de estos campos por proteger el suelo, por proteger el recurso hídrico; por usar más eficientemente el riego, etc., también va a contribuir a fortalecer nuestra agenda de mitigación.

También quiero destacar que en Costa Rica es el primer país que ha presentado un NAMA agrícola, que integra acciones en los sectores café, ganadería y caña de azúcar, los tres sectores que más emiten gases de efecto invernadero en el sector agropecuario. El componente más adelantado es el Nama Café, que ha sido apoyado el gobierno alemán y el gobierno del Reino Unido para financiar para su financiamiento. También hemos trabajado en el Nama Ganadería y nos queda por delante el Nama Caña de Azúcar.

También quiero destacar la participación que ha tenido el sector agropecuario en las negociaciones climáticas, desde hace tres años, así como el hecho de la agricultura se esté incorporando en un órgano subsidiario de la Convención Marco de Cambio Climático. Eso es evidencia de que como sector hemos podido abrir espacios en el ámbito de la Convención, nos “hemos ganado el boleto” para participar en un foro que estaba atendido casi en su totalidad por los ministerios de ambiente. En el caso de Costa Rica hoy tenemos una relación bastante colaborativa entre ambas instituciones.

Quiero destacar también el papel del pago por servicios ambientales en el sector agropecuario. Nosotros, desde el ámbito del Ministerio de Agricultura tenemos un instrumento que es el reconocimiento de beneficios ambientales, que nos ha ayudado mucho para estimular la protección de todos los beneficios eco-sistémicos que se pueden generar en fincas, en lo que se refiere a protección de fuentes de agua, a la incorporación de cercas vivas, al manejo de excretas, y a la introducción de prácticas de conservación de suelo, por ejemplo. Ha sido un instrumento muy potente para inducir cambios en nuestros productores, cuyos frutos ya estamos viendo de manera importante. Y no menos importante es que esa política ha implicado cambios muy interesantes, por ejemplo, en nuestras corporaciones agrícolas<sup>7</sup>, que están también haciendo lo suyo, como el Instituto del Café, la Corporación Bananera Nacional y La Liga Agrícola Industrial de la Caña.

Y para finalizar, destaco que también estamos haciendo esfuerzos por reducir la aplicación de agroquímicos, como contribución de las unidades productivas a la carbono neutralidad y para generar una agricultura mucho más limpia.

Todo ese ambiente ha permitido que incluso empresas transnacionales, como Dole y Del Monte, “se hayan apuntado” a esos esfuerzos de carácter nacional.

Consideramos que la adaptación es, necesariamente, una respuesta a problemas muy locales. Y que buscando respuesta a esos problemas podemos ganar en competitividad y sostenibilidad y en competitividad. Porque competitividad y sostenibilidad ambiental son objetivos que no deben buscarse separadamente.

## 5. Maricela Díaz, Cuba

Quiero empezar señalando que en el caso de Cuba los temas de medio ambiente y cambio climático están respaldados en todas las decisiones y políticas de gobierno y del Estado. De esta manera, hay un lineamiento de la política económica y social del país que va dirigido específicamente a todo lo relacionado con el cambio climático. Y para eso ha sido necesario realizar algunas modificaciones en la legislación; por ejemplo, nuestra Ley 81 de Medio Ambiente ha sido modificada para incluir los temas relacionados con el cambio climático. También que la Ley 171 de suelos actualmente está siendo

---

<sup>7</sup> Las corporaciones agrícolas a que se refiere la viceministra son organismos público-privados, creados por una Ley de la República para apoyar el desarrollo del respectivo sector. La creación de este tipo de instituciones se remonta a 1933, cuando se creó el Instituto del Café (NE)

actualizada y su implementación se realizará a través del Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelo, con financiamiento del presupuesto del Estado.

Otro caso importante es el de la Ley Tributaria, aprobada en 2012, que también incluye temas medioambientales, como el uso de la tierra, el pago del tributo por el buen o mal uso de la tierra, así como el uso adecuado de los recursos naturales. Esto sin duda es una contribución a todo lo que tienen que ver con el cambio climático.

En el Ministerio de la Agricultura, junto con otros ministerios, estamos inmersos en un proceso de perfeccionamiento, tanto en su aparato estatal, como en empresarial y productivo, y en el diseño de su modelo de gestión. En el caso del modelo de gestión del sistema agrícola, este se estructura desde la perspectiva del desarrollo de las cadenas productivas, promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales y medidas adecuadas de adaptación al cambio climático. Esto en el marco de las prioridades de los programas agrarios de enfrentamiento al cambio climático en sus cinco dimensiones, que incluyen: a) la elaboración del inventario de emisiones, b) la mitigación de las emisiones, c) la evaluación y adaptación a los impactos, d) la transferencia de tecnología, y e) la creación de capacidades. Junto con los productores estamos en estos momentos elaborando cinco programas agrarios para enfrentar el cambio climático: un programa agrícola; uno agropecuario; uno forestal; uno de ingeniería, que incluye todo lo que tiene que ver con el riego, la mecanización, el drenaje y el uso de la maquinaria agrícola; y uno sanitario. Y en quinto lugar, el tema del presupuesto, que es transversal a todos ellos.

En Cuba tenemos dos sistemas productivos: la agricultura urbana y suburbana y los grandes polos productivos, en los que participan tanto las grandes empresas como los pequeños productores. Nuestras prioridades van más dirigidas a determinadas producciones que tienen que ver fundamentalmente con la sustitución de importaciones, porque Cuba es muy dependiente de la importación de alimentos. Las prioridades son los granos, la leche, la carne vacuna, y algunos temas logísticos como el desarrollo de los recursos genéticos, el tema de las semillas, el desarrollo de bio-productos y el manejo integrado de plagas y no solo con los químicos. También tenemos en Cuba un programa de desarrollo de bio-estimulantes, de bio-plaguicidas y bio-fertilizantes, que respalda todas las acciones que estamos haciendo encaminadas con el manejo sostenible de la agricultura. Y más específicamente, dentro de las medidas de adaptación propiamente, todo el tema de mejoramiento genético, el desplazamiento de las zonas de cultivos por cambio en los rendimientos por aumentos de las temperaturas, y la redistribución de la carga de animales y unidades especializadas en diferentes regiones del país. También hemos desarrollado varios software, para lo relacionado con el pronóstico y la vigilancia fito y zoonosanitaria, que también son importantes.

Es por todo que le damos gran importancia a la integración de las políticas, en lo agrícola, en seguridad alimentaria, y en ciencia tecnología e innovación. La integración de todo eso es fundamental para que podamos realmente tener un adecuado programa de enfrentamiento al cambio climático.

## **6. José Luis Zambrano, Ecuador**

En Ecuador es el Ministerio de Ambiente el organismo rector encargado de lo relativo al cambio climático, a través de la Subsecretaría de Cambio Climático. La investigación la realiza el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Desde el período 2002–2013 hemos desarrollado alrededor de 22 proyectos de investigación, por un monto total de alrededor de dos millones y medio de dólares, que de una u otra manera apoyan las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Hemos trabajado y estamos trabajando fuertemente en el desarrollo de variedades, por ejemplo, para frijol (resistente a sequías), para trigo y para papas. Se ha trabajado también en control y manejo de plagas y enfermedades, que —como también se ha mencionado en esta reunión— son efectos importantes de cambio climático. Tenemos también estudios relacionados con la conservación de la agro-biodiversidad, pues pensamos que esta es una manera de mitigar los efectos del cambio climático y de apoyar el desarrollo de la agro-forestería, la reforestación y el secuestro de carbono.

Con el Instituto Aeroespacial Ecuatoriano estamos trabajando en arroz y en maíz, con el objetivo de utilizar imágenes satelitales para medir la variación climática, el estrés hídrico, y las deficiencias de nutrientes.

Estamos también involucrados en el Proyecto CLIPAPA (Ampliando la frontera agrícola de la papa para disminuir los efectos del cambio climático), financiado por FONTAGRO, un proyecto internacional con varios países de la región. El objetivo de este proyecto es desarrollar variedades de papas que estén mejor adaptadas al cambio climático, mediante una mayor tolerancia al calor y al estrés hídrico, así como a enfermedades como el tizón tardío, producido por el hongo *phytophthora infestans*, un grave problema todavía tenemos en la región, a pesar de varios años de investigación.

Con la Secretaría Nacional de Educación, Ciencia y Tecnología (SENESCYT) tenemos un proyecto para generar alternativas para la multiplicación masiva de especies forestales nativas del Ecuador, que se están perdiendo, posiblemente en parte por estos efectos del cambio climático. En cartera tenemos proyectos en ganadería, para la medición de los gases de efecto invernadero que esta genera.

A groso modo esas son las investigaciones que estamos realizando en el INIAP. Nos interesa mucho seguir participando de iniciativas regionales, como la de CLIPAPA, pues es una manera de fortalecer estas redes de investigación, para enfrentar problemas comunes. También somos conscientes de que tenemos muchas deficiencias, sobre todo, en el campo de la biotecnología. Por formación, por tradición, por historia, nuestro instituto es más agronómico y siempre el mejoramiento genético y la genética han sido temas fuertes en nuestra agenda; sin embargo nos falta mucho de biotecnología y en el uso de sus herramientas. Y también nos falta mucho en la parte de economía agrícola.

## 7. Agnes Cishek, República Dominicana

La República Dominicana, pese a su imagen como isla caribeña de destino turístico, tiene un importante sector agrícola y una posición geográfica que la coloca en una situación de suma vulnerabilidad con relación al cambio climático, porque está en la misma ruta de los huracanes. Y junto con Cuba, está recibiendo los efectos del calentamiento también de las aguas marinas.

Más aún, la República Dominicana comparte la isla con Haití, un país que además de sus problemas económicos y sociales tiene un alto nivel de deforestación, que potencia los efectos devastadores de los fenómenos atmosféricos. Esa situación se adiciona a nuestras propias condiciones de vulnerabilidad y se manifiesta en mayores riesgos de enfermedades de muchos cultivos agrícolas y de animales, sobre todo en zonas fronterizas. Para enfrentar esa situaciones hemos empezados a tener una relación de mayor diálogo con Haití, para fortalecer el trabajo conjunto.

Otro de los problemas que tiene la República Dominicana es el hecho de que la mayoría de su población y de sus zonas agrícolas se concentra en las zonas bajas de la isla, que es precisamente donde se producen las mayores inundaciones. En los últimos años hemos visto un crecimiento importante en las inundaciones por excesos de lluvias y desbordamientos de ríos.

Para enfrentar esa situación estamos iniciando el proceso de reconversión productiva en muchas zonas, tomando en cuenta las vulnerabilidades climáticas y los efectos del cambio climático en cuanto a enfermedades que ya se han desarrollado, como es el caso de la roya en el café, de la sigatoka negra en el banano y del piogan (*Cylas formicarius*) en la batata. Lo que hemos hecho es, primero, buscar especies que sean más resistentes, segundo, trabajar con medidas de prevención y buenas prácticas; y tercero enseñar a los agricultores cómo tratar ese tipo de enfermedades y cómo prevenir, tomando en cuenta las vulnerabilidades en la producción que se han desarrollado a partir de los cambios en el clima.

A partir de 1998, con el huracán Georges, que cruzó la isla completa, iniciamos el proceso de establecer un marco normativo y legal que rige todo lo que tiene que ver con el cambio climático y con la preservación ambiental. En el año 2000 tuvimos nuestra propia Ley Ambiental. Y en 2004 hicimos una cartografía de vulnerabilidad y empezamos a establecer medidas de adaptación y mitigación para hacer frente a los fenómenos climáticos riesgosos. En 2008 se conformó el Consejo Nacional de Cambio Climático y el mecanismo de Desarrollo Limpio, para mejorar el marco institucional. En 2010 se incluyó

el concepto de cambio climático en la Constitución de la República. En año 2012 se estableció la Estrategia Nacional de Desarrollo 2010-2030, que tiene en el cambio climático uno de sus ejes prioritarios, con dos ejes principales: el desarrollo de un sistema nacional de gestión integral de riesgo, con la participación de las comunidades, y avanzar en la adaptación a los efectos y a la mitigación de las causas del cambio climático.

En términos de política de mitigación y adaptación, el Ministerio de Agricultura está trabajando en diferentes puntos del país —incluyendo la zona noreste que tiene frecuentes inundaciones y en la parte alta de la zona noroeste, que es la zona de Sabaneta— con una agresiva actividad de reforestación con especies locales y siembra de frutales.

Otra iniciativa que hemos desarrollado con bastante éxito es la implementación del seguro agropecuario. Este seguro tiene determinados términos y condiciones para 11 cultivos prioritarios del país, que son los que compone la mayor parte de la canasta familiar. En el caso de los micros, pequeños y medianos productores se dispone de subsidios, durante los primeros años. El programa inició a través de una empresa de seguros estatal y ya está a nivel nacional, a través de la Asociación de Empresas Aseguradoras.

Hemos establecido también un comité público-privado para el control de pesticidas y fungicidas., para que se cumpla con los requerimientos en cuanto a su composición química. Y estamos fomentando mucho la agricultura orgánica.

En términos de fortalecimiento institucional se ha creado un vice-ministerio de desarrollo rural que está especializado en apoyar el desarrollo de agricultura familiar. Se ha iniciado el levantamiento de un censo, el primer censo agropecuario en los últimos 20 años; y se trabaja en un registro de productores y en la elaboración de un padrón geo-referenciado con la clasificación de suelos y de los diferentes microclimas que hay en República Dominicana, herramientas que nos va a permitir trabajar mucho más efectivamente.

Para llevar adelante todas esas iniciativas estamos estableciendo relaciones muy estrechas con la academia, tanto a través de la Universidad Agrícola, como del Instituto de Investigaciones Agrícolas y Forestales. Estamos promoviendo que ellos se acerquen a los agricultores grandes, medianos y pequeños, para que lo que resulte de sus investigaciones pueda ser absorbido por los agricultores en el corto plazo.

## **8. Gerardo Batista, Panamá**

Panamá no escapa al flagelo de los cambios climáticos. Por esto precisamente, desde el 2009, estamos trabajando y buscando fórmulas de enfrentar este problema. Esto mediante una reingeniería total a la unidad ambiental, unificando a los sectores que tienen que ver la problemática, incluyendo la Banca, al Instituto de Investigación de Panamá (IDIAP), y al Instituto de Seguro Agropecuario (ISA). Hay muchas actividades que se están haciendo para atenuar los efectos del cambio climático, atendiendo a los medianos, a los pequeños y a los grandes productores.

También tenemos actividades concretas, como lo son proyectos silvo-pastoriles, agroforestales, de aprovechamiento de aguas subterráneas con el uso de paneles fotovoltaicos, huertas agroecológicas, los sistemas eficientes de riego y revestimiento de canales de riego, entre otros. A través del Consejo Agropecuario Centroamericano hay una serie de políticas que se están llevando adelante en Panamá, al igual que con todos los organismos internacionales, como la CEPAL, la FAO y muchos otros. Panamá, a pesar de no tener tanta experiencia en los ámbitos de discusión del cambio climático (seminarios, foros), recoge información para poderla aplicar de manera eficiente con los mejores resultados y hay todo un equipo trabajando para mitigar los efectos de los cambios climáticos.

## **9. Miguel Ángel Ken Moriya, Paraguay**

El Paraguay, en el área mecanizada y en el área del pequeño agricultor, tiene precipitaciones que fluctúan entre los 1600 a 1800 milímetros. Es decir, la agricultura cuenta con abundante agua y es un potencial que deberíamos aprovechar. La agricultura mecanizada trabaja fuerte en temas de adaptación,

sobre todo relacionados a cultivos resistentes al calor y en sistemas cobertura para infiltración y acumulación de agua. Por otra parte, la agricultura familiar constituye un tema social, y no meramente productivo. Se trata de sobrevivencia y sobre todo de un factor de desarrollo humano. Nuestro objetivo de aquí a mediano plazo es trabajar en la micro-política, es decir, a nivel de gobernación y a nivel municipal. Esto es, establecer los proyectos a al nivel de los consejos de desarrollo, gobernación y municipal, y no simplemente a través de la Secretaría de Agricultura.

El factor humano se puede abordar a través de los programas de estudio o de las escuelas agrícolas y las universidades. Básicamente la asistencia técnica no tiene formación en cambio climático, por lo que es importante incorporar los principios y conceptos de cambio climático y de variabilidad climática como parte del currículum de este ámbito de la formación profesional en el país.

Tenemos también el desafío de introducir la rotación de la ganadería en la pequeña propiedad. El desarrollo de un sistema de uso de cobertura y engorde, que ya está establecido en el sistema mecanizado, pero que en la pequeña agricultura es un desafío pendiente. Otro tema es la atención de las pasturas naturales degradadas. Paraguay tiene 14 millones de hectáreas con este sistema; sin embargo, prácticamente sin sistemas de manejo.

Queremos seguir trabajando en cooperación Sur-Sur e insistir en la cooperación entre países y entre regiones, para no reinventar la rueda. También promovemos las alianzas, sobre todo con los gremios de la producción.

## **10. Enzo Benech, Uruguay**

Como indiqué en mi intervención anterior, muchas de las políticas que tienen relación con el tema del cambio climático no son muy novedosas, porque en realidad se refieren a cosas que ya veníamos haciendo. Me refiero por ejemplo al mejoramiento genético y el riego.

Quisiera referirme a lo que hemos venido haciendo tanto en términos de políticas como de investigación. Una política que tenemos como país tiene que con los productores familiares, que son los más vulnerables. Se trata de una política diferenciada, lo que significa que tratamos distinto a los productores familiares que a los empresarios medianos o grandes. Pero también necesitamos trabajar con la agroindustria, porque si queremos que los productores chicos vivan un poco mejor, necesitamos incorporarlos a las cadenas comerciales, y difícilmente lo podemos hacer con ellos solos, sino tenemos que hacerlo con el conjunto.

Para llevar adelante esa política hemos planteado una nueva organización, que incluye la descentralización de nuestro ministerio (hoy tenemos oficinas del ministerio en todos los departamentos del Uruguay) y el fortalecimiento de la Dirección General de Desarrollo Rural, que es el ente a través del cual canalizamos todos los apoyos al sector agropecuario, con carácter diferencial. Esa dirección maneja el registro de los productores familiares, y centraliza la gestión de los créditos, las donaciones, los proyectos, etc., que apoyan a la agricultura familiar, buscando eficiencia en el uso de los fondos. Por ejemplo, tenemos planes de fortalecimiento institucional, de apoyo en ovinos, en lechería, y de apoyo a la utilización del agua para la producción animal.

En el ámbito de la investigación tenemos una Agencia Nacional de Innovación, que abarca todas las áreas de la innovación, no solo la agropecuaria. Y después tenemos institutos especializados, como es el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria (INIA) en el caso de la actividad agropecuaria. Nosotros priorizamos la innovación sobre la investigación básica; es decir, la investigación que termine siendo adoptada por los productores y termine en alguna medida solucionando los problemas que tiene la producción agropecuaria.

Y aquí surgen varias líneas de trabajo, algunas que son relativamente nuevas, y otras que estamos fortaleciendo un poco más, que tienen que ver con el cambio climático. Un caso importante es el de las pasturas naturales. El Uruguay tiene una área importantísima de pasturas naturales, que han sido centrales para el desarrollo de la ganadería. Sabemos que el pasto natural es el que tiene el mayor poder de resiliencia, es decir, la capacidad para recuperarse después de un estrés fuerte. Pero en las últimas décadas el esfuerzo ha sido, más que nada, en incorporar pasturas que no son nativas, olvidándonos de

nuestros recursos nativos. Hoy estamos priorizando esos recursos, tratando de darles más herramientas a nuestros productores para que manejen mejor sus pasturas naturales.

También están los planes de manejo de suelos, apoyados en información hasta ahora poco utilizada, de cartografía de suelos, que había sido elaborada en la década de los sesenta con un fin impositivo. En una primera etapa tenemos casi un millón trescientas mil hectáreas agrícolas que están bajo planes de uso de suelo: cualquier productor en Uruguay que tenga un cultivo de más de 100 hectáreas tiene que presentar un plan de uso, que debe tener en cuenta la profundidad del suelo, su textura, la cantidad de materia orgánica, la pendiente, etc., utilizando información científica generada en el Uruguay. A partir de dicha información y de la aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo, definimos que la máxima pérdida que se puede permitir perder por año en el Uruguay son 7 toneladas. Eso obliga a que no pueda ser posible cultivar soja sin incorporar algún tipo de pasturas, puentes verdes como les llamamos. Yo que siempre he trabajado en el campo puede dar fe de que nunca vi como este año, la cantidad de puentes verdes como avenas y cebadas, aportando materia orgánica al suelo.

El otro tema importante es el Sistema Nacional de Información Agropecuaria, que busca integrar información que estaba desperdigada sobre suelos, sobre clima, sobre ganadería, etc. En Uruguay tenemos un sistema de trazabilidad de nuestro ganado bovino: todo bovino tiene un chip electrónico que lo identifica: sabemos dónde están todas nuestras vacas y nuestros terneros. Si superponemos eso con la información de suelo, con los índices de vegetación, con nuestras pasturas, y con información de agua disponible en el suelo, entonces empezamos a generar herramientas para manejar con bastante más precisión los problemas de la variabilidad climática que se nos presenten. Y para eso lo que necesitamos es sacar de los cajones la información que tenemos guardada, ponerla al uso público, y de una forma que todo el mundo la pueda usar.

También hemos priorizado el tema del riego. Uruguay tiene agua casi en exceso, pero mal distribuida. Tenemos muy poca agua subterránea y el grueso del agua nuestra se desperdicia, salvo en el arroz, que en el caso de Uruguay es casi 100% anegado. Pero en el resto de nuestra producción agropecuaria no hay mucha cultura de riego. En este momento estamos promoviendo varios proyectos concretos de construcción de represas multi-prediales, utilizando nuestros ríos, que tenemos bastantes, pero que hoy ya no tienen más capacidad de dar agua si no somos capaces de represarla y juntar el agua que llueve, que la estamos tirando. Eso desde el punto de vista del Estado. Desde el punto de vista de los empresarios hay gran auge de desarrollo del riego, ya que la rentabilidad es alta y el riego permite aumentar la producción, y sobre todo, estabilizarla.

Otro tema importante para nosotros es el de la producción animal. Casi todos hablamos de agricultura, pero el Uruguay es un país que tiene un fuerte componente de producción de carne, de leche, de lana, de producción animal. Nuestra investigación ha estado sesgada hacia los vegetales y no hacia los animales y por eso hemos priorizado también la formación de recursos humanos y de proyectos para tratar los temas de salud animal. En el caso de los animales tenemos enfermedades como la tuberculosis, brucelosis, la leptospirosis, y leucosis bovina, que pueden modificarse a medida que las situaciones climáticas vayan cambiando. Si no generamos conocimiento difícilmente podremos dar respuestas a los cambios, o si dependemos solo de los conocimientos que se generan en otros lugares.

También me interesa destacar el tema de los seguros. Desde el Estado hemos subsidiado algunas producciones cuando han ocurrido eventos extremos, como granizos e inundaciones. Pero la condición que ponemos es que la próxima vez tienen que estar asegurados. Estamos convencidos de que, desde el gobierno no podemos estar corriendo detrás de los eventos climáticos, porque es difícil llegar a tiempo. Para eso el mecanismo idóneo son los seguros. Y también estamos trabajando con seguros por índice para las áreas más vulnerables de nuestra ganadería.

Y para finalizar, les comento que se está trabajando en los temas de huella carbono y de agua, en las cadenas de bovinos, leche y arroz. Lo que estamos tratando es de generar y tener más información que nos permitan respaldar las políticas públicas que, sin duda, tendremos que tomar en ese 'ámbito.

## VIII. Clausura

---

### 1. **Eve Crowley, Representante Regional Adjunta de la FAO para América Latina y el Caribe**

Celebramos el fructífero trabajo conjunto entre la FAO y CEPAL que durante los 4 años consecutivos ha permitido implementar seminarios regionales de agricultura y cambio climático, con amplia participación de los países de América Latina y El Caribe. Junto con patentarse una preocupación creciente por parte de los gobiernos al tema, en cada uno de los eventos se constata plausiblemente una mayor atención con el sector agrícola ha venido otorgándole, prueba de ello es que en este encuentro contamos con participantes de doce países de la Región: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, República Dominicana, Panamá, Paraguay y Uruguay. A todos ustedes les agradecemos mucho su presencia aquí.

Esta versión del seminario que estamos clausurando se centró en la economía del cambio climático, junto con abordar las metodologías de evaluación de impacto y cuantificación económico del cambio climático. Queda manifiesto que el fenómeno no es algo etéreo, sino con impactos tangibles en las economías de los países, especialmente en el ámbito rural, afectando a agricultores y comunidades más vulnerables.

FAO tiene como misión erradicar el hambre del mundo. En América Latina y El Caribe, todavía cerca de 47 millones de personas, padecen hambre. Los desastres naturales, entre ellos, los climáticos constituyen causas subyacentes de la pobreza y del hambre en nuestra Región. Los efectos del cambio climático pueden generar devastadoras consecuencias sobre la producción agrícola, elevando los precios de los alimentos y dañando la capacidad productiva de los países, afectando finalmente la seguridad alimentaria de nuestra población.

En la región de América Latina tenemos amargos ejemplos de las pérdidas que ocasionan los eventos climáticos extremos en la agricultura. Por eso es sumamente oportuno revelar que los costos de adaptación al cambio climático son ostensiblemente menores que la opción de no actuar. No podemos permitir que el cambio climático nos haga retroceder en la lucha contra el hambre, para ello se necesitan políticas públicas bien diseñadas con atención a las adaptaciones que deben ocurrir a niveles de predios y áreas rurales. En este sentido, la agricultura es, quizás, el sector con mayor potencial para contribuir

directamente a enfrentar el cambio climático. En esta línea, quiero destacar unas conclusiones del evento, que considero importantes.

- La importancia de analizar y promover diseños políticos institucionales y financieros que permitan desarrollar las transformaciones para la adaptación e innovación requeridas.
- La necesidad de desarrollar enfoques integrados para la investigación y desarrollo de metodologías de aproximación que diagnostiquen brechas de conocimiento y las necesidades de inversión en el sector.
- La importancia de promover la coordinación y la cooperación Sur - Sur, en materia de adaptación al cambio climático, aprovechando las fortalezas, similitudes y complementariedades de los países.

Felicitemos el fértil debate que se ha tenido en estos dos días de encuentro, y una vez más, todas las instituciones presentes en esta reunión. Esperamos que este encuentro y nuestro trabajo desde FAO y la CEPAL contribuyan al trabajo que cada uno de ustedes ejecuta hacia una agricultura sostenible y resiliente al cambio climático.

## 2. Antonio Prado, Secretario Ejecutivo Adjunto, CEPAL

Es previsible que los temas sectoriales productivos y los temas de adaptación tengan una presencia cada vez más importante en las discusiones y negociaciones que se desarrollan con miras a un Nuevo Acuerdo Climático Global. Y enfrentar el cambio climático requiere no sólo de políticas ambientales, sino también de políticas de desarrollo productivo.

Quisiera aprovechar para remarcar algunos conceptos relativos al cambio estructural, al rol de la innovación y a las políticas de desarrollo productivo —por la importancia que estos temas han tenido históricamente en el pensamiento de la CEPAL— en su relación con el cambio climático, un tema que también ha sido central en el trabajo de la CEPAL en los últimos años.

Yo diría que hay una confluencia positiva en todos estos temas. En el ámbito del cambio climático quisiera destacar dos factores.

En primer lugar, la contundencia en la evidencia científica de que el cambio climático al que nos enfrentamos en la actualidad se diferencia de los cambios climáticos del pasado por la rapidez con que se ha dado, debido fundamentalmente a la acción humana, y particularmente a la prevalencia de un paradigma energético basado en el uso de los combustibles fósiles.

Y en segundo lugar, la visión de que no basta con acciones de mitigación para estabilizar las emisiones en un nivel seguro, sino que la adaptación es también fundamental, pues aunque las emisiones las lográramos estabilizar hoy, su nivel es tal que seguiría teniendo un efecto en el sistema climático por un tiempo considerable.

En el ámbito de las políticas estamos frente a lo que Joseph Stiglitz ha denominado como el **rejuvenecimiento de las políticas de desarrollo productivo**, término con el cual nos referimos a **políticas orientadas directamente a afectar la estructura económica**. Es lo que en inglés se denomina *industrial policy*.

Son políticas que se justifican en función de la existencia de fallas de mercado en la asignación de recursos; fallas que respaldan la intervención del Estado. Y son políticas que claramente no se refieren únicamente al sector manufacturero, sino también a los sectores de recursos naturales y de servicios. Porque son políticas orientadas a afectar directamente la estructura económica.

Diversos autores coinciden en que varios factores han favorecido el resurgimiento de este tipo de políticas. Tres factores destacados son, **en primer lugar** la evidencia —con la crisis de 2008-2009— sobre la persistencia de fallas de mercado en mercados globales relevantes, como el mercado financiero; **en segundo lugar**, el éxito de países que siguieron aplicando este tipo de políticas, sobre todo países asiáticos y países de la región como Brasil, que no siguieron estrictamente las políticas del Consenso de

Washington. Y en **tercer lugar** —y muy relevante para el tema del seminario—, el hecho de que los retos que plantea el tránsito a una economía baja en carbono o de neutralidad en emisiones, es en esencia un reto de cambio estructural.

Es un reto de cambio estructural porque implica, de manera fundamental, el cambio en la matriz energética que nos legaron los Siglo XIX y XX. Implica el cambio en las formas de hacer agricultura. En cómo se planifican nuestras ciudades y los sistemas de transporte. En cómo se planifica el desarrollo de infraestructuras cuya vida útil se puede medir en términos de generaciones. La desaparición de sectores para dar paso a otros. Para mencionar algunos ejemplos.

Y si hablamos de cambios estructurales de esa magnitud no podemos dejar de mencionar el tema de la innovación. Y para no caer en el pesimismo, en el ámbito de la innovación el pasado sí puede ser ilustrativo del poder de las ideas y del ingenio humano.

El ámbito energético es ilustrativo. Hacia mediados del Siglo XIX las principales fuentes de iluminación eran el carbón y el aceite de ballena. La demanda por este último casi lleva a la extinción de la especie. El desarrollo del kerosene por el geólogo y físico canadiense Abraham Gesner permitió que medio siglo después el aceite de ballena hubiera sido sustituido casi totalmente. Sin embargo, esta nueva tecnología no duraría mucho, pues sería reemplazada hacia finales del siglo XIX por la electricidad, a partir del desarrollo del primer bombillo incandescente por Thomas Edison en 1876.

La agricultura es otra buena fuente de tales ejemplos. Uno de tales casos es cercano a los países sudamericanos. Es el caso de los fertilizantes. Hacia mediados del Siglo XIX el guano era tan importante para la economía peruana como pueden ser hoy el cobre y el petróleo para muchos países de la región. Hacia finales del Siglo XIX el salitre permitió enfrentar el agotamiento de las fuentes de guano y reemplazarlo como fertilizante. Sin embargo, los altos precios de éste, debido en parte al poder monopólico de Chile sobre el recurso, motivó la investigación de alternativas. Y a principios de la segunda década del Siglo XX la empresa BASF ya había sido capaz de producir el amoniaco en escala industrial. Y con ello se inicia la revolución de los fertilizantes sintéticos, que acabó con la industria del salitre.

Otro caso notable es el de la Revolución Verde, a partir del trabajo del Dr. Norman Bourlang en el desarrollo de variedades mejoradas de trigo, capaces de producir hasta 3 veces más que las variedades convencionales. Lo cierto es que la adopción masiva de estas innovaciones permitió que no se cumplieran los pronósticos de hambrunas de que se hablaba entre mediados y finales de los años sesenta.

En esos y en muchos otros casos un factor fundamental fue el aceleramiento de las curvas de aprendizaje. Esto es, reducir el costo unitario de generar un determinado resultado, que puede ser medible en términos de producción o gasto de energía. Se trata entonces de acelerar dichas curvas de aprendizaje para el caso de tecnologías y energías bajas en emisiones de gases de efecto invernadero, o que no generen dichos gases del todo. Y eso el mercado no lo puede hacer por sí solo.

La historia nos enseña que las grandes innovaciones —como el internet, para poner un ejemplo reciente— siempre han surgido de iniciativas impulsadas por el Estado y de financiamiento público. Y en el caso del cambio climático la participación del Estado— de los Estados para ser más preciso— es fundamental, dada la magnitud de la tarea y las externalidades positivas del cambio.

Por eso necesitamos una nueva generación de políticas de desarrollo productivo. Y un rol más activo de los Estados Nacionales promoviendo la innovación, con el objetivo de generar cambios en la estructura productiva que contribuyan a la reducción o eliminación de las emisiones de gases de efecto invernadero. El reto del cambio climático así lo demanda.



## **Anexo**

---

## Programa

Miércoles 13 de noviembre		
Hora	Tema	Expositores
10:00 – 10:30	Registro	
10:30 – 11:00	Inauguración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antonio Prado, Secretario Ejecutivo Adjunto, CEPAL.</li> <li>Jan van Wambeke, Oficial Principal de Tierras y Aguas, FAO.</li> <li>Thomas Lagarde, Delegación Regional de Cooperación de Francia para el Cono Sur.</li> </ul>
11:00 – 12:30	Sesión 1: Uso de modelación biofísica para analizar el impacto del cambio climático en el sector agrícola en América Latina: fortalezas y retos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación: Jeimar Tapasco, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).</li> <li>Comentarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>José Eduardo Alatorre, Unidad de Cambio Climático, CEPAL.</li> <li>Enzo Benech, Sub-Secretario, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay</li> <li>Omar Pozo, Docente del Área de Ciencias Agronómicas y Pecuarias, Universidad Pública de El Alto, Bolivia.</li> <li>Renato Brito, Coordinador General de Sostenibilidad Ambiental, Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA) de Brasil.</li> <li>Eugenio Figueroa, Universidad de Chile.</li> </ul> </li> </ul>
12:30 – 13:00	Discusión	Modera: Adrián Rodríguez, CEPAL
13:00 – 13:00	Almuerzo	
14:30 – 16:00	Sesión 2: Economía de la adaptación de la agricultura al cambio climático: dónde estamos y retos pendientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación: Milagro Saborío, Programa de Investigación en Desarrollo, Economía y Ambiente del CATIE.</li> <li>Comentarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Walter Oyhantçabal, Unidad Agropecuaria de Cambio Climático, Uruguay y Consejo Agropecuario del Sur (CAS).</li> <li>José Luis Zambrano Ecuador Director de Investigaciones del INIAP.</li> <li>Oscar Melo, Pontificia Universidad Católica de Chile.</li> <li>Marta Villegas, Directora de Planificación Sectorial Agropecuaria, Ministerio de Agricultura, Costa Rica.</li> </ul> </li> </ul>
16:00 – 16:30	Discusión	Modera: Laura Meza, FAO
16:30 – 17:00	Pausa para café	
17:00 – 18:00	Sesión 3: Experiencias de trabajo colaborativo en adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación: "Southern Hemisphere Adaptation Collaboratory", Francisco Meza, Centro de Cambio Global de la Pontificia Universidad Católica de Chile.</li> <li>Presentación: "Estrategias de extensión: los agricultores familiares y su adaptación al cambio climático en países seleccionados del Cono Sur (Argentina, Chile y Uruguay)", Alejandra Sarquis, IICA-Chile y CAS.</li> </ul>
16:00 – 16:30	Preguntas	Modera: Manuel Jiménez, CAC
Jueves 14 de noviembre		
09:30 – 11:00	Sesión 4: Impactos previstos del cambio climático en la agricultura en América Latina y sus implicaciones para las políticas de adaptación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación: José Javier Gómez, CEPAL.</li> <li>Comentarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Tania López, Viceministra de Agricultura de Costa Rica.</li> <li>Agnes Cishek, Viceministra de Planificación Sectorial Agropecuaria, República Dominicana.</li> <li>Miguel Murillo, Director de Planificación, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Bolivia.</li> <li>Gerardino Batista, Viceministro de Desarrollo Agropecuario, Panamá.</li> <li>Ken Moriya, Ministerio de Agricultura, Paraguay.</li> <li>Alejandra Sarquis, Consejo Agropecuario del Sur.</li> </ul> </li> </ul>
11:00 – 11:30	Discusión	Modera: Walter Oyhantçabal, Unidad Agropecuaria de Cambio Climático, Uruguay
11:30 – 12:00	Pausa para café	
12:00 – 13:30	Sesión 5: Prioridades en la investigación científica sobre agricultura y cambio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación: Adrián Rodríguez, CEPAL y Laura Meza, FAO.</li> <li>Comentarios:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Maricela Díaz, Directora de Ciencia y Técnica del Ministerio de</li> </ul> </li> </ul>

	climático en América Latina y el Caribe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– la Agricultura, Cuba.</li> <li>– Enzo Benech, Sub-Secretario de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay.</li> <li>– Milagro Saborío, CATIE.</li> <li>– Jeimar Tapasco, CIAT.</li> </ul>
13:30 – 14:00	Discusión	Modera: Mónica Rodrigues, CEPAL
14:00 – 15:00	Almuerzo	
15:00 – 17:00	Sesión 6: Diálogo sobre políticas, instrumentos y colaboración para promover la adaptación de la agricultura al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aída Baldini, Gerente Forestal de la Corporación Nacional Forestal, CONAF, de Chile.</li> <li>• María Clara Vidal, Dirección de Negociaciones Multilaterales, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina.</li> <li>• Miguel Murillo, Director de Planificación, Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras de Bolivia.</li> <li>• Renato Brito, Coordinador General de Sostenibilidad Ambiental, Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento de Brasil.</li> <li>• Tania Lopez, Viceministra de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.</li> <li>• Maricela Díaz Rodríguez, Directora de Ciencia y Técnica del Ministerio de la Agricultura de Cuba.</li> <li>• José Luis Zambrano Ecuador, Director de Investigación del INIAP de Ecuador.</li> <li>• Agnes Cishek, Viceministra de Planificación Sectorial Agropecuaria de República Dominicana.</li> <li>• Gerardino Batista, Viceministro de Desarrollo Agropecuario de Panamá.</li> <li>• Miguel Angel Ken Moriya Roa, Ministerio de Agricultura de Paraguay.</li> <li>• Enzo Benech, Sub-Secretario de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay.</li> </ul>
17:00 – 17:15	Clausura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eve Crowley, Representante Regional Adjunta para América Latina y el Caribe, FAO.</li> <li>• Antonio Prado, Secretario Ejecutivo Adjunto, CEPAL</li> </ul>



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL

Seminarios y Conferencias

## Números publicados

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en

[www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones)

81. Agricultura y cambio climático: economía y modelación. Memoria del cuarto seminario regional de agricultura y cambio climático, realizado en Santiago, los días 13 y 14 de noviembre de 2013 (LC/L.3996), 2015.
80. Memoria del primer Encuentro de Expertos Gubernamentales en Políticas de Desarrollo Territorial en América Latina y el Caribe (LC/L.3950), 2015.
79. Conversatorio sobre la naturaleza del instrumento regional: resumen de respuestas y comentarios de expertos en derecho público ambiental internacional (LC/L.3938), 2014.
78. Políticas públicas para la igualdad: hacia sistemas de protección social universal, (LC/L.3855), 2014.
77. Agricultura familiar y circuitos cortos: nuevos esquemas de producción, comercialización y nutrición. Memoria del seminario sobre circuitos cortos realizado el 2 y 3 de septiembre de 2013 (LC/L.3824), 2014.
76. Pactos sociales para una protección social más inclusiva: experiencias, obstáculos y posibilidades en América Latina y Europa (LC/L.3820), 2014.
75. Agricultura y cambio climático: nuevas tecnologías en la mitigación y adaptación de la agricultura al cambio climático. (LC/L.3714), 2014.
74. Las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: experiencias e iniciativas de política. (LC/L.3679) julio 2013.
73. Políticas para la agricultura en América Latina y el Caribe: competitividad, sostenibilidad e inclusión social, Memoria del seminario internacional sobre políticas agrícolas en América Latina y el Caribe, realizado en Santiago los días 6 y 7 de diciembre de 2011 (LC/L.3646), 2013.
72. Rentas de recursos naturales no renovables en América Latina y el Caribe: Evolución 1990-2010, Memoria del seminario de gobernanza, realizado en Santiago, los días 24 y 25 de abril de 2012 (LC/L.3645), 2013.
71. Agricultura y cambio climático: Del diagnóstico a la práctica, Memoria del segundo seminario regional Agricultura y cambio climático, realizado en Santiago, los días 23 y 24 de noviembre de 2011 (LC/L.3532), 2012.
70. Desarrollo regional en América Latina: El lugar importa, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), (LC/L.3454), 2012.

## SEMINARIOS Y CONFERENCIAS

Series

C E P A L

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE  
ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN  
[www.cepal.org](http://www.cepal.org)