

## Contenido



**La creciente fuerza de las microempresarias rurales en América Latina y el Caribe**

5



**Cambio climático, agua y agricultura**

13



**Agricultura de precisión**  
Nuevas herramientas para mejorar la gestión tecnológica en la empresa agropecuaria

24



**Agrobiotecnología en las Américas**  
ante los desafíos globales para la producción de alimentos

32



**El costo invisible de las enfermedades transmitidas por alimentos**

40

### **Coordinación general**

Federico Sancho  
Patricia León Coto

### **Edición General**

Olga Patricia Arce

### **Diseño y diagramación**

Ana Catalina Lizano  
Karla Cruz

### **Traducción**

Unidad de Servicio de Idiomas

### **Secretaría**

María Elena Cedeño

### **Autores en esta edición**

- Melania Portilla y Hannia Zúñiga
- Adrián Rodríguez Vargas
- Evandro Chartuni, Francisco de Assis de Carvalho, Daniel Marçal y Emilio Ruz
- Assefaw Tewolde, Adriana Chavarría y Eduardo Rojas
- Ricardo Molins

### **Comité Editorial**

James French  
Jorge Ardila  
Julio Paz  
Sergio Sepúlveda  
Miguel García  
Ricardo Molins  
Enrique Alarcón  
Assefaw Tewolde

### **COMUNICA**

*es una producción de la  
Dirección de Liderazgo Técnico  
y Gestión del Conocimiento  
del Instituto Interamericano  
de Cooperación para la  
Agricultura (IICA)*

ISBN 10 92-9039-797-7  
ISBN 13 978-92-9039-797-7

## Desde la Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento - IICA

**E**l Plan de Mediano Plazo 2006 – 2010 del IICA plantea como misión “brindar cooperación técnica innovadora para alcanzar el desarrollo sostenible” y como visión “ser la institución líder de la agricultura de las Américas”.

Uno de los instrumentos utilizados para procurar estas metas ha sido adoptar la gestión del conocimiento a través de diferentes procesos que permitan mayor generación, intercambio y aplicación de conocimientos que mejoren la eficiencia, la innovación y la calidad de la cooperación técnica que brinda el IICA.

Como aspecto fundamental de esta gestión, se presenta el interés institucional de promover el diálogo, el intercambio de experiencias, la construcción de capacidades y la cooperación horizontal apoyada principalmente en la difusión de informaciones actualizadas, técnicamente respaldadas y derivadas del quehacer del IICA.

En esta dinámica de aprendizaje para todo el hemisférico, se circunscribe la revista técnica del IICA **COMUNICA**, que constituye un espacio más de divulgación y de interés para los diferentes tomadores de decisión interesados en la agricultura y la vida rural del hemisferio.

Su característica principal es la de mostrar temas técnicos relevantes y

acciones innovadoras desarrolladas por el IICA y por sus Estados Miembros, como respuesta a los desafíos y oportunidades para alcanzar la seguridad alimentaria, el desarrollo agrícola sostenible y la prosperidad de las comunidades rurales.

Este número incluye cinco artículos escritos por profesionales del Instituto, cuyos contenidos permiten reflexionar acerca de los retos y oportunidades de la agricultura contemporánea. Se presenta un mosaico de temas de altísima relevancia como son el cambio climático, agua y agricultura, la agrobiotecnología, la agricultura de precisión, agroempresarias rurales y la atención a las enfermedades transmitidas por alimentos.

En cada uno se desarrollan inquietantes panoramas e importantes propuestas ante la demanda de alimentos y productos inocuos para satisfacer las necesidades de una población creciente. Se plantea la urgencia de mejorar la eficiencia productiva, incrementar los ingresos de los productores y favorecer la calidad de vida de los habitantes rurales con un equilibrio entre producción, mercados y medio ambiente.

**COMUNICA** cuenta con una versión digital idéntica en la dirección **[www.iica.int](http://www.iica.int)**, que permite ampliar su alcance y la acción del Instituto más allá de las fronteras hemisféricas.

# La creciente fuerza de las microempresarias rurales en América Latina y el Caribe

Melania Portilla R., Hannia Zuñiga<sup>1</sup>



## PALABRAS CLAVE

Microempresas rurales  
Mujeres  
Empleos  
Ingresos  
Género  
Desarrollo rural

Las posibilidades para que estos pequeños negocios rurales logren una consolidación empresarial están marcadas por la combinación de diversos factores de desempeño empresarial y aspectos estructurales como: desarrollo de las economías rurales, disponibilidad de bienes y servicios públicos, acceso a mercados, comportamiento de los mercados laborales y las asimetrías de género, entre otras. Entre estos últimos, se destaca la calidad organizativa de los grupos productivos y el perfil de la gestión productiva. No obstante, son pocos los países que cuentan con políticas y estrategias nacionales para apoyar pequeñas empresas y acompañar institucionalmente sus diversas gestiones. En estas condiciones, sólo un pequeño porcentaje de estas iniciativas logran crecer y consolidarse en el contexto de mercados cada vez más competitivos.

Es preciso referirse a tres factores interrelacionados con el fin de visualizar los espacios que han ganado los pequeños emprendimientos de mujeres rurales a partir de la década de los noventa, y así lograr dimensionar su potencial.

- a) Los **procesos de modernización** de la agricultura de la década de los ochentas, donde se evidencia el aporte de las mujeres rurales como productoras de alimentos. No obstante, esto tuvo lugar en un contexto de precarización de la agricultura primaria, de creciente asunción de la jefatura de hogar por parte de las mujeres y de feminización de la pobreza rural (CEPAL 2002).
- b) La **complejidad del proceso** que ha marcado la inserción masiva, rápida y desigual de la mujer en los mercados laborales de América Latina y el Caribe (ALC) y particularmente en los mercados rurales. Destaca aquí la tendencia de las mujeres rurales a insertarse en labores no agrícolas.

## Más visible pero aún no tan reconocida

**E**s frecuente encontrar grupos de mujeres rurales organizadas alrededor de una iniciativa productiva propia, ya sea de carácter agrícola o con otro enfoque. En algunos casos, se trata de iniciativas gerenciadas por las mismas mujeres. En otros, se da una alta participación femenina en pequeños negocios o empresas a menudo familiares.

Existe la creencia bastante generalizada de considerar a las mujeres rurales en emprendimientos dentro del sector informal, fundamentalmente como una estrategia de sobrevivencia y en un contexto de feminización de la pobreza rural. Sin embargo, es preciso comprender que en realidad hay una gran diversidad de situaciones o entornos en los que se inserta la mujer microempresaria, tanto en el ámbito nacional como en el interior de la misma ruralidad.

<sup>1</sup> Dirección de Desarrollo Rural Sostenible-IIICA, melania.portilla@iica.int, hanna.zuniga@iica.int

- c) La “novedad” que presenta la posibilidad del autoempleo para las mujeres, a través del establecimiento de pequeños negocios o empresas rurales, en el contexto de mercados laborales que reproducen asimetrías de género en detrimento de las mujeres. La condición de género también implica una dimensión cultural significativa en términos de la práctica y los valores de las mujeres como empresarias, frente al imaginario convencional del “ser empresario” que tiende a ser masculinizado.

### **Mujeres en la agricultura**

El reconocimiento del aporte de las mujeres rurales a la agricultura y al medio rural es más reciente de lo que a veces se admite. No fue sino hasta la década de los setentas, en el contexto de la declaración del decenio de la mujer por parte de las Naciones Unidas y del debate sobre la crisis del desarrollo que antecedería los programas de ajuste estructural, cuando se realizaron algunos esfuerzos para establecer la participación de las mujeres en temas de interés nacional.

Estos primeros esfuerzos, que se orientaron con base en la lógica del *enfoque de mujer en el desarrollo*, sirvieron como un punto de partida para dirigir inversiones hacia estos sectores y para su inclusión en las agendas de las instituciones para el desarrollo. No obstante, la lógica que privaba en estos proyectos y programas era compensatoria, asistencialista y urbanocéntrica, lo cual estaba lejos de propiciar una inclusión ventajosa para las mujeres rurales en procesos de desarrollo más dinámicos o de establecer su verdadera contribución como parte de la población económicamente activa (PEA) en las economías nacionales.

***La lógica que privaba en los proyectos y programas de mujer en el desarrollo era compensatoria, asistencialista y urbanocéntrica, lo cual estaba lejos de propiciar una inclusión ventajosa para las mujeres rurales en procesos de desarrollo más dinámicos o de establecer su verdadera contribución como parte de la población económicamente activa (PEA) en las economías nacionales.***

Años después, en un diagnóstico realizado por el IICA en la década de los noventa sobre los aportes de la mujer productora de alimentos, que incluyó 18 países de la región, se destacó la persistencia de la invisibilidad del trabajo femenino rural en ALC (Kleysen y Campillo 1996). Este diagnóstico reveló que muchas mujeres que trabajaban en pequeñas unidades agropecuarias familiares no eran consideradas ni siquiera como parte de la PEA y su contribución en la producción agrícola estaba subestimada en las cifras de participación laboral. Se suponía que el aporte de mujeres en las parcelas o fincas familiares era una extensión de su trabajo doméstico, donde no mediaba la relación salarial. Al no ser remunerada, su actividad no ingresa como categoría ocupacional en las estimaciones oficiales relacionadas con las actividades económicas. Según este estudio, por ello el subregistro oscilaba entre un 125% y un 500% para la década de los noventa en los países centroamericanos.

Si bien los problemas de invisibilización y subregistro de los aportes de las mujeres rurales en la agricultura son de larga data, los programas de ajuste estructural en los ochentas y las transformaciones del mundo rural y de la agricultura configuran un contexto diferente para las mujeres rurales en ALC.

Se trata de un contexto de decadencia o deterioro para la pequeña agricultura primaria y de reconversión productiva para los agronegocios de mayor escala basados en productos agrícolas tradicionales. Al mismo tiempo, crece la intensidad de la movilidad laboral y las dinámicas migratorias de la población rural hacia otros mercados laborales nacionales e internacionales, lo cual relativiza la ventaja de una mayor escolaridad de las generaciones jóvenes rurales. Asimismo, se intensifican los esfuerzos por agregar valor a la pequeña agricultura como una forma de oxigenarla. También aumentan las actividades no agrícolas como el turismo (en sus distintas variantes) y se diversifican las economías rurales mediante la preservación de los recursos ambientales.

En este nuevo contexto se evidencia un proceso de feminización del campo, donde la mujer debe asumir crecientemente la jefatura de hogar al lado del rol fundamental de las labores agrícolas de subsistencia o de la pequeña agricultura familiar excedentaria.

Por otra parte, uno de los giros más significativos que se dio en la década de los ochentas fue la intensificación de la inserción laboral de trabajadoras



rurales en la llamada agricultura de cambio para la exportación (productos no tradicionales) y en el sector servicios, mediante la venta de su fuerza de trabajo, generación de iniciativas de autoempleo o combinación de tareas agrícolas con otras actividades generadoras de ingresos. Así pues, la inserción laboral de las mujeres fue intensa en la década de los ochentas<sup>2</sup>, en un período relativamente corto y en condiciones marcadamente desiguales.

### *La inserción de las mujeres rurales en las actividades no agrícolas*

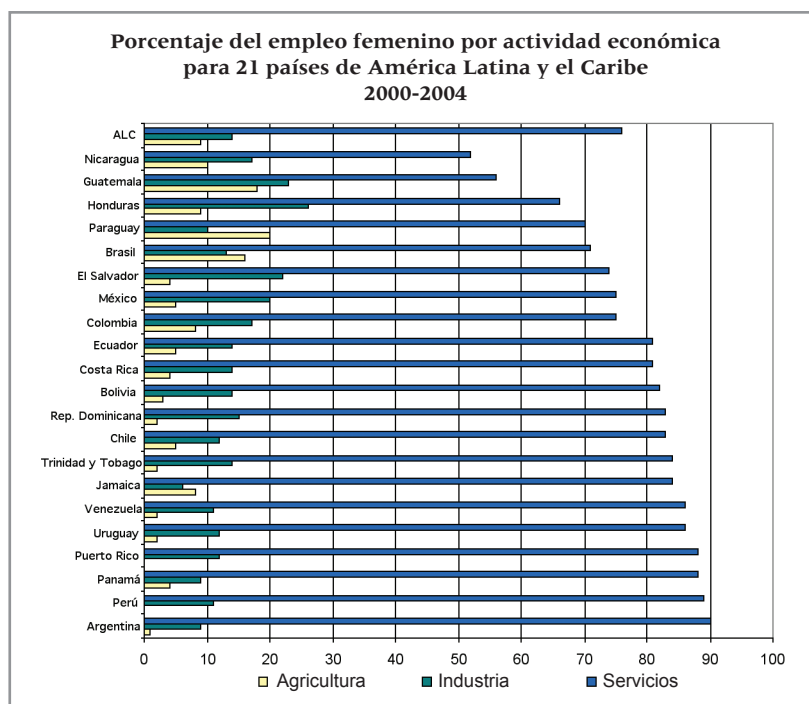
En el **Gráfico 1** se muestra la evolución de la participación femenina, por actividad económica para el período 2000-2004. Se observa una tendencia creciente de la participación de las mujeres en las actividades económicas, distintas a la agricultura primaria, vinculadas a la industrialización y al sector

servicios. Claramente se expresa una diversificación de los roles productivos de las mujeres. No obstante, es difícil una comparación realista del incremento en su participación productiva, debido a la condición de subempleo de las mujeres en años anteriores.

Posteriormente, en el 2006 se registra que las mujeres rurales en ALC representan cerca de un 44% de la PEA no agrícola, mientras que en la PEA agrícola tan sólo representan un 27%. Sin embargo, la importancia que se adjudica a los empleos no agrícolas se debe a la calidad de ingresos que complementan los obtenidos en las actividades agrícolas y no por ser sus sustitutos (IICA 2006).

Si la incorporación laboral de las mujeres se aceleró a partir de los ochentas, es preciso insistir en que las condiciones de su inserción en los mercados laborales rurales continúan ubicándolas en una situación de clara desventaja con respecto a sus homólogos masculinos.

**Gráfico 1**



*Fuente: Banco Mundial 2006*

<sup>2</sup> La inserción laboral de las mujeres rurales presentó un punto de inflexión en los ochentas, difícil de medir porque la mayor participación productiva se dio a través del sector informal. Esta tendencia ya se presentaba desde años anteriores.

*Con frecuencia ellas mismas señalan que su participación en pequeñas organizaciones productivas se debe a la flexibilidad que éstas les ofrecen para combinar la generación de ingresos con las tareas domésticas y reproductivas.*

A pesar de los avances en la reducción de las brechas de género de la última década, las tasas de desempleo abierto para las mujeres son significativamente más elevadas que para los hombres<sup>3</sup>. En el **Gráfico 2** se muestra la evolución de las brechas entre las tasas de desempleo rural masculino y femenino para el período de 1995-2000. Se observa cómo la mayor participación de las mujeres en las actividades económicas rurales no necesariamente se ha traducido en mejoras a su situación.

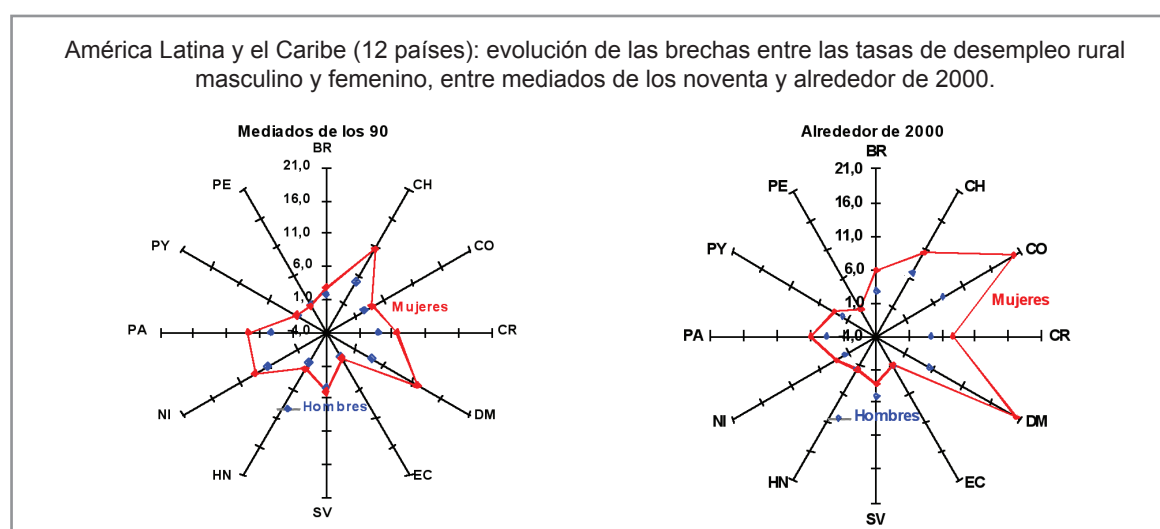
En este punto es plausible relacionar la proclividad de las mujeres a crear emprendimientos, iniciativas de autoempleo y pequeños negocios, frente a las condiciones desventajosas que deparan los mercados laborales.

Sin que la relación entre la mayor participación de las mujeres en pequeños negocios rurales (PNR) y las condiciones deficientes y asimétricas de los mercados laborales sea necesariamente una relación causa efecto, es preciso comprender que existen factores complejos de la condición de género que entran en juego en el momento de decidir a qué sector económico se apuesta el factor trabajo.

Mientras que en el nivel estructural las condiciones de los mercados laborales no asumen ni resuelven el problema de las tareas reproductivas de las familias de las trabajadoras rurales, en el nivel subjetivo las mujeres luchan por resolver el dilema cotidiano de manera práctica. Con frecuencia ellas mismas señalan que su participación en pequeñas organizaciones productivas se debe a la flexibilidad que éstas les ofrecen para combinar la generación de ingresos con las tareas domésticas y reproductivas.

Lo anterior no ha mejorado la situación de las mujeres en términos de ingresos y tampoco resuelve las asimetrías estructurales de género que les afectan. Lo que sí muestra es la fina línea que divide a la gestión de microempresas de la generación de oportunidades que logran los mercados laborales. Pues ahí donde estos mercados no generan condiciones mínimas o no presentan facilidades para que las trabajadoras rurales puedan sobrellevar el trabajo reproductivo, la subcontratación y la generación de ingresos en el mercado informal se convierten en opciones más atractivas. La subvaloración del trabajo femenino a través de distintos mecanismos (incluida la indiferencia hacia la carga reproductiva que las mujeres rurales deben asumir) constituye

**Gráfico 2**



**Fuente:** Elaboración propia con datos del BID 2003

<sup>3</sup> El mismo informe señala que la excepción corresponde a El Salvador, donde este indicador se redujo a un nivel menor que el mostrado por los hombres.

una barrera para el acceso de las trabajadoras rurales hacia sectores de mayor productividad. No es por casualidad que la indigencia y la pobreza rural se concentren en las trabajadoras agrícolas asalariadas, las productoras agrícolas de subsistencia, las emprendedoras generadoras de ingresos y las mujeres indígenas (Portilla y Avendaño 2005).

### ***Mujeres generadoras de nuevos conceptos en torno a la empresariedad rural***

Más allá de las contradicciones citadas, el creciente número de mujeres que gerencian pequeños negocios rurales (PNR) no sólo representa una salida práctica ante una necesidad insatisfecha, sino una alternativa para una mayor inclusión económica y social que trae consigo innovaciones significativas.

La participación de las mujeres en actividades empresariales implica una mayor autoconciencia y autovaloración de su rol productivo, ya que genera nuevos valores y concepciones sobre la práctica empresarial. Si bien es posible establecer que toda actividad empresarial requiere, por definición, de cierta racionalidad y características de gestión empresarial, las experiencias de las mujeres empresarias son ricas en términos de la concepción de multifuncionalidad. Tanto en las empresas de mujeres más simples como en las más complejas (redes, corporaciones y consorcios) existe una tendencia a establecer mecanismos que incorporan el bienestar de las familias (salud, vivienda, crédito, entre otras) como beneficios que van de la mano con la organización productiva empresarial.

Ciertamente, lo anterior plantea desafíos complejos en términos de políticas e inversiones para que estos pequeños negocios sean rentables. Algunos ejemplos demuestran que la adecuación de mecanismos e inversiones puede fomentar el potencial de las mujeres en los distintos ámbitos que involucra el desarrollo empresarial. Uno es la predominancia de las mujeres como clientes de las instituciones y programas de microfinanzas, como las experiencias en el Grammeen Bank en Bangladesh, que han sido replicadas igualmente con éxito en países de todo el mundo (Latifée 2006). En el caso de las mujeres rurales de ALC, éstas tienen menor acceso a crédito formal y menor titulación de bienes de garantía a su nombre en relación con los hombres. No obstante,

***Existen aspectos de género que traen consigo nuevos valores, capacidades y competencias por ser incorporadas dentro del imaginario social y económico del “éxito” empresarial, el cual influencia los modelos, instrumentos y recursos para el fomento de empresas.***

se ha comprobado que cuando el crédito llega efectivamente a las mujeres a través de mecanismos alternativos de microfinanzas, ellas son excelentes sujetos de crédito.

Asimismo, es necesario cambiar la concepción de empresariedad y de la persona empresaria. Existen aspectos de género que traen consigo nuevos valores, capacidades y competencias por ser incorporadas dentro del imaginario social y económico del “éxito” empresarial, el cual influencia los modelos, instrumentos y recursos para el fomento de empresas.



***La pequeña empresaria no es por antonomasia una trabajadora atrapada en el sector informal o una emprendedora no rentable.***

Lejos de ser neutros, muchos de los instrumentos que hoy se utilizan para fomentar capacidades empresariales presentan un sesgo hacia un tipo de masculinidad y relaciones prefijadas entre las esferas públicas (productivas) y privadas (reproductivas), que subordinan e instrumentalizan a las últimas.

Desde una perspectiva diferente, estudios como el de Weeks y Seiler (2001) muestran aristas novedosas sobre el potencial económico de las mujeres empresarias, incluso en el ámbito de las economías nacionales. Una de las principales conclusiones de este estudio señala que cuando las microempresas gerenciadas por mujeres logran tener un desempeño eficiente de sus gestiones, se tiende a establecer

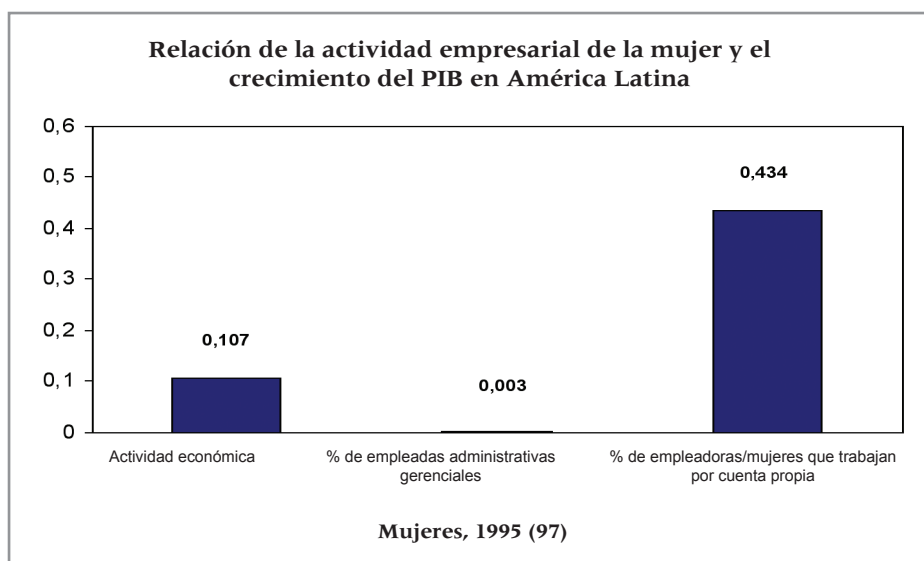
una relación positiva entre las empresarias por cuenta propia y empleadoras, y el crecimiento del producto interno bruto, como se ilustra en el **Gráfico 3**.

En consecuencia, la pequeña empresaria no es por antonomasia una trabajadora atrapada en el sector informal

o una emprendedora no rentable. Al igual que otros microempresarios, la enorme mayoría de las empresarias rurales cuentan sólo con su propio trabajo como el factor productivo fundamental y éste requiere ser potenciado mediante el acceso y aprovechamiento de bienes y servicios adecuados a sus características.

El potencial de las pequeñas empresarias rurales puede incrementarse mediante la formación de capacidades y la organización económica. Sin embargo, el acceso a bienes públicos y activos productivos será determinante para dar los saltos cualitativos que catalicen su verdadero potencial.

**Gráfico 3**



Nota: Porcentajes derivados entre empresas con computadoras.

**Fuente:** Weeks y Seiler 2001



## Consideraciones finales

Para dimensionar el potencial de los pequeños negocios rurales como dinamizadores de oportunidades económicas y sociales sustantivas, se requiere del análisis *vis a viz* del comportamiento de los mercados laborales rurales y urbanos. No obstante, la inserción de las trabajadoras rurales en los mercados laborales presenta asimetrías en detrimento de su propio desarrollo humano y de la productividad de las actividades económicas. Pero es en este contexto donde las empresarias rurales buscan consolidar alternativas que potencien su trabajo mediante la generación de experiencias innovadoras de organización económica que puedan ser fortalecidas por instituciones públicas y privadas.

Para lograr la consolidación de estos esfuerzos, son necesarios dos desafíos fundamentales:

1. Promoción de la organización de las mujeres rurales productoras en niveles que aumenten sustantivamente sus oportunidades, beneficios e incidencia en el desarrollo económico de los territorios (i.e. redes, consocios, corporaciones).
2. Formulación y gestión de políticas, estrategias e inversiones diferenciadas que consoliden las distintas modalidades y grupos de pequeños negocios, incluida la inversión en el fomento de capacidades, bienes y servicios públicos en el nivel territorial.

*En este esfuerzo concertado reside en buena medida la posibilidad de que los pequeños negocios de las mujeres rurales se conviertan en dinamos dentro de las economías rurales, más que en mecanismos de contención de la pobreza.*

## Referencias bibliográficas

- Banco Mundial. 2006. Indicadores de desarrollo (en línea). Consultado 12 set. 2006. Disponible en <http://www.worldbank.org/data/wdi2006/wditext/Section2.htm>
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2002. América Latina y el Caribe: Indicadores seleccionados con una perspectiva de género. Santiago, Chile, CEPAL y CELADE, División de Población y Unidad de Mujer y Desarrollo. (Boletín Demográfico) no. 70. 207 p.
- Campillo F y B Kleysen. 1996. Productoras de alimentos en 18 países de América Latina y el Caribe: Síntesis Hemisférica. San José, C. R., IICA y BID. 101 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2006. Políticas para la prosperidad rural. San José, C.R. 48 p.
- Kleysen B. 1996. Productoras agropecuarias en América del Sur. San José, C.R., IICA y BID. 398 p.
- Latifee, H. I. 2006. The future of microfinance: visioning the who, what, when, where, why, and how of microfinance expansion over the next 10 years, papers commissioned by de Microcredit Summit Campaign (en línea). Consultado 6 mar. 2007. Disponible en <http://www.microcreditsummit.org/papers/allpapers.htm>
- Portilla, M.; Avendaño, P. 2005. Mujeres, capital social y empresas rurales. San José, C. R., IICA, (Serie de Publicaciones Sinopsis). no 7. 11 p.
- Weeks, J. R.; Seiler, D. 2001. Women's Entrepreneurship in Latin America: An Exploration of Current Knowledge., Washington, D. C., BID (Sustainable Development Department Technical Papers Series). 33 pp.

## ***Abstract / Résumé***

### **The growing strength of rural women micro-entrepreneurs in Latin America and the Caribbean**

**R**ural women micro-entrepreneurs form part of the new set of social actors and economic agents who have achieved a high profile in the region over the last two decades. Despite the many handicaps they face on a daily basis, women's enterprises appear not only to be helping to create jobs

and generate income in the rural milieu, but are also contributing to the development of new concepts concerning the potential of small enterprises in Latin America and the Caribbean (LAC). The purpose of this document is to give the reader a better grasp of the context in which women micro-entrepreneurs are gaining greater visibility, and of the potential of small rural businesses for correcting disparities in development patterns.

.....

### **A força crescente das microempresárias rurais na América Latina e do Caribe**

**A**s microempresárias rurais formam parte da renovada geografia humana de atores sociais e agentes econômicos que vêm se destacando nas duas últimas décadas na região. Apesar de enfrentarem diariamente uma série de condições desfavoráveis, as empresas de mulheres parecem estar contribuindo não

apenas para a geração de emprego e renda no meio rural, mas para a criação de novos conceitos quanto ao potencial do pequeno negócio na América Latina e no Caribe (ALC). Este documento mostra alguns elementos que ajudam a compreender melhor o contexto em que a mulher microempresária ganha visibilidade, o que permite dimensionar o potencial dos pequenos negócios rurais para superar padrões de desenvolvimento assimétricos.

.....

### **La force croissante des microchefs d'entreprise rurales en Amérique latine et des Caraïbes**

**L**es microentreprises rurales font partie de la nouvelle géographie humaine d'acteurs sociaux et d'agents économiques qui sont apparus au cours des deux dernières décennies dans la région. Malgré une série de conditions désavantageuses auxquelles sont confrontées les entreprises dirigées par des femmes, celles-ci

semblent contribuer non seulement à créer des emplois et des revenus en milieu rural, mais aussi à faire naître de nouveaux concepts au sujet du potentiel de la petite entreprise en Amérique latine et dans les Caraïbes. Le présent document apporte quelques éléments visant à faire mieux comprendre le contexte dans lequel la femme chef de microentreprise acquiert une visibilité, ce qui permettra d'évaluer dans quelle mesure ces petites entreprises rurales peuvent aider à dépasser les modèles de développement asymétriques.

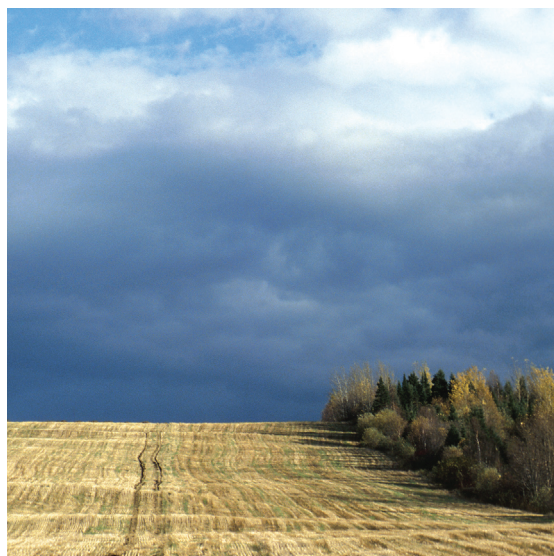
# Cambio climático, agua y agricultura

Adrián Rodríguez Vargas<sup>1</sup>

*“La complejidad de las interrelaciones entre los cambios ambientales y la producción agrícola se convertirá en uno de los temas de política pública más significativos, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, en las primeras décadas del Siglo XXI. El cambio climático regional y global modificará tanto la capacidad de producción de la agricultura como su localización y la intensidad de la producción agrícola contribuirá al cambio ambiental en el nivel regional y el global”.* (Ruttan 1991: 25)

## PALABRAS CLAVE

Cambio climático  
IPCC  
América Latina  
Agricultura  
Agua  
Adaptación



## El cambio climático es una realidad

El último reporte del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC)<sup>2</sup> es contundente. Afirma que “el calentamiento global es inequívoco, dado la evidencia observada de incrementos en el promedio de las temperaturas medias de la atmósfera

y de los océanos, el derretimiento en gran escala de hielo y nieve, y el incremento en el promedio global del nivel del mar” (IPCC 2007b:5). El informe es producto de la contribución de alrededor de 800 científicos y 400 autores líderes en más de 130 países. Como uno de sus principales resultados, afirma que los incrementos de temperatura observados desde la mitad del siglo XX se deben a las actividades humanas. Presenta, además, evidencia de numerosos cambios de largo plazo en el clima, por ejemplo: el incremento en la temperatura y el deshielo árticos, cambios de gran escala en las cantidades de precipitación, salinidad de los océanos, patrones de viento y manifestaciones de cambios extremos en el estado del tiempo (incluso sequías), alta precipitación, olas de calor e intensificación de los ciclones tropicales.

Dos preguntas inmediatas surgen en ese contexto: ¿cuáles serán los efectos del calentamiento? y ¿cuáles son las acciones urgentes por realizar? Ante la primera pregunta, el informe señala que el cambio climático no será neutro en cuanto a sus impactos. Los países afectados más adversamente serán aquellos que se localizan en regiones tropicales y subtropicales, donde se ubica la mayor parte de los países en desarrollo y, por lo tanto, los mayores problemas de pobreza y de hambre. En esas regiones, los impactos en la agricultura serían significativamente negativos. En relación con la segunda pregunta, el informe aporta evidencia para apoyar el diseño de políticas públicas; pero dado el carácter científico del Panel, no formula recomendaciones.

<sup>1</sup> Dirección de Desarrollo Rural Sostenible-IICA, adrian.rodriguez@iica.int

<sup>2</sup> El informe completo consiste de cuatro tomos sobre: a) la evidencia científica; b) impactos, adaptación y vulnerabilidad; c) mitigación; y d) síntesis. En el momento de escribir este artículo (mediados de abril del 2007) únicamente habían sido divulgadas las versiones preliminares de los resúmenes para tomadores de decisiones de los dos primeros tomos, a saber: IPCC 2007a - IPCC 2007b.

El objetivo de este artículo es destacar retos y oportunidades para la adaptación de la agricultura latinoamericana al cambio climático, considerando no sólo los impactos esperados en dicho sector, sino también los impactos previstos en la disponibilidad de agua.

### **Cuadro 1. Impactos previstos del cambio climático en América Latina.**

1.	Hacia la mitad del Siglo XXI, se proyecta que los incrementos en la temperatura y las reducciones asociadas del agua en el suelo conducirán a un reemplazo gradual de los bosques tropicales por sabanas en el este de la amazonia. La vegetación semiárida tenderá a ser reemplazada por vegetación de tierras áridas. Hay riesgo de pérdidas significativas de biodiversidad a través de la extinción de especies en muchas áreas tropicales.
2.	En las áreas secas, se espera que el cambio climático conduzca a salinización y desertificación de tierras agrícolas. Se proyecta una disminución en la productividad de algunos cultivos importantes y en la productividad de la ganadería, con consecuencias adversas para la seguridad alimentaria. Por ejemplo, se incrementaría la productividad de la soya en las zonas templadas.
3.	Se esperan cambios en los patrones de precipitación y la desaparición de glaciares, que afectarán significativamente la disponibilidad de agua para el consumo humano, la agricultura y la generación de energía.

**Fuente:** IPCC 2007a: 12

### **Preocupación por los impactos del cambio climático en la agricultura**

La ausencia de neutralidad en los impactos del cambio climático es evidente en el caso de la agricultura. Claramente, hay ganadores y perdedores. O al menos, dependiendo de la magnitud del cambio en el clima, hay “perdedores que perderían más que otros”. Con respecto a la agricultura, en el informe el IPCC (2007a:8) se indican los siguientes impactos asimétricos:

- Se proyecta un ligero incremento en la productividad de los cultivos en las latitudes medias y altas, para incrementos promedios regionales de temperatura entre 1 y 3°C, dependiendo del tipo de cultivo. Para temperaturas mayores, habrá reducciones en algunas regiones.
- En las latitudes menores, especialmente en regiones tropicales y con sequía estacional, se proyecta una reducción en la productividad de los cultivos, incluso para pequeños incrementos en temperatura media (1 a 2 °C), lo cual aumentará el riesgo de hambruna.
- Globalmente, a partir de los incrementos en las temperaturas medias regionales de entre 1 °C y 3 °C, se proyecta un incremento en el potencial

para la producción agrícola, pero éste se reduce para incrementos mayores.

- Se proyecta que el incremento en la frecuencia de las sequías e inundaciones afectará la producción local negativamente, especialmente en sectores de subsistencia en países en latitudes bajas.

Considerando estas asimetrías regionales, una de las mayores preocupaciones se refiere a las implicaciones que tiene el cambio climático sobre la posibilidad de alcanzar las metas de desarrollo del milenio, especialmente en lo que se refiere a la reducción del hambre. Entonces, ¿cuáles serán los efectos sobre la oferta mundial de alimentos?

Un estudio realizado por Bosello y Zhang (2005), con estimaciones al año 2050, apunta a una influencia limitada del cambio climático sobre la oferta mundial de alimentos y el bienestar. Sin embargo, subraya que habrá consecuencias distributivas importantes y que los impactos negativos más significativos se concentrarán en países en desarrollo ubicados en latitudes bajas (zonas tropicales y subtropicales). Precisamente son países que enfrentan los mayores problemas de pobreza y hambre, los cuales también son identificados como los más vulnerables al cambio climático según los informes recientes del IPCC.



## Los temas en la discusión sobre la adaptación al cambio climático en la agricultura

La relación entre cambio climático y agricultura es compleja. Por un lado, las manifestaciones del cambio climático —especialmente cambios en temperatura, precipitación, nivel del agua e incremento de eventos extremos— desatan acciones de adaptación por parte de los productores agropecuarios. Por otro lado, las actividades agropecuarias pueden desempeñar un papel importante en la mitigación del efecto invernadero causante del cambio climático.

En cuanto a la adaptación, es importante considerar el tipo de respuestas desde el sistema socioeconómico. Existen tres posibilidades: la adaptación en la finca, en el ámbito nacional y en nivel global (Bosello y Zhang 2005:3-5).

- La **adaptación en la finca** incluye cualquier acción desarrollada por los agricultores para adaptarse al cambio en las condiciones climáticas. Abarca acciones como el cambio en los tiempos, frecuencias y localización de los cultivos; adopción de nuevas variedades o la combinación de distintos tipos de cultivos; adopción de tecnologías y prácticas de cultivo que contribuyan a preservar las condiciones ambientales originales, como la irrigación; y la investigación y desarrollo en nuevas variedades que se puedan adaptar mejor a un clima cambiante, entre otros.
- En el **ámbito nacional**, el cambio climático puede generar cambios en el uso de insumos agrícolas (e.g tierra, agua, calidad genética de las semillas) y en los niveles de producción (cantidad y calidad), los cuales se propagarían al resto de la economía. Las variaciones de precios

**Cuadro 2. Posibles impactos en la agricultura, como resultado de la alteración en la frecuencia e intensidad de condiciones extremas en el estado de la atmósfera, del clima y de incrementos en el nivel del mar.**

Como resultado ...	se puede afirmar,	que
De días más cálidos y de menos días y noches fríos, así como de días y noches más cálidos y mayor frecuencia de días y noches cálidos en la mayor parte de regiones,	casi con certeza,	se incrementarán los rendimientos en ambientes fríos, se reducirán los rendimientos en ambientes cálidos y se incrementarán los brotes de insectos.
Del incremento en la frecuencia de episodios y ondas de calor en la mayoría de regiones,	con bastante certeza,	se reducirán los rendimientos en regiones frías, debido al estrés que genera el calor, y se incrementará el peligro de incendios silvestres.
Del incremento en la frecuencia de eventos de altas precipitaciones en la mayoría de regiones,	es muy probable,	haya daños en los cultivos, erosión del suelo e inhabilidad para cultivar tierras, debido a la extracción de agua de los suelos.
Del incremento en el área afectada por la sequía,	es probable,	haya degradación de tierras, menores rendimientos, daños y pérdida de cultivos, incremento en la muerte de ganado y en el riesgo de incendios silvestres.
Del incremento en la actividad ciclónica,	es probable,	haya daños en los cultivos, debilitamiento de las raíces de los árboles y daños en los corales.
Del incremento en la incidencia de eventos extremos de incremento en nivel del mar (excluyendo tsunamis),	es probable,	haya salinización del agua utilizada para irrigación, de estuarios y de los sistemas de agua dulce.

Fuente: IPCC 2007a: 16

relativos derivadas de esos cambios pueden inducir a procesos de sustitución de cultivos e insumos, así como a cambios en la oferta y la demanda de bienes agrícolas y no agrícolas. Los vínculos entre los impactos del cambio climático y las variaciones de precios relativos demandan la necesidad de generar nuevas tecnologías y prácticas agrícolas que incidan en los precios. Cuanto mayor sea la capacidad de la economía para adaptarse a esas transformaciones, menores serán los impactos.

- En el **nivel global**, los impactos del cambio climático en la agricultura variarán entre regiones, dependiendo de la latitud de los países (i.e. localización), de las condiciones ambientales locales, de las respuestas en el ámbito socioeconómico y de factores institucionales. En un mundo crecientemente integrado, pueden generarse cambios en los flujos de factores de producción, bienes y servicios, y alteraciones en precios relativos. Por lo tanto, la distribución de los cultivos entre países y regiones y los flujos de comercio agropecuario pueden modificarse significativamente en el futuro.

Por otra parte, Mendelshon (2000: 583-600) distingue la adaptación privada de la conjunta. La primera corresponde a aquella que realiza cada agricultor por separado, considerando privadamente sus costos y beneficios. La adaptación conjunta se da cuando los beneficios los obtienen colectivamente todos los agricultores, pero los costos los asume cada uno por aparte.

Si la adaptación al cambio climático en la agricultura tiene externalidades positivas<sup>3</sup>, las acciones individuales de los agricultores (i.e. la adaptación privada) generarán una cantidad de adaptación menor que la deseable socialmente. Esto constituye una justificación para la política pública en materia de adaptación. Ejemplos de adaptación pública en la agricultura incluyen la investigación y el desarrollo de nuevas especies, o de variedades y especies con estructuras diferentes a las actuales, la provisión de infraestructura de riego, la zonificación agro-hidro-ecológica, la provisión de información, el desarrollo de sistemas públicos de alerta temprana, entre otros.

## ***Estudios de adaptación de la agricultura al cambio climático en América Latina***

Entre los pocos estudios que se han desarrollado en América Latina sobre las respuestas de los agricultores al cambio climático, se destaca uno reciente del Banco Mundial sobre *Cambio Climático y Pobreza Rural*, ejecutado con el Apoyo del Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR) y del Programa Cooperativo de Innovación Tecnológica Agropecuaria para la Región Andina (PROCIANDINO). Este estudio abarca cuatro países del Cono Sur (Argentina, Brasil, Chile y Uruguay) y tres de la región andina (Colombia, Venezuela y Ecuador). En total se realizaron alrededor de 2000 encuestas a agricultores en cinco tipos de explotaciones agropecuarias:

- Cultivos sin irrigación.
- Cultivos con irrigación.
- Cultivos y ganadería sin irrigación.
- Cultivos y ganadería con irrigación.
- Sólo ganadería.

En dicho estudio se exploraron varios aspectos de la relación entre cambio climático y agricultura. Entre ellos destacan:

- La elección únicamente entre distintos tipos de cultivos (Seo y Mendelsohn 2007a).
- La escogencia entre diferentes tipos de cultivo, ganadería, combinación cultivos-ganadería e irrigación, como opciones de adaptación (Mendelsohn y Seo 2007).
- Un análisis del impacto del cambio climático sobre los ingresos netos de los agricultores y las rentas de la tierra (Seo y Mendelsohn 2007b). Además, se consideraron tres escenarios de cambio climático, a partir de modelos oceánicos-atmosféricos de circulación global: moderado, intermedio y extremo<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Se dice que existen externalidades positivas cuando una acción beneficia no sólo a quien la realiza.

<sup>4</sup> El escenario moderado se basa en el modelo Parallel Climate Model (PCM); el escenario intermedio, en un modelo del Center for Climate Systems Research (CCSR); y el escenario extremo utiliza un modelo del Canadian Climate Center (CCC).

En los dos primeros análisis, como es de esperar, la evidencia empírica muestra que la elección de actividades agropecuarias y de irrigación es sensible a variables climáticas.

En el análisis sobre la escogencia entre diferentes tipos de cultivos como opciones de adaptación, se identificó que las variables relevantes relacionadas con el clima son la temperatura y la precipitación.

Para el rango de cultivos estudiados, se subraya que el cambio climático hará que se presenten sustituciones de cultivos, en particular, desde papas y trigo hacia frutas y vegetales (Seo y Mendelshon 2007a: 6-11).

El modelo de escogencia entre cultivos, ganadería, cultivos-ganadería e irrigación es interesante por la inclusión de esta última alternativa. Los resultados con respecto a las variables climáticas que inciden en el uso de la irrigación no son sorprendentes. Entre las variables que determinan si los agricultores escogen o no la irrigación, son significativas la precipitación en el verano y la temperatura en el invierno; entre los agricultores que combinan sus actividades con ganadería, son significativas la precipitación en el verano y la temperatura de invierno y verano (Seo y Mendelshon 2007a:10-19).

Otros resultados indican que la rentabilidad relativa de la irrigación cae con el incremento de la temperatura y que es menos probable que los agricultores en localizaciones con mayor lluvia adopten la irrigación. La principal limitación de este estudio es que no se considera la disponibilidad de agua como una variable determinante de la elección de irrigación.

El análisis del impacto del cambio climático sobre las rentas de la tierra y los ingresos de los agricultores se basa en un modelo donde éstos maximizan su ingreso neto, sujeto a condiciones exógenas a sus fincas, entre las que se encuentran variables climáticas. Los resultados confirman que el ingreso neto y las rentas de la tierra son sensibles a dichas variables (Seo y Mendelsohn 2007b:10-17). Un aspecto interesante de los resultados obtenidos es que se logran diferenciar los impactos entre los pequeños y los grandes agricultores. Ambos tipos de fincas tienen sensibilidades climáticas; sin embargo, el efecto negativo sobre los ingresos de los agricultores pequeños<sup>5</sup> es mayor.

A partir de los resultados del estudio, se intenta una extrapolación para toda América Latina al año 2100, con diferencias entre agricultores grandes y pequeños (**Cuadro 3**). En general, los resultados coinciden con lo que indica el informe reciente del IPCC sobre impactos, adaptación y vulnerabilidad.

**Cuadro 3. Impactos del cambio climático sobre las rentas de la tierra en América Latina al año 2100, en diferentes escenarios de cambio climático.**

Agricultores	Escenario moderado	Escenario extremo
Agricultores pequeños	Resultados son beneficiosos en el agregado, con variaciones por localización: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Positivo para los agricultores localizados en climas fríos.</li> <li>• Negativo en regiones calientes de Venezuela, Colombia, en norte del Cono Sur y en Centroamérica.</li> </ul>	Resultados son negativos en todas las localizaciones.
Agricultores grandes	Resultados son beneficiosos en general, excepto en el norte de América del Sur.	Resultados negativos en general, con variaciones por localización. Posibles beneficios en Argentina, Chile, Perú y México.

**Fuente:** Seo y Mendelshon 2007b: 17-19

<sup>5</sup> En el estudio se considera como pequeña una finca de menos de 30 Ha.

El estudio presenta varias limitaciones destacadas por lo mismos autores:

- a) Se carece de información acerca de los recursos hídricos.
- b) No se captura el efecto de fertilización carbónica.
- c) Lo único que cambia en el futuro es el clima. No se considera el efecto del cambio tecnológico y se asume que los precios de los bienes y del factor trabajo no cambian con el clima (i.e. no hay cambios en precios relativos).
- d) Los agricultores en el futuro pueden adaptarse de igual manera que en el presente. No se consideran los requerimientos de capital y los costos de ajustes asociados a la adaptación.

### ***El agua en la discusión sobre adaptación al cambio climático en la agricultura***

Un estudio del Stockholm International Water Institute (SIWI) y el International Water Management Institute (IWMI), presentado ante la Comisión de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, en mayo del 2004, subraya la importancia del agua para alcanzar las metas del milenio en lo relativo a la reducción del hambre, así como el reto para la productividad del agua en la agricultura. Las proyecciones de ese estudio indican que los requerimientos adicionales de dicho recurso para producir los alimentos necesarios y reducir el hambre y la desnutrición en el año 2025, son equivalentes al agua extraída en la actualidad para apoyar todos los aspectos de la vida en sociedad. Estas preocupaciones también son relevantes para la adaptación de la agricultura al cambio climático.

La adaptación local al cambio climático en la agricultura significa, fundamentalmente, ser capaz de adaptarse, en distintos momentos del tiempo, según condiciones de exceso o de carencia de agua, las cuales afectarán otros usos de este recurso, como el consumo humano y la producción de energía.

Por lo tanto, cuando se analizan opciones de adaptación, como la irrigación, es importante considerar sus efectos sobre la disponibilidad de agua, así como las demandas de otros sectores de la economía que compiten con la agricultura por su uso.

Un estudio pionero en el abordaje de esos temas es el de Rosensweig *et al.* (2004: 345-360), cuyo objetivo fue analizar las implicaciones para la confiabilidad de la irrigación, debido a cambios en la disponibilidad de agua y en la demanda de agua por cultivos. En el estudio también se explora la efectividad de distintas opciones de adaptación para mantener dicha confiabilidad.

Para ello los autores desarrollan un enfoque metodológico que combina escenarios de cambio climático<sup>6</sup> con modelos agrícolas, hidrológicos y de planificación<sup>7</sup>. A partir de ello se estudia la disponibilidad de agua para la agricultura en condiciones de cambio climático y las correspondientes proyecciones para la producción agrícola, población, tecnología y crecimiento económico. El estudio abarca grandes regiones agrícolas productoras de soja y maíz en el Norte de Argentina, Sudeste de Brasil, Noreste de China, la parte de Hungría y Rumania en la cuenca del Danubio y el cinturón del maíz en Estados Unidos. Esas regiones difieren en condiciones socioeconómicas y ambientales, tecnológicas y regímenes climáticos. Sin embargo, con la excepción del noreste de China, todas las demás regiones tienen una adecuada disponibilidad de agua para la agricultura en las condiciones de clima actuales (Rosensweig *et al.* 2004:347-351).

En las regiones estudiadas más ricas en agua, existe evidencia de que habrá suficiente agua para la agricultura en los escenarios de cambio climático analizados. Con respecto a los casos investigados de América Latina, en el norte de Argentina los problemas ocasionales de agua para la agricultura en las condiciones actuales pueden ser exacerbados y podrían requerir inversiones para aliviar el estrés hídrico. Por el contrario, en el sur de Brasil, la disponibilidad futura de agua para la agricultura parece estar garantizada.

<sup>6</sup> En el estudio se combina información de los siguientes modelos globales de clima: a) Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL – Version R30); b) Goddard Institute for Space Studies –NASA; c) Mark Plank Institute; d) United Kingdom Met Office Hadley Center (HadCM2); e) Canadian Climate Model (CGCM2).

<sup>7</sup> Los modelos usados fueron: a) modelo CERES para evaluar las demandas de agua en maíz y soja (i.e. demanda de agua); b) modelo WATBAL para la evaluación de los impactos del cambio climático sobre el flujo de agua en cuencas (i.e. oferta de agua); y c) modelo WEAP para las proyecciones, planificación y evaluación de demandas múltiples de agua.



## *El cambio climático, el crecimiento de la población y el desarrollo económico afectarán la disponibilidad futura de agua para la agricultura.*

El estudio incluye varias simulaciones para determinar la posibilidad de expandir el área irrigada, como alternativa de adaptación<sup>8</sup>. Los resultados indican que únicamente en el caso de Brasil se podría acomodar fácilmente una expansión del área irrigada en las condiciones de cambio climático estudiadas. Las otras regiones sufrirían reducciones en la confiabilidad del sistema hídrico.

Los autores también señalan que aun en áreas relativamente ricas en agua, los cambios en la demanda de dicho recurso afectarán la agricultura, debido al cambio climático. Además, con motivo del crecimiento urbano, se requerirá de mejoras oportunas en las variedades de cultivo, en las tecnologías de irrigación y drenaje, y en el manejo del agua. En resumen, el cambio climático, el crecimiento de la población y el desarrollo económico afectarán la disponibilidad futura de agua para la agricultura (Rosensweig *et al.* 2004: 345).

Se brindan opciones de adaptación agronómica ante el cambio climático, como la variación en la época de plantación y la adopción de variedades con características genéticas de tolerancia al calor, vulnerabilidad a pestes y sensibilidad a pesticidas. Se dice que cuando se planea la adaptación al cambio climático desde una perspectiva de recursos genéticos, es importante tomar en cuenta tanto la productividad como el uso del agua (Rosensweig *et al.* 2004: 357). En ese mismo sentido, se puede destacar la necesidad de conservación y manejo concientes de la diversidad genética.

En cuanto a los recursos hídricos, en algunas regiones el exceso de agua puede ser más dañino que la sequía. Incluso el cambio climático puede alterar la disponibilidad temporal del agua. Por lo tanto, la adaptación de los recursos hídricos en el caso de la agricultura debe contemplar mejoras en las tecnologías de riego y de drenaje. Entre los casos estudiados, las mejores posibilidades de incrementar el área irrigada corresponden a Brasil. En las demás regiones, esto implicaría aumentar el estrés del sistema hídrico (Rosensweig *et al.* 2004: 356-357) (**Cuadro 4**).

<sup>8</sup> En estos ejercicios no se incluyó a los Estados Unidos.

## *Implicaciones para las políticas públicas*

En América Latina, algunos países han realizado esfuerzos de adaptación, particularmente mediante la conservación de ecosistemas claves, sistemas de alerta temprana, gestión del riego en la agricultura, estrategias para la gestión de sequías, inundaciones y zonas costeras y sistemas de vigilancia de enfermedades. Sin embargo, la efectividad de esos esfuerzos es superada por factores como la carencia de información básica y sistemas de monitoreo; insuficiencia de capacidades y marcos políticos, institucionales y tecnológicos adecuados; bajo ingreso; y asentamientos humanos en áreas vulnerables (IPCC 2007b:12).

Lo anterior evidencia la necesidad de políticas públicas dirigidas a la adaptación al cambio climático en la agricultura que promuevan una mayor integralidad de los sectores agrícola y de recursos hídricos. Se pueden extraer varias implicaciones que apoyen la adaptación:

**1. La justificación de intervención gubernamental.** Diversos factores justifican el desarrollo de políticas públicas para promover la adaptación al cambio climático en la agricultura. De acuerdo con Mendelsohn (2000: 590-59), uno es la existencia de externalidades positivas para orientar o corregir las acciones de adaptación desarrolladas por los agentes privados; por ejemplo, eliminando subsidios que promueven el uso ineficiente del riego en la agricultura. Otro factor es la equidad en el contexto internacional, dada la evidencia científica de que los países más afectados serán los tropicales pobres. Además, los resultados indican que los agricultores pequeños son más sensibles a los cambios en el clima. Otro factor es el acceso oportuno de los agricultores, principalmente de los más pequeños, a información sobre los cambios climáticos futuros, sus impactos y las opciones de adaptación posibles.

No obstante, a pesar de que la adaptación al cambio climático en la agricultura tiene características de bien público, nada garantiza

#### **Cuadro 4. Datos de consideración acerca del agua y agricultura ante el cambio climático.**

<p>La agricultura es el mayor usuario de agua a nivel mundial.</p> <p>En EE.UU. la agricultura utiliza un 87% de agua extraída.</p> <p>En EE.UU. aproximadamente un 68% del agua subterránea extraída es utilizada en la agricultura.</p>
<p>Producir un kilogramo de proteína animal requiere de 100 veces más agua que producir un kilogramo de proteína vegetal.</p>
<p>Aproximadamente un 16% de la tierra agrícola mundial es irrigada.</p> <p>Aproximadamente un 33% de los alimentos en el mundo se producen en tierras irrigadas.</p> <p>La irrigación, especialmente con agua subterránea, requiere de grandes cantidades de energía para mover el agua. En EE.UU. aproximadamente un 10% de la energía gastada en el sector agropecuarios es utilizada en irrigación.</p>
<p>En EE.UU. el 12% de la tierra es irrigada y produce el 27% del valor de todos los cultivos; sin embargo, ese porcentaje no toma en cuenta los costos para el gobierno de proveer y subsidiar una gran porción del agua para irrigación.</p>
<p>En el nivel mundial, se estima que la cantidad de agua que llega a las plantas es menor de un 40%.</p>
<p>Se puede avanzar mucho en la conservación del agua, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Utilizando sistemas de flujo controlado (<i>surge flow</i>) en lugar de la irrigación por inundación y canales. En Texas, EE.UU., esta sustitución mejoró los requerimientos de agua para riego entre 38% y 56%.</li> <li>■ Irrigando en la noche para reducir la evaporación, se puede mejorar la eficiencia de dos a tres veces.</li> <li>■ Utilizando regadores de baja presión, mejora la eficiencia entre 60% y 70% en relación con sistemas de alta presión.</li> <li>■ Utilizando la técnica de aplicación de precisión de baja energía (Low Energy Precision Application - LEPA), se alcanzan eficiencias de entre 88% y 99%.</li> <li>■ Goteo o microirrigación alcanza eficiencias hasta del 95%; sin embargo, es una tecnología costosa y requiere de agua muy limpia.</li> </ul>

**Fuente:** Pimentel et al. 1997: 97-106

que la adaptación conjunta sea eficiente, dado que pueden existir diferentes visiones acerca de la adaptación deseable, conflictos sobre el mecanismo de pago por la adaptación pública y situaciones de búsqueda de rentas por parte de los agentes privados (Mendelsohn 2000:593).

En el ámbito nacional y con incidencia en la finca, son relevantes políticas y estrategias que fortalezcan o corrijan respuestas de los agricultores y otros agentes económicos. En el nivel global, se deben buscar acciones enmarcadas en mecanismos multilaterales de cooperación internacional, tales como las convenciones ambientales.

2. **Mejores tecnologías para el manejo de la carencia y del exceso de agua en la agricultura.** Los resultados del estudio de Rosenzweig et al. (2004) señalan la importancia creciente no sólo de las tecnologías de riego, sino también de las tecnologías de drenaje. Esto es relevante en áreas húmedas, pues a menudo el énfasis en el análisis de la relación entre cambio climático y agricultura se pone en el impacto en regiones secas y en la irrigación como opción de adaptación.
3. **Gestión eficiente del agua.** La gestión eficiente del agua es fundamental para la adaptación de la agricultura al cambio climático.

Esto implica opciones como la reducción de subsidios para el agua en la agricultura, el desarrollo de mercados de agua, la introducción de controles sobre la demanda, el desarrollo de inversiones para garantizar su disponibilidad en el tiempo y lugar necesarios y, en general, el diseño de incentivos para que a los agricultores conserven los recursos agua y suelo (Rosenzweig *et al.* 2004:357; Pimentel *et al.* 1997:107).



El estudio del SIWI y el IWMI (2004:4) plantea cinco retos para las políticas públicas que son relevantes en este contexto.

- a) El reto de la productividad: cerrar la brecha de productividad entre lo que se produce actualmente y lo que se podría producir, mediante intervenciones que incrementen la productividad del agua. Este es sin duda un reto mayor. Tal como lo indica el nombre del informe, implica obtener mayor nutrición por cada gota de agua.
  - b) El reto de la tecnología: facilitar la difusión y el uso de nuevas tecnologías que incrementen la productividad del agua.
  - c) Reto cultural: identificar e influenciar patrones de consumo no sostenibles, que resulten en un incremento en la demanda por alimentos intensivos en el uso del agua.
  - d) Reto ecológico: identificar criterios mínimos de servicios ecológicos para la protección de los ecosistemas acuáticos contra el agotamiento del agua.
  - e) Reto económico: identificar subsidios agrícolas insostenibles y barreras comerciales, especialmente aquellas que afectan a regiones con escasez de agua.
4. **Gestión y desarrollo institucional.** No existe en el ámbito internacional disposiciones adecuadas a las necesidades de adaptación al

cambio climático. El Protocolo de Kyoto, el principal acuerdo internacional en materia de cambio climático, tiene una fuerte orientación al tema de la mitigación. Como lo destacan Rosenzweig *et al.* (2004), la adaptación institucional es fundamental, junto con el mejoramiento tecnológico continuo y las inversiones en los sectores hídrico y agrícola. Esto demanda una mayor coordinación entre las instituciones del sector ambiental, especialmente a cargo del manejo del agua, y las diferentes instancias institucionales del sector agropecuario.

### Corolario

El documento del IPCC evidencia la necesidad de establecer políticas públicas para apoyar los esfuerzos privados de adaptación al cambio climático en la agricultura, en las cuales se consideren explícitamente las repercusiones sobre los recursos hídricos. Esto tendría importantes implicaciones en el quehacer de las agencias de cooperación internacional, especialmente para los países que serán más afectados por el cambio climático. Estas implicaciones se deberán dar por lo menos en cinco áreas: **a)** desarrollo de marcos de política; **b)** desarrollo de marcos institucionales conducentes a un abordaje integral de los problemas; **c)** formulación de proyectos de inversión que se requieran en los sectores hídrico y agrícola; **d)** formación de capacidades; y **e)** generación y transferencia de conocimientos relevantes.

## Referencias bibliográficas

- Bosello, F.; Zhang, J. 2005. Assessing climate change impacts: agriculture Milán, Italia, Fundación Eni Enrico Mattei. (Documento de Trabajo 94).
- IPCC. 2007a. Climate change: impacts, adaptation and vulnerability – summary for policymakers Contribución del Grupo de Trabajo II al Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. Cuarta Evaluación. Ginebra, Suiza, Secretaría del IPCC.
- \_\_\_\_\_. 2007b. Climate change: the physical science basis – summary for policymakers Contribución del Grupo de Trabajo I al Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, Cuarta Evaluación. Ginebra, Suiza, Secretaría del IPCC.
- Mendelshon, R. 2000. Efficient adaptation to climate change. *Climate Change*, 45 (3-4): 583-600.
- \_\_\_\_\_; Seo, N. 2007. Changing farm types and irrigation as an adaptation to climate change in Latin America. Washington D.C., Banco Mundial. (Policy Research Working Paper No. 4161).
- Pimentel, D.; Houser, J.; Preiss, E.; White, O.; Fang, H.; Mesnick, L.; Barsky, T.; Tariche, S.; Schreck, J.; Alpert, S. 1997. Water resources: agriculture, the environment, and society. *BioScience*, 7 (2), pp. 97-106.
- Rosenzweig, C.; Strzepek, K.; Major, D.; Iglesias, A.; Yates, D.; McCluskey, A.; Hiller, D. 2004. Water resources for agriculture in a changing climate: international case studies. *Global Environmental Change*, 14 (4), pp. 345-360.
- Ruttan, V. 1991. Climate change and world agriculture. *Environment*, 33 (6): 25-30
- Seo, N.; Mendelsohn, R. 2007a. An analysis of crop choice: adapting to climate change in Latin American farms. Washington D.C., Banco Mundial (Policy Research Working Paper No. 4162)
- \_\_\_\_\_; 2007b. A ricardian analysis of the impacts of climate change on Latin American farms. Washington D.C., Banco Mundial (Policy Research Working Paper No. 4163).
- SIWI (Stockholm International Water Institute); IWMI (International Water Management Institute). 2004. Water - more nutrition per drop. Towards sustainable food production and consumption patterns in a rapidly changing world. Sesión Ordinaria de la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Suecia, Stockholm International Water Institute.



## *Abstract / Résumé*

### **Climate change, water and agriculture**

**T**he recent report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) presents conclusive scientific evidence that the earth's climate is changing and that the changes are having asymmetric effects on developed and developing countries, especially in the agricultural sector. The objective of this article is to highlight certain challenges and opportunities

for adapting Latin American agriculture to climate change, considering not only the impacts anticipated in the sector but also the effect on water availability. The document stresses that the adaptation of agriculture to climate change is a public good. It also addresses the implications for public policies, based on current knowledge of how climate change, water and agriculture are linked.

.....

### **Mudança climática, água e agricultura**

**O** recente relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresenta evidência científica conclusiva acerca da certeza das mudanças climáticas e seus efeitos assimétricos entre países industrializados e países em desenvolvimento, especialmente no setor agrícola. O objetivo deste artigo é apontar desafios

e oportunidades para a adaptação da agricultura latino-americana às mudanças climáticas, considerando não apenas os impactos esperados no setor, mas, também, os efeitos previstos na disponibilidade de água. O documento enfatiza a natureza de bem público da adaptação na agricultura. Também apresenta as implicações para as políticas públicas, decorrentes do conhecimento atual sobre os vínculos entre mudança climática, água e agricultura.

.....

### **Changement climatique, eau et agriculture**

**L**e rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), publié récemment, présente des preuves scientifiques concluantes au sujet de la certitude du changement climatique et de ses effets asymétriques dans les pays développés et les pays en développement, en particulier dans le secteur agricole. Le but du présent article est de mettre en évidence les défis et les possibilités qui

attendent l'agriculture latino-américaine dans son adaptation au changement climatique, en considérant non seulement les impacts prévus dans ce secteur, mais aussi les répercussions anticipées sur les ressources en eau. Dans cet article, l'accent est mis sur le caractère de bien public que revêt l'adaptation dans le secteur agricole. Sont également présentées les implications, pour les politiques publiques, des connaissances actuelles sur les liens entre le changement climatique, l'eau et l'agriculture.

# Agricultura de precisión

*Nuevas herramientas para mejorar la gestión tecnológica en la empresa agropecuaria*

Evandro Chartuni<sup>1</sup>, Francisco de Assis de Carvalho,  
Daniel Marçal<sup>2</sup> y Emilio Ruz<sup>3</sup>

## PALABRAS CLAVE

Variabilidad espacial y temporal  
Manejo localizado  
Sistema de posicionamiento global  
Sistemas de información geográfica  
Percepción remota  
Tecnologías de dosis variable  
Geoestadística



productos agrícolas permite significativos avances en el área de producción de alimentos. Por ello, en la década de los noventa, se dispuso de un nuevo concepto agronómico de gestión de predios o terrenos agrícolas, basado en el conocimiento e interpretación de la variabilidad espacial en el campo, al cual se le ha denominado agricultura de precisión.

A lo largo de su historia, el Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR) y el IICA, se han preocupado por contribuir a la instalación de los nuevos descubrimientos y avances tecnológicos en la región. Desde hace seis años, cuando recién se comenzaba a hablar de este tema, el PROCISUR y el IICA han apoyado las actividades de cooperación tendientes a difundir y desarrollar las tecnologías de la agricultura de precisión según las condiciones de los países de la región. Al mismo tiempo, la contribución de expertos de países más avanzados permitió disponer de distintas visiones y experiencias en una tecnología de incipiente desarrollo para la región. Esta primera etapa culminó con la publicación de libro *"Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable"*, el cual se tomó como base para la preparación del presente documento, cuyo objetivo es presentar los conceptos básicos sobre agricultura de precisión y algunos resultados relevantes de investigación relacionados con los antecedentes y la adopción de esta tecnología en el mundo.

La modernización de las prácticas agrícolas surge como un nuevo desafío, principalmente en relación con el concepto de sostenibilidad ambiental y económica del proceso de producción. La respuesta de la investigación, innovación y extensión de los segmentos vinculados con el área agrícola ha sido generar tecnología que permita cuantificar y manejar diferenciadamente la variabilidad natural del área productora. Además, el manejo adecuado de nuevas máquinas y equipos agrícolas para preparar, sembrar, cultivar, cosechar y procesar los

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasil, evandro.mantovani@embrapa.br

<sup>2</sup> UFV, Brasil, facpinto@ufv.br, queiroz@ufv.br

<sup>3</sup> PROCISUR-IICA, emilio.ruz@iica.int

*Concepto de agricultura de precisión se refiere al conjunto de técnicas orientado a optimizar el uso de los insumos agrícolas en función de la cuantificación de la variabilidad espacial y temporal de la producción agrícola.*

### **Aplicación del concepto de agricultura de precisión**

A partir de la década de los setentas, se comenzó a delinear una nueva forma de hacer agricultura con los estudios sobre automatización de máquinas agrícolas. Posteriormente, a finales de la década de los ochentas y comienzos de los noventas, con la liberación del sistema de posicionamiento global por satélite para uso civil, fue posible desarrollar equipos inteligentes que permitieron el manejo localizado de las prácticas agrícolas, con una mayor eficiencia de aplicación de insumos. Esto redujo el impacto ambiental y, como consecuencia, disminuyeron los costos de la producción de alimentos.

Todo esto permitió ir configurando el concepto de agricultura de precisión como el conjunto de técnicas orientado a optimizar el uso de los insumos agrícolas (semillas, agroquímicos y correctivos) en función de la cuantificación de la variabilidad espacial y temporal de la producción agrícola.

La tecnología no consiste solamente en medir la variabilidad existente en el área, sino también en la adopción de prácticas administrativas que se realicen en función de esa variabilidad. De acuerdo con Robert (1999), no es una novedad la observación de la existencia de variabilidad en las propiedades o factores determinantes de la producción en los agroecosistemas. Lo que es diferente, en realidad, es la posibilidad de identificar, cuantificar y mapear esa variabilidad. Más aun, es posible georeferenciar y aplicar los insumos con dosis variables en puntos o áreas de coordenadas geográficas conocidas.

De esta forma, se definen prácticas agrícolas orientadas a sustituir la recomendación habitual de insumos con base en valores promedio, como ocurre en la agricultura tradicional, por una más precisa, con manejo localizado, que considera las variaciones del rendimiento en toda el área.

Los agentes involucrados en el desarrollo y adopción de las prácticas de agricultura de precisión suelen dividir este conjunto de tecnologías en tres etapas diferentes (**Figura 1**):

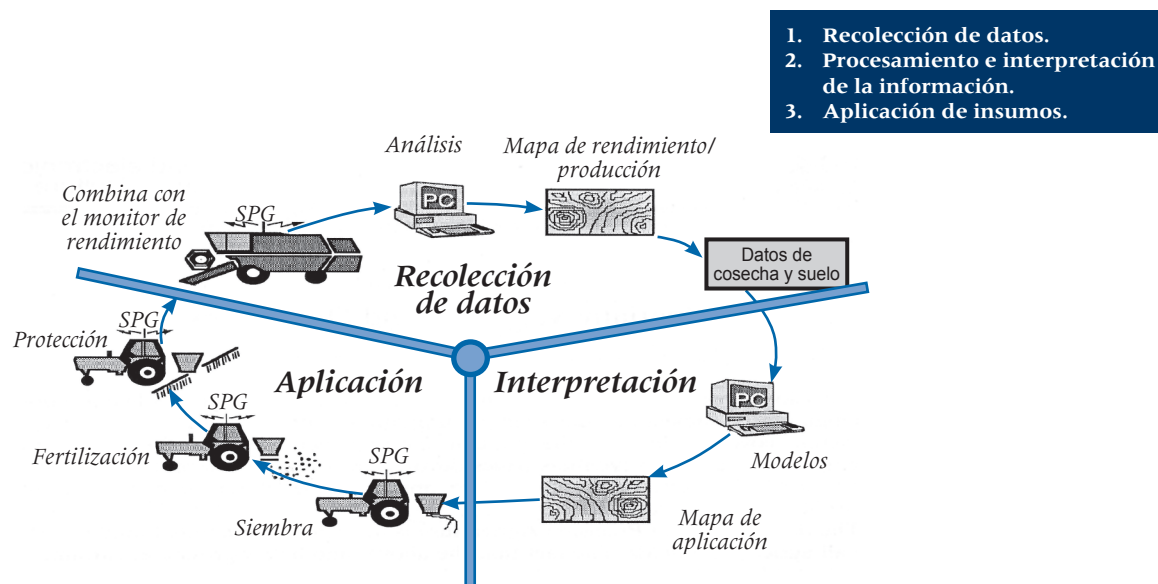


Fig. 1. Las tres etapas de la agricultura de precisión.

Fuente: AGCO 2005

La aplicación del concepto de agricultura de precisión puede comenzar, por ejemplo, a partir de la cosecha con el mapa de rendimiento o del conocimiento de la variabilidad del suelo representada en los mapas respectivos (figura 2).

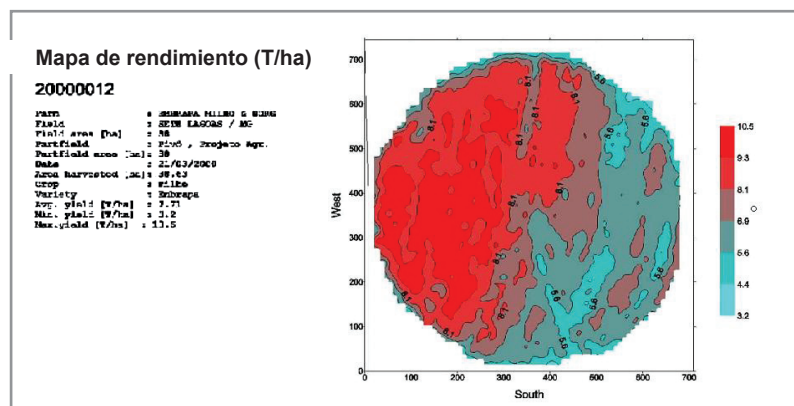


Fig. 2. Mapa de rendimiento de maíz, campaña 2002.

Fuente: EMBRAPA, Estación Experimental Maíz y Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brasil.

El estudio de variabilidad del suelo y de la planta permite establecer tendencias de rendimiento en una misma área y, a lo largo del tiempo, según variaciones climáticas y modificaciones del suelo. Cuando el rendimiento y/o la fertilidad de un lote no varían, es probable que el incentivo para adoptar las técnicas de agricultura de precisión sea escaso

con respecto a la optimización de la producción, no así desde el punto de vista de la gestión de la empresa agropecuaria. Sin embargo, si se detecta una elevada variación de productividad, la adopción de esas técnicas puede ser beneficiosa, pues reduce las distorsiones comprobadas normalmente en el área de producción.

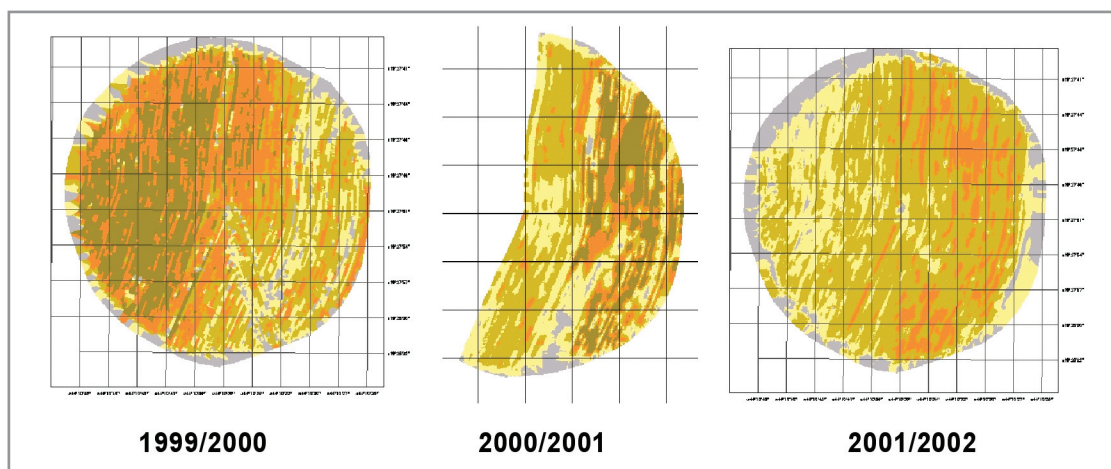


Fig. 3. Variabilidad temporal del rendimiento de maíz, cosechas/campañas 2000, 2001 y 2003.

Fuente: EMBRAPA, Estación Experimental Maíz y Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brasil.



Para comprender y aplicar la agricultura de precisión, es necesario definir los siguientes conceptos básicos:

- **Variabilidad espacial:** expresa las diferencias de producción en un mismo campo, en una misma campaña y cosecha (**Figura 2**).
- **Variabilidad temporal:** formula los cambios de producción en un mismo campo, en distintas campañas de cosecha (**Figura 3**).

Las prácticas de manejo localizado no se basan solamente en mapas de productividad o de fertilidad del suelo. La toma de decisiones en agricultura de precisión puede realizarse a partir de una base de datos, registrada en un mapa, o de información obtenida cuando se lleve a cabo determinada acción, utilizando para ello la información obtenida mediante sensores “en tiempo real”.

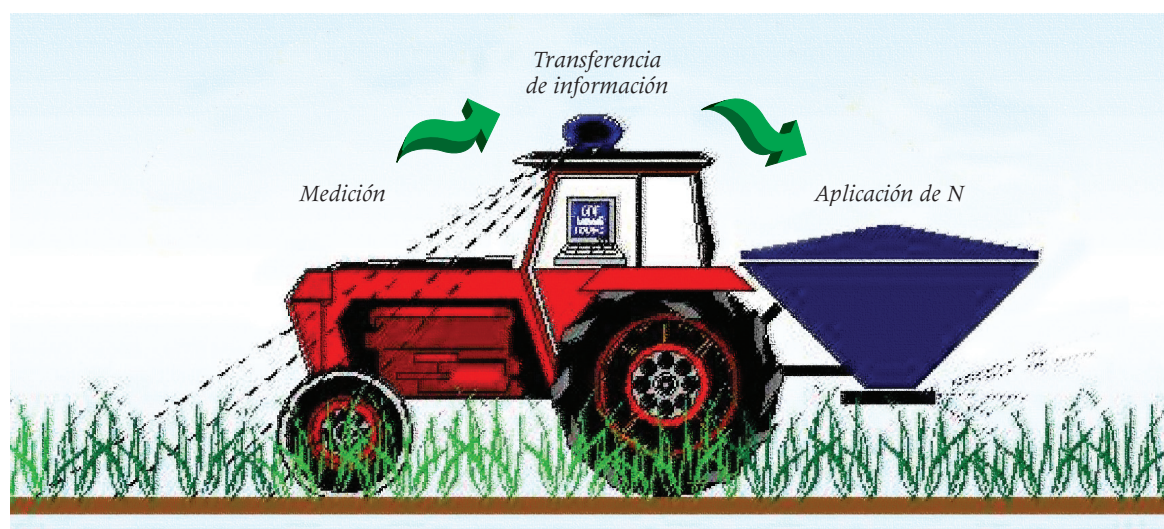
La frecuencia del muestreo se puede producir en intervalos de meses o años, como en el caso de corrección de suelos. Cuando la característica cambia rápidamente, el productor puede medir la variabilidad en tiempo real y proveer instantáneamente el insumo necesario, sin muestreo previo. Un ejemplo

de esta situación sería la aplicación de nitrógeno basada en la información de los sensores en tiempo real (**Figura 4**).

La aplicación del concepto de la agricultura de precisión es posible gracias a la evolución de cinco tecnologías:

1. Sistema de posicionamiento global (SPG)
2. Sistemas de información geográfica (SIG)
3. Percepción remota
4. Tecnologías de dosis variable (sensores, controladores y otros)
5. Análisis de datos georeferenciados (geoestadística, econometría espacial, análisis multifactorial, análisis de cluster y CART, entre otros)

Esta nueva filosofía de producción agrícola que utiliza tecnología de información responde a las exigencias de un mercado competitivo, que requiere de un mayor volumen de producción y precios más bajos. Además, este mercado prefiere técnicas y sistemas que disminuyan la contaminación ambiental.



**Fig. 4.** Sensor en tiempo real para la aplicación de nitrógeno con dosis variable.

**Fuente:** Yara 2005



## **Aplicaciones de la agricultura de precisión en sistemas de cultivos tradicionales**

Los sistemas tradicionales de producción tratan las propiedades agrícolas de forma homogénea. Con base en las condiciones promedio de las extensas áreas de producción, implementan las acciones correctivas de los factores limitantes. Para obtener sistemas de producción más competitivos y aumentar la eficiencia agronómica del sector productivo, se han incorporado nuevas técnicas que permiten incrementar y/o mantener la productividad de los cultivos y al mismo tiempo reducir los costos de producción. En este sentido, la agricultura de precisión constituye una nueva forma integrada de gerenciamiento de la información de los cultivos, basada en la existencia de la variabilidad espacial y temporal de la unidad mínima de manejo en la agricultura tradicional (Saraiva *et al.*, en Borém *et al.* 2000).

Como ejemplos de aplicación de tecnologías de la agricultura de precisión, Cigana (2003) señala que el resultado de la cosecha de dos lotes con soja y maíz que suman 265 hectáreas en la región del Planalto Médio “Gaúcho”, en Río Grande del Sur, Brasil, confirma el aumento de productividad y la reducción de costos. En un lote de 132 hectáreas cultivado con maíz, el rendimiento alcanzó 5.880 kg/ha. El resultado es 20% superior al promedio regional, 4.680 kg/ha. El número también es 13% superior al promedio de 5.100 kg/ha obtenido en otros cultivos de la misma propiedad, la



Hacienda Anna, donde se aplicaron los métodos convencionales. En las 124 hectáreas sembradas con soja, la productividad llegó a 2.880 kg/ha. El promedio de la región fue de aproximadamente 2.040 kg/ha (29% menos) y el de la propiedad, 2.520 kg/ha (12,5% menos).

Según el mismo autor, la comparación con los demás cultivos de la propiedad muestra también una reducción de costos en los insumos. En el área cultivada con maíz, se alcanzó un ahorro de 18% en la aplicación de fertilizante, mientras que en el cultivo de 124 hectáreas de soja, el ahorro fue de un 23%.

## **Aplicaciones en agricultura intensiva: vitivinicultura**

En sistemas intensivos, las mayores aplicaciones de la agricultura de precisión se han concentrado en la vitivinicultura. Los viticultores de Estados Unidos, Australia y más recientemente de Chile son los que han encontrado en estas técnicas una herramienta favorable para el manejo más eficiente de las vides.

Hasta hace poco, los profesionales y productores vitivinícolas no poseían suficientes herramientas para caracterizar y representar en un mapa la variabilidad espacial de las propiedades del viñedo, específicamente en cuanto a:

- Características del suelo (profundidad, retención de humedad, contenido de nutrientes, acidez, etc.)
- Características de la planta (cantidad de m<sup>2</sup> de hojas por m<sup>2</sup> de suelo [o índice de área foliar], relación hojas frutos, entre otras).

Actualmente, en la viticultura de precisión se pueden determinar las subáreas de calidad de uvas uniformes a través del uso imágenes aéreas, denominadas “imágenes multiespectrales”, obtenidas mediante cámaras especializadas y las técnicas utilizadas en SIG. Luego de que las imágenes son capturadas, se someten a diversos análisis que permiten obtener los denominados “índices de vigor vegetativo”, entre los que se encuentra el índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI), que además permite obtener una variable altamente asociada a la calidad de la uva por ser vinificada. Estos índices finalmente se representan en “planos de vigor” para distintos sectores.

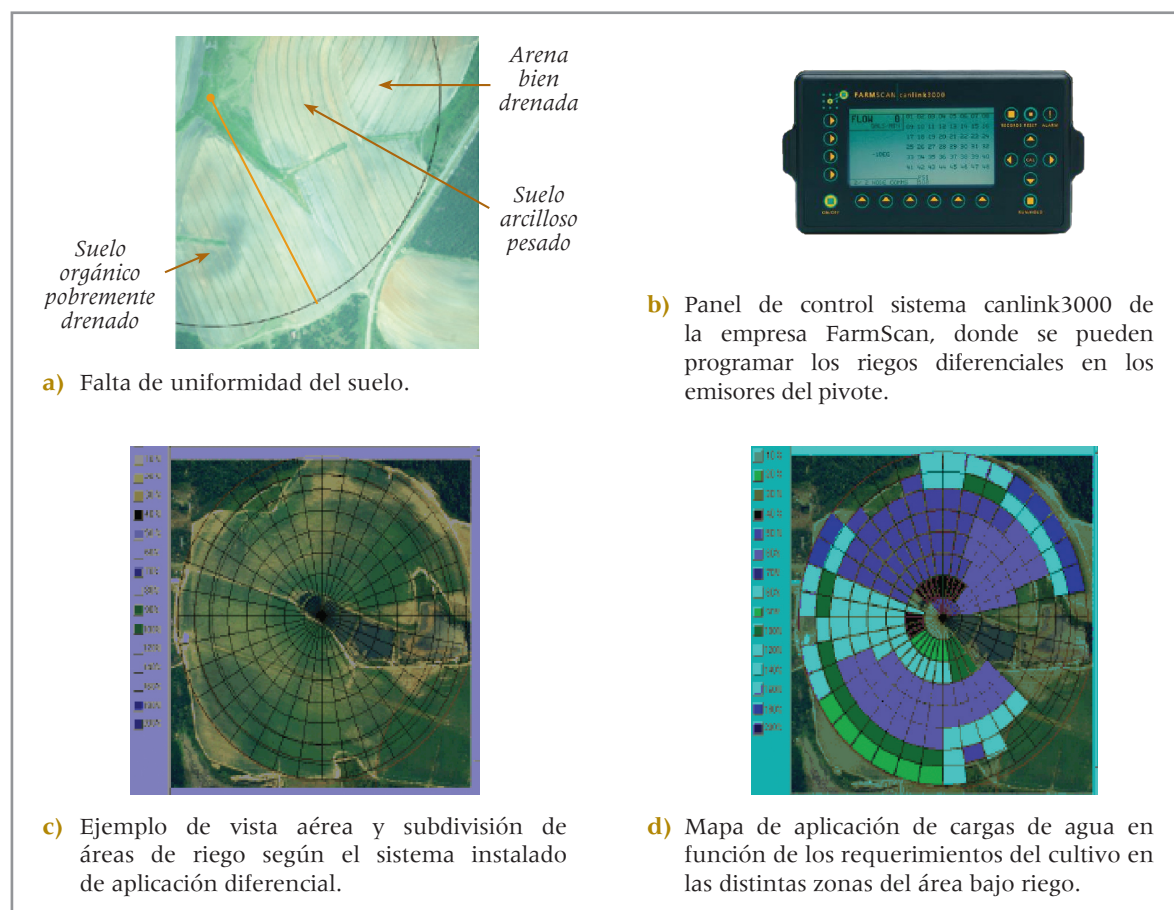
## Aplicaciones en sistemas de riego

La alta variabilidad espacial en las condiciones físicas del suelo se traduce en falta de uniformidad del agua de riego aplicada en el predio, problema que generalmente no se considera en el diseño de nuevas obras de riego (aspersión, goteo y riego superficial). Esta ineficiencia conduce a pérdidas de fertilizante nitrogenado y a la posterior contaminación de los acuíferos subterráneos por lixiviación (Best y Duke 2001).

El conocimiento de áreas uniformes en propiedades físicas y el uso de modelos computacionales permitirán un mejor manejo del recurso hídrico con un aumento de la eficiencia de uso del agua y de fertilizantes nitrogenados, lo que a su vez protegerá las aguas subterráneas de contaminantes.



El mayor uso de las tecnologías de aplicación variable de agua y fertilizantes se da en los sistemas de riego por pivote central. Éstos han constituido un importante factor para el desarrollo de la agricultura, ya que optimizan un recurso limitado y brindan seguridad de riego para la producción de cultivos.



**Fig. 5.** Sistema de riego diferencial en pivotes.

**Fuente:** Best y Duke 2001

## Comentarios finales

Aún existen áreas que necesitan desarrollarse para que la agricultura de precisión pueda ser consolidada como una solución amplia y plenamente viable para todos los segmentos de la agricultura. Su adopción representa un potencial para la racionalización del sistema de producción agrícola moderno, pues permite:

- Optimizar la cantidad de agroquímicos, fertilizantes o correctivos aplicados en los suelos y cultivos.
- Establecer la magnitud de la correlación de la variabilidad espacial y/o temporal entre los factores asociados al suelo y el desarrollo de los cultivos.
- Determinar la disponibilidad de nutrientes, materia orgánica, acidez, disponibilidad de agua, textura, distribución de enfermedades, plagas, malezas, entre otros.
- Reducir los costos de producción y de la contaminación ambiental.
- Mejorar calidad de las cosechas.

A pesar de que el tema de la agricultura de precisión es relativamente nuevo, se han logrado significativos avances que pueden ser modelos por seguir, principalmente en el desarrollo de máquinas e implementos que permiten el manejo localizado con base en mapas. Cada vez se encuentran disponibles en el campo más recursos avanzados en tecnología de información, como los sistemas de posicionamiento global (GPS), los de información geográfica (SIG), de control y adquisición de datos, sensores y actuadores, entre otros.

## Referencias bibliográficas

- AGCO. 2005. <http://www.fieldstar.com/agco/FieldStar/FieldStarUK/System/DataCollection.htm>
- Bongiovanni, R.; Mantovani, E. C.; Best, S.; Roel, A (Ed.). 2006. Agricultura de precisión: integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable. Montevideo, Uruguay, PROCISUR/IICA.
- Best, S.C. y Duke, H.R. 2001. Spatial distribution of water and nitrogen application under center pivot sprinklers. Proceedings of Central Plains Irrigation course and exposition. Kearney, Nebraska, Central Plane Irrigation Association. p. 58-65.
- Blackmore, S. 1997. An Introduction to Precision Farming. Silsoe College, UK. Disponible en <http://www.silsoe.cranfield.ac.uk/cpf/papers/precfarm.htm>
- Borém, A. *et al.* 2000. Agricultura de precisão. Viçosa, MG, p.108-145.
- Cigana, C. A. 2003. Redução de custos prometida pela agricultura de precisão. Consultado 16 nov. 2003. Disponible en <http://www.portaldoagronegocio.com.br/index.php?p=noticia&idN=3665>
- Morgan, M.; Ess, D. 1997. The Precision-Farming Guide for Agriculturalists. John Deere Publishing, Moline, IL. 117 p.
- Robert, P. C. 1999. Precision Agriculture: An information revolution in agriculture. Agricultural.
- UIUC (University of Illinois at Urbana-Champaign). 2005. Smart sprayer. Disponible en <http://ageweb.agg.uiuc.edu/remote-sensing/VariableRate.html>
- Yara. 2005. The three stages of the N Sensor System. Disponible en [http://fert.yara.co.uk/en/crop\\_fertilization/advice\\_tools\\_and\\_services/n\\_sensor/the\\_three\\_stages/index.html](http://fert.yara.co.uk/en/crop_fertilization/advice_tools_and_services/n_sensor/the_three_stages/index.html)



## Abstract / Résumé

### **Precision agriculture: New tools to improve technology management in agricultural enterprises**

**P**recision agriculture is an approach to agricultural land management that is based on the identification and interpretation of in-field spatial variability. It involves the use of a number of new technologies such as global positioning systems (GPS), sensors and

satellite and aerial imagery, in conjunction with geographic information systems (GIS). In this document, readers will be introduced to the concepts behind these technologies and information on their application in different areas, with a view to promoting their use, fostering their analysis and understanding, and explaining the benefits, complexities and limitations of their use.

.....

### **Agricultura de precisão: novas ferramentas para aprimorar a gestão tecnológica na empresa agropecuária**

**A**gricultura de precisão é um conceito agrônômico de gestão de edificações ou terras agrícolas, baseado no conhecimento e na interpretação da variabilidade espacial no campo. Para tanto, requer o uso de uma série de tecnologias relacionadas com os sistemas de

posicionamento global (GPS), sensores, imagens de satélite e imagens aéreas, juntamente com os sistemas de informação geográfica (SIG). Esta publicação apresenta aos leitores uma série de conceitos dessas tecnologias e sua aplicação em diferentes âmbitos com vistas a difundir-las e incentivar sua análise e compreensão, bem como apresentar seus benefícios, suas complexidades e as limitações para seu uso.

.....

### **Agriculture de précision : nouveaux outils pour améliorer la gestion technologique dans l'entreprise agricole**

**L'**agriculture de précision est un concept agronomique de gestion des domaines ou terrains agricoles, fondé sur la connaissance et l'interprétation de la variabilité spatiale dans la parcelle. Elle requiert l'utilisation d'une série de technologies liées aux systèmes de

positionnement mondial (GPS), aux capteurs, aux images satellitaires et aux images aériennes, conjugués aux systèmes d'informations géographiques (SIG). Le présent article vise à présenter aux lecteurs une série de concepts et d'applications de ces technologies dans divers domaines, dans le but de les faire connaître, de stimuler leur analyse et leur compréhension, et de montrer leurs avantages, leurs complexités et les limites de leur utilisation.

# Agrobiotecnología en las Américas

*Ante los desafíos globales para la producción de alimentos*

Assefaw Tewolde, Adriana Chavarría y Eduardo Rojas<sup>1</sup>

## PALABRAS CLAVE

Agrobiotecnología  
Productos biotecnológicos  
OGM  
Bioseguridad



promover su crecimiento y desarrollo económico de manera sostenible y socialmente aceptable. Uno de los componentes de la ciencia y la tecnología que puede asegurar una agricultura avanzada es la agrobiotecnología (Cohen 2006 y Tsotsos 2007).

Algunos países han reconocido esta alternativa y adoptaron la agrobiotecnología como vehículo de desarrollo económico basado en el conocimiento, junto con un respetivo marco regulatorio de bioseguridad compatible con los estándares internacionales.

Específicamente, la biotecnología se refiere a cualquier aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos, organismos vivos o algunos de sus derivados para crear o modificar productos o procesos para usos específicos (Convención de Diversidad Biológica). En un sentido más estricto, corresponde al conjunto de diferentes tecnologías moleculares, como la manipulación y transferencia de genes, la secuencia de ADN y la clonación de plantas y animales (FAO 2000).

En algunos procesos industriales, el uso de la biotecnología data de hace siglos. También ha sido utilizada en áreas de estudio para el medio ambiente, la medicina y otros. Específicamente, en el campo de la agricultura, la agrobiotecnología ha promovido la conservación de la diversidad genética, sobre todo en aquellos recursos genéticos en peligro de extinción. Además, gracias a ella, se han podido

**A**nte la creciente demanda de alimentos y la tendencia de la superficie agrícola a reducirse, cada vez es mayor la necesidad de promover la conservación y el manejo de la diversidad genética. Además, el uso alternativo de la agricultura en la producción de bioenergía y los desafíos que puede producir el cambio climático hacen necesario contar con una agricultura más eficiente si es que la humanidad desea

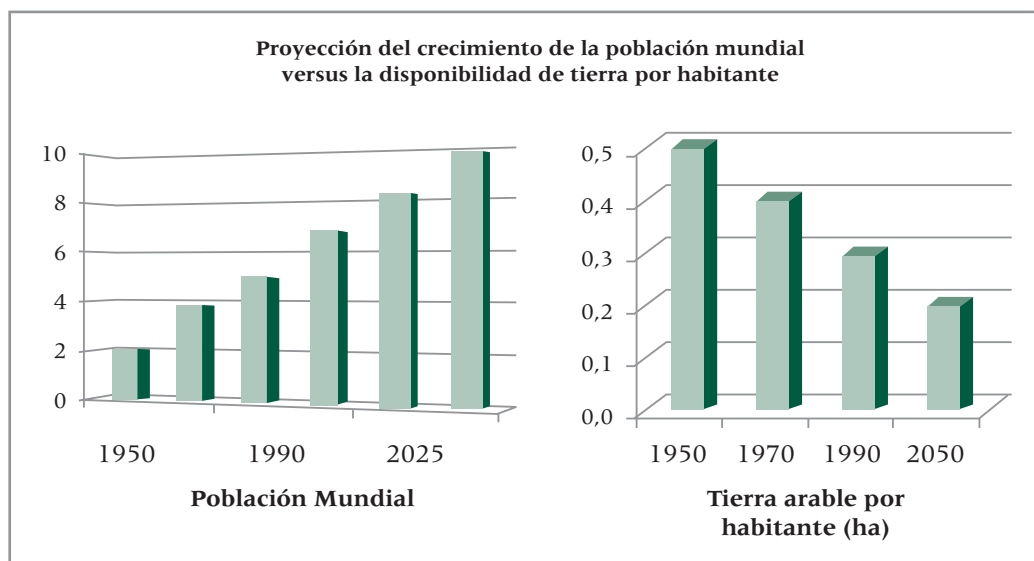
<sup>1</sup> Programa Hemisférico de Biotecnología y Bioseguridad-IIICA, assefaw.tewolde@iica.int, adriana.chavarría@iica.int, eduardo.rojas@iica.int



producir cultivos que incorporan características económicamente importantes como la resistencia a enfermedades y plagas, el mejoramiento de calidad de productos agropecuarios, el desarrollo de productos farmacéuticos a partir de animales como el caso de la *somatotropina bovina* (BST por sus siglas en inglés) y hasta la producción de animales clonados. En la mayoría de los campos donde se ha adoptado como instrumento de competitividad sectorial, se han observado importantes beneficios económicos y ambientales independientemente del grado de desarrollo de los países.

La interrogante es, por lo tanto, si la agrobiotecnología ha mostrado ser beneficiosa, a qué se debe que existan opiniones encontradas acerca de ella, o más bien por qué en América Latina y el Caribe (ALC) su desarrollo y adopción han sido tan lentos. Precisamente este artículo expone aquellas problemas en los que la agrobiotecnología puede contribuir a su solución, las tendencias de la investigación acerca del tema en ALC, la evolución de los organismos genéticamente modificados (OGM) y sus respectivos marcos regulatorios de bioseguridad que actualmente se traducen en acuerdos y negociaciones internacionales.

**Gráfico 1**



*Fuente: CGIAR/FAO 2003*

### **La agrobiotecnología ante los desafíos mundiales**

Se demanda la necesidad de que la agricultura sea capaz de contribuir a reducir los efectos de los múltiples problemas mundiales de los próximos 30-40 años, entre los que se pueden mencionar:

- El crecimiento de la población, el cual se espera que llegue a cerca de 9 mil millones para el año 2025, donde la mayoría residirá en los países en vía de desarrollo (**Gráfico 1**).

- La reducción de superficie agrícola, la cual se proyecta que sea de menos de 0,2 ha por habitante (**Gráfico 1**).
- Efecto del cambio climático sobre la agricultura.
- Las consecuencias de la globalización económica.
- La demanda por alimentos como los cereales crecerá entre un 11-15% para el año 2050 (Cohen 2006, IFPRI 2004).

### Cuadro 1. Clases de estrés abiótico donde actúa la agrobiotecnología

Hechos	
Sequía	5000 lt agua por kg de arroz en grano. 70% del agua mundial usada en la agricultura.
Salinidad	380 mil ha afectadas por la alta salinidad.
Acidez	40% de la superficie arable presenta este problema. En Suramérica solamente existen 380 mil ha afectadas.
Temperatura	70% del total de la tierra en los Andes es dedicado a la producción de papa propenso a estrés por frío.
Solamente cerca del 10% de los 13 billones de hectáreas del mundo son cultivadas. Junto a las pérdidas por plagas y enfermedades, se ha calculado que más del 70% de la pérdida del potencial del rendimiento se ha debido al estrés abiótico.	

Indudablemente, el panorama es mucho más complejo ante la combinación de estas proyecciones. Esto exige el desarrollo de tecnologías capaces de asegurar una mayor productividad y productos que a la vez que sean nutritivos y seguros, que puedan adecuarse a las condiciones climáticas como la sequía o el exceso de humedad, al cambio en las características físico químicas de los suelos, y que al mismo tiempo sean amigables con el ambiente, de manera que se asegure la conservación y manejo de la diversidad genética existente.

Ante las condiciones y desafíos indicados, es posible visualizar las soluciones biotecnológicas que actualmente son acordadas por la comunidad científica mundial. Éstas incluyen el mejoramiento genético de cultivos huérfanos, la tolerancia al estrés abiótico y condiciones de acidez de los suelos, la generación de cultivos que pueden producir vacunas, los cultivos industriales en tierras marginales y la promoción de bio y fitoremedicación.

En el **Cuadro 1** se pueden apreciar las diferentes clases de estrés abiótico que la agrobiotecnología es capaz de enfrentar.

Además, el mejoramiento de los sistemas de producción agrícola que se logra gracias a la biotecnología molecular influye directamente en los sistemas de producción pecuaria y la bioenergía (Trigo 2007). De igual forma, el mapeo genético o secuenciación de los genomas animales han contribuido a la generación de productos pecuarios de calidad acorde con las demandas del consumidor (Jones y Tewolde 2006; Casas 2005).

### Tendencia de la investigación biotecnológica en ALC y sus factores limitantes

En ALC es mínima la inversión que realiza el sector privado para la investigación en la agrobiotecnología. Básicamente los estudios en el tema se financian mediante recursos públicos (Tewolde *et al.* 2006) y se dirigen principalmente a la resistencia de enfermedades, mapeo genético de algunas especies, así como el mejoramiento asistido por marcadores moleculares. El objetivo de estas investigaciones es incrementar la eficiencia de los sistemas de producción con especial énfasis en algunas características económicamente importantes.

En el **Cuadro 2** se puede apreciar la tendencia de la investigación pública en cultivos en diferentes países de ALC, donde las principales características estudiadas son la resistencia a sequías, salinidad, frío, enfermedades, hongos, bacterias, lepidópteros y coleópteros (Sampaio 2006).

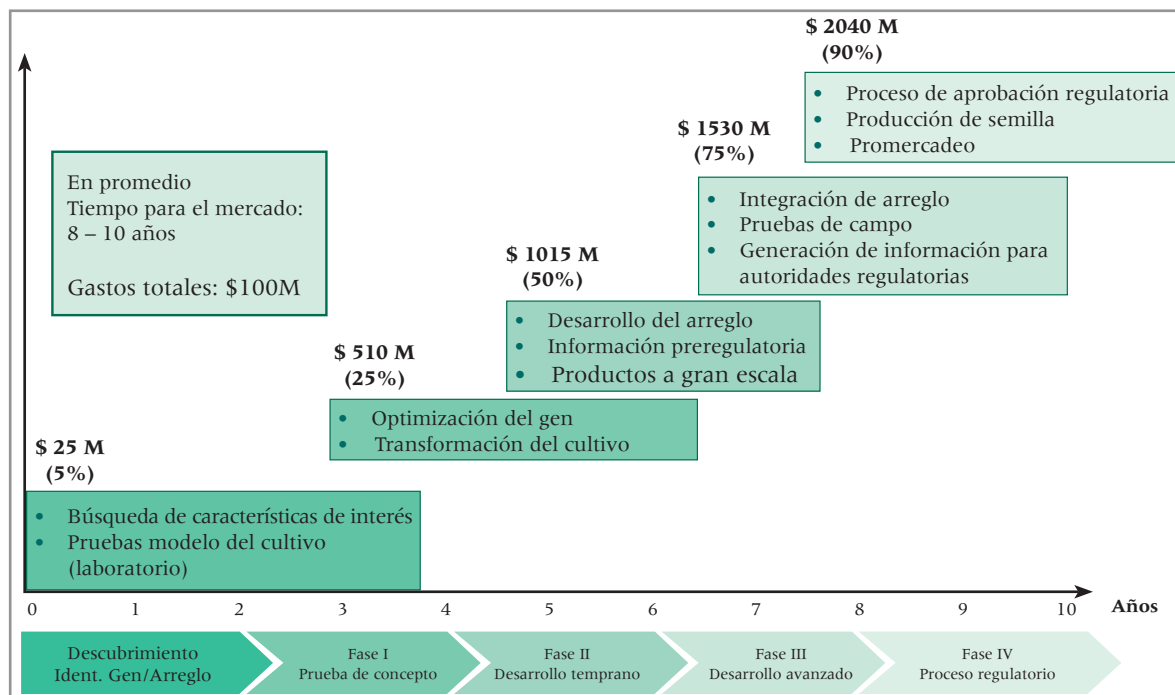
Los países que están desarrollando actividades de investigación en agrobiotecnología en la actualidad son Argentina, Brasil Colombia, Cuba, Costa Rica, Guatemala, Bolivia, Chile, Perú y Venezuela. Los productos estudiados incluyen cultivos anuales y perennes. Sin embargo, en ninguno de los países listados existen productos biotecnológicos en fase de comercialización, a excepción de aquellos países cuya investigación se lleva a cabo con la colaboración de empresas privadas.

En este sentido, el desarrollo de las actividades de investigación en ALC amerita la atención de los marcos regulatorios y propiedad intelectual. Según Sampaio (2006) todavía no se han desarrollado completamente los marcos regulatorios de bioseguridad asociados con la investigación, producción, comercialización, etiquetado y trazabilidad en los países mencionados. Esto

demuestra que a pesar de los esfuerzos que se realizan en el continente para avanzar con la generación del conocimiento, todavía se requiere promover el desarrollo de políticas nacionales que permitan establecer marcos regulatorios asociados con cada uno de los componentes en la investigación en el tema de la agrobiotecnología.

<b>Cuadro 2. Enfoque de la investigación agrobiotecnológica en ALC</b>		
<b>Característica</b>	<b>Cultivo</b>	<b>País</b>
Resistencia a la sequía	Maní, soya, maíz arroz, trigo.	Brasil Colombia – CIAT México – CIMMYT
Resistencia a salinidad	Tabaco	Argentina
Resistencia a aluminio	Maíz, trigo	Brasil México – CIMMYT
Resistencia al frío	Papa – patata	Bolivia
Resistencia a enfermedades	Maíz, girasol, trigo cacao, banano, manzana vid, arroz, tomate, papa, papaya	Argentina Brasil Chile Colombia –CIAT Perú – CIP Venezuela Costa Rica
Hongos	Papa, banano, cítricos, papaya, arroz, caña azúcar, tomate, melón, zucchini	Cuba México
Bacteria	Papa, tomate, frijol caña azúcar, papaya <i>passion fruit</i> , melón, arroz, banano-plátano, café, maíz, cítricos, zucchini	Argentina Brasil Chile Colombia – CIAT Perú – CIP Venezuela Costa Rica Cuba México
Resistencia a lepidópteros	Alfalfa, algodón, maíz soya, girasol, caña azúcar yuca-mandioca, papa, arroz, café, piña, tomate camote –batata dulce	Argentina Brasil Colombia – CIAT Perú – CIP Guatemala Costa Rica Cuba México
Resistencia a coleópteros	Papa, algodón	Argentina Brasil

**Fuente:** Sampaio 2006



**Fig. 1.** Costos y duración de las diferentes etapas del desarrollo de un OGM.

**Fuente:** CGIAR/FAO 2003

Los diferentes pasos que se requieren en el desarrollo, transferencia de tecnología y la comercialización de los productos biotecnológicos se pueden apreciar en la **Figura 1**.

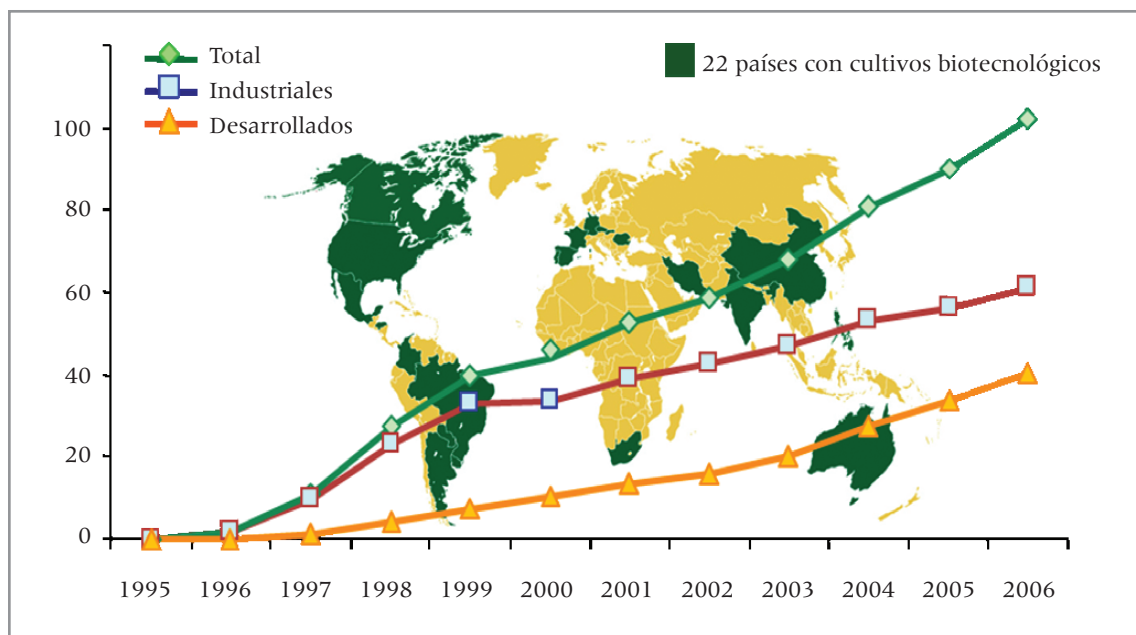
Por otra parte, es necesario destacar que para comercializar un producto biotecnológico como los OGM, se requieren cerca de 10 años y un costo aproximado de más de 100 millones de dólares americanos (Tsotsos 2007). Ante los limitados recursos que los países movilizan, se hace necesario multiplicar esfuerzos para motivar a la industria privada interesada en invertir en la producción de OGM.

### **La Agrobiotecnología, los OGMs y los marcos regulatorios de la bioseguridad**

Han transcurrido casi diez años desde que se desarrollaron y adoptaron por primera vez cultivos agrobiotecnológicos como el maíz, la soya, el algodón y la canola. En la **Figura 2** se puede apreciar la evolución que ha tenido la producción de los OGM (ISAAA 2006). En este momento, la

agrobiotecnología se ha adoptado en 22 países del mundo, lo que representa más de 100 millones de hectáreas de siembra con productos biotecnológicos o bien organismos genéticamente modificados. De estos 22 países, cerca de la mitad (Canadá, Estados Unidos, México, Honduras, Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay, Chile, Colombia) se encuentra en el Continente Americano. De allí surge la importancia del protagonismo de los países de las Américas no sólo en el desarrollo tecnológico, sino también en la producción de alimentos en el ámbito mundial y su comercialización.

Hasta la fecha, los productos biotecnológicos han producido beneficios económicos a los consumidores, productores, la industria y los propios gobiernos a través del mejoramiento de la productividad y la reducción del uso de plaguicidas e insecticidas. (Traxler 2006; Trigo 2006). Aún no existen evidencias científicamente comprobadas de que los OGM hayan tenido un efecto negativo sobre el medio ambiente, la salud pública o bien la diversidad genética (FAO 2004). Incluso en aquellos lugares que son centros de origen de algunas especies, no se han comprobado el supuesto flujo genético y su aparente consecuencia sobre la diversidad genética.



**Fig. 2.** Área global de cultivos biotecnológicos en millones de hectáreas, período 1996 a 2006.

**Fuente:** ISAAA 2006

Sin embargo, se reconoce que se requieren más datos para asegurar los efectos de cada OGM que se genere o sea introducido en un país para alimentación o procesamiento.

Es claro que el desarrollo de los OGM se ha llevado a cabo con la consideración de los marcos regulatorios. En este sentido, la comunidad internacional ha desarrollado acuerdos como el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad para prevenir daños ambientales, a la salud pública y la erosión genética de especies. Con excepción de algunos pocos países de las Américas, todos son parte del Protocolo, a través del cual están obligados a implementar normativas en el desarrollo o comercio transfronterizo de estos productos.

### Conclusión

Ante los problemas mundiales que se proyectan en términos de atender la demanda de la alimentación, la agrobiotecnología constituye un mecanismo de producción que puede contribuir a satisfacerla, mediante marcos regulatorios de

bioseguridad, contemplados actualmente en acuerdos internacionales.

Ya algunos países de las Américas han venido desarrollando actividades de investigación acerca del tema de la agrobiotecnología. Los estudios se han enfatizado en las características económicamente importantes de especies vegetales y animales. No obstante, los productos de las investigaciones desarrolladas en ALC aún están lejos de alcanzar un nivel estándar de comercialización.

Cerca de la mitad de los países que han adoptado la agrobiotecnología se encuentran en el Continente Americano. Aquellos que no lo han logrado principalmente se debe a que requieren en promedio más de 100 millones de dólares y cerca de diez años para desarrollar, transferir, probar, validar y comercializar OGM. Por ello se hace necesario dedicar mayores esfuerzos para la asociación privada que permita fortalecer el desarrollo de OGM, junto a un marco regulatorio de bioseguridad según estándares internacionales.



## Referencias bibliográficas

- Cap, E.; E. Trigo. 2006. Diez años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura Argentina. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología – ArgenBio.
- CGIAR (Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional);  
FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación IT.). 2003. Interim Science Secretariat. Applications of Molecular Biology and Genomics to Genetic Enhancement of Crop Tolerance to Abiotic Stress.
- Cohen, J. 2006. Biotecnología y suministros alimenticios en el mundo. ¿Cuál es la conexión? En: Memorias de la conferencia técnica sobre Biotecnología en Brasilia. IICA (En prensa)
- Convención de Biodiversidad. 1992.
- FAO . 2000. Declaración de la FAO sobre biotecnología.
- \_\_\_\_\_. 2004. State of Food and Agriculture.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2007. Agricultural biotechnology: Challenges and opportunities in: IICA Forum for Agricultural Leaders of the Americas.
- James, C. 2006. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2006. ISAAA Brief No. 35. Ithaca, NY.
- Jones, W.; Tewolde, A. 2006. The global status of animal biotechnology. WAAP Production Year Book (In press)
- Sampaio, M. J. 2006. GM Technology and Biosafety- Development of National and Regional Capacity in Latin America. En: Memorias de la conferencia técnica sobre Biotecnología en Brasilia. IICA (En prensa)
- Traxler, G. 2006. The GMO Experience in North and South America. INT. J. Technology and Globalization. Vol 2(1-2): 46-64
- Tsotsos, G. 2007. Adoption of industrial biotechnology: The impact of regulation. UNIDO. Vienna, Austria. Simposio sobre Biodiversidad celebrado en Kuala Lumpur, Malaysia.

## Abstract / Résumé

### **Agrobiotechnology in the Americas: Global challenges for food production**

One of the world's chief unmet challenges over the next 25 to 30 years will be finding ways to feed people. The population, expected to number nearly nine billion people, will be demanding 11% to 15% more food than today, even as the amount of per-capita farmland decreases. The picture becomes even more worrisome if it factors in the pressing need to conserve the environment, including water and land resources, together

with the impact of climate change. This article describes the outlook for coming years and examines the influence that agrobiotechnology has already had as an alternative for development and agricultural competitiveness in many countries. It also discusses the need for a regulatory framework on biosafety that is consistent with international standards. It then goes on to describe agrobiotechnology trends and constraints in the region and the need for public and private sectors to combine their efforts and invest in the development, adoption and transfer of these technologies.

.....

### **Agrobiotecnologia nas Américas: desafios globais para a produção de alimentos**

Um dos principais desafios que o mundo precisará enfrentar nos próximos 25-30 anos é saber como responder à demanda cada vez maior de alimentos, cuja previsão é de 11% a 15% da atual, e que deverá atender a cerca de 9 bilhões de habitantes com reduzidas áreas agrícolas per capita. Isso se torna ainda mais complexo quando se considera a urgência de conservar o meio ambiente, incluindo a água e a terra, além dos efeitos

que acarretam as mudanças climáticas. Este artigo apresenta o panorama da situação e a ingerência que vem tendo a agrobiotecnologia como alternativa para o desenvolvimento e a competitividade agropecuária dos países, junto com um marco regulatório de biossegurança baseado em padrões internacionais. Também aponta as tendências da agrobiotecnologia na região, seus fatores limitantes e a necessidade de complementar os esforços dos setores público e privado para investir no desenvolvimento, adoção e transferência da agrobiotecnologia.

.....

### **Agrobiotechnologie dans les Amériques Face aux défis mondiaux de la production alimentaire**

L'un des principaux défis qui attendent le monde au cours des 25 à 30 prochaines années consiste à trouver le moyen de satisfaire la demande alimentaire croissante qui, selon les estimations, augmentera de 11 % à 15 % par rapport à la demande actuelle et devra satisfaire quelque 9 milliards d'habitants alors que, parallèlement, la superficie des terres agricoles par habitant ira en diminuant. Le problème devient encore plus complexe lorsqu'on tient compte de l'urgence de conserver

l'environnement, notamment les ressources hydriques et la terre, sans oublier les effets du changement climatique. Le présent article brosse un tableau de la situation et montre la place prise par l'agrobiotechnologie en tant que solution de rechange pour le développement et la compétitivité agricole des pays, conjuguée à l'établissement d'un cadre réglementaire de biosécurité conforme aux normes internationales. L'article décrit également la tendance suivie par l'agrobiotechnologie dans la région, ses facteurs limitants et la nécessité de renforcer les efforts d'investissement des secteurs public et privé dans le développement, l'adoption et le transfert de l'agrobiotechnologie.

# El costo invisible de las enfermedades transmitidas por alimentos

Ricardo Molins<sup>1</sup>

## El derecho a los alimentos

La Cumbre Mundial sobre la Alimentación destacó en 1996 el derecho a los alimentos, es decir, “el derecho de cada persona al acceso a una alimentación nutritiva y sana” (FAO s.f.), que es parte de la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948 (ONU s.f.). Este derecho no se limita a estar libre de la hambruna, sino que incluye la obligación de los estados de “promover el goce del derecho a una alimentación adecuada para cada individuo.” Alimentación adecuada, a su vez, fue descrita por la Cumbre Mundial sobre la Alimentación como “una alimentación que es adecuada en cantidad y calidad para una vida activa y saludable.” Por consiguiente, calidad (incluida la calidad nutricional y protección del consumidor contra fraudes alimentarios como etiquetado falso o capcioso) e inocuidad de alimentos son conceptos cuyas raíces se hallan en los más básicos derechos de la humanidad y así son reconocidos por la comunidad mundial.



Los gobiernos, a través de sus instituciones y agencias relevantes, tienen el mandato fundamental de velar por la salud de la población. Esto incluye la provisión de un suministro de alimentos suficiente e inocuo. Sin embargo, el cumplimiento de esta obligación gubernamental no es tarea simple, ya que involucra la participación de la totalidad de la cadena alimentaria de un país.

## El sistema de control de calidad e inocuidad de alimentos

Para lograr la efectividad del sistema nacional de control de calidad e inocuidad de alimentos, es necesario contar, en primera instancia, con una base legal

y reguladora que cubra sistemas de producción, manejo, transporte, procesamiento y distribución. Incluso, se espera que en el nivel comercial llegue hasta las etapas de preparación y servicio de los alimentos; es decir, que se extienda desde la granja o estanque hasta la mesa del consumidor. Este moderno concepto de aseguramiento de la calidad e inocuidad de los alimentos a través de toda la cadena alimentaria se conoce como “de granja a mesa”.

### PALABRAS CLAVE

Inocuidad  
Calidad  
Alimentos  
Control  
Costos

Además del marco legal, en todo sistema de control de calidad e inocuidad de alimentos debe existir un mecanismo que permita la aplicación efectiva de las leyes y regulaciones en la materia. Para lograr efectivamente el cumplimiento de un buen esquema legal, es fundamental un buen sistema de aplicación. Por consiguiente, el sistema nacional de control de calidad e inocuidad de alimentos debe incluir leyes y regulaciones nacionales adecuadas, inspección, laboratorios analíticos de apoyo, y gerencia del sistema de control. Más aun, es indispensable que el sistema incluya canales apropiados de información y comunicación entre la autoridad de control y los diversos actores en la cadena alimentaria, con el propósito de facilitar el diálogo intersectorial y posibilitar un mejoramiento continuo de la calidad e inocuidad de los productos alimentarios mediante educación, capacitación y la comprensión y adopción de buenas prácticas (FAO 2003).

<sup>1</sup> Dirección de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de Alimentos-IICA, ricardo.molins@iica.int

### **Los contrastes:**

#### **¿Calidad de exportación o de consumo interno?**

Debido a la globalización del comercio, que ha sido particularmente notoria en el comercio de productos agroalimentarios, cada vez ha ganado mayor relevancia en países en desarrollo la necesidad de asegurar la inocuidad y calidad de los productos alimentarios importados y exportados. Mientras los alimentos importados pueden ser tratados como parte del suministro interno y se les exige, por tanto, cumplir con las mismas normas y estándares que los fijados para aquéllos producidos localmente, las exportaciones de alimentos deben regirse por un régimen regulatorio, cuya dimensión ya no está dada por las leyes nacionales, sino por la normativa internacional.

Esta normativa, designada por el Acuerdo de Implementación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (AMSF) de la Organización Internacional de Comercio (OMC s.f.), incluye el Codex Alimentarius (FAO y OMS. s.f.) principal compendio de estándares, normas y guías de procedimiento reconocido por el AMSF, así como otras normas y estándares nacionales de bloques de países o comerciales. Estos últimos establecen variaciones en cuanto a severidad y aplicación por parte de autoridades de países importadores. En otros casos, son parte de una nueva generación de exigencias de suplidores provenientes de cadenas comercializadoras privadas, las cuales se hallan al margen de la normativa internacional.

Como resultado, muchos países en desarrollo que cuentan con solo un incipiente o ningún sistema de control de calidad e inocuidad para los alimentos destinados al consumo interno, han elaborado sistemas a menudo equivalentes a los más avanzados del mundo, para productos alimentarios frescos o procesados para la exportación.

En este contexto, es evidente el contraste entre los incentivos ofrecidos por los mercados externos para consolidar una cultura de calidad e inocuidad y la ausencia o debilidad de tales incentivos en los mercados internos (Unnevehr y Jensen 1998). La población local frecuentemente desconoce las normativas para lograr la calidad y la inocuidad de sus alimentos. A menudo no cuenta con el

*Muchos países en desarrollo que cuentan con solo un incipiente o ningún sistema de control de calidad e inocuidad para los alimentos destinados al consumo interno, han elaborado sistemas a menudo equivalentes a los más avanzados del mundo, para productos alimentarios frescos o procesados para la exportación.*

poder adquisitivo que le permita ser selectiva en el tratamiento de sus productos. Tanto el consumidor como productores carecen de información oportuna y adecuada sobre prácticas que contribuyen a la inocuidad de alimentos. En escasas ocasiones, el consumidor dispone del conocimiento técnico o científico para diferenciar un alimento inocuo de uno contaminado o no puede hacerlo porque la inocuidad generalmente no es una característica que pueda verse o notarse a simple vista. De hecho, el manejo que los consumidores les dan a los alimentos es una de las principales causas de intoxicación o infección de origen alimentario (Redmond y Griffith 2003). Ante esta diferenciación, no existe una fuerza de mercado efectiva que impulse a las empresas productoras y procesadoras a adoptar normas o prácticas que mejoren la calidad e inocuidad de sus productos (FAO 2000).

Como resultado de lo anterior, coexisten dos niveles de control de calidad e inocuidad de alimentos:

- a) **Un sistema relativamente avanzado de control** que asegura el cumplimiento de las normas y estándares internacionales de calidad e inocuidad en productos alimentarios de exportación.
- b) **Otro sistema paralelo, débil y abandonado o inexistente**, aplicable al suministro local de alimentos. Irónicamente, con base en este último sistema (o ausencia de sistema), se producen y manipulan los alimentos que consumen los propios productores, procesadores, y exportadores, así como los encargados de las políticas y programas de desarrollo, los políticos, sus familias y toda la población nacional.

En muchos países, existe un **tercer sistema de control de calidad e inocuidad de alimentos**, situado entre los dos anteriores, el cual aplica regulaciones e inspecciones solamente a grandes y medianos procesadores de alimentos comercializados localmente mediante marca y con alguna modalidad



de empaque. Sin duda es necesario este tercer nivel de control, pero en efecto viene a ser el equivalente de un castigo para la industria organizada y un premio para el enorme sector informal que opera sin ningún tipo de supervisión. Por ende, no es raro que sea precisamente del sector informal de donde la mayoría de la población obtiene sus alimentos. Aunque este sector es sumamente difícil de regular, existen experiencias exitosas que han permitido mejorar las condiciones de salubridad en áreas como mercados municipales y pequeñas ventas callejeras de alimentos (FAO 2000).

### ***La invisibilidad del costo social y económico de la inocuidad de alimentos***

En buena medida, la poca importancia que muchos países en desarrollo otorgan al control de calidad e inocuidad de alimentos para consumo interno comúnmente es el resultado de la confluencia de varios factores:

- a) Ausencia o debilidad de organizaciones de consumidores capaces de influenciar a los sectores políticos. En países desarrollados, las organizaciones de protección al consumidor han desempeñado un papel determinante en el desarrollo de efectivos sistemas nacionales de control de calidad e inocuidad de alimentos.
- b) Los organismos de planificación nacional frecuentemente desconocen las inmensas implicaciones económicas y sociales que tienen las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), pues su costo no es fácil de visualizar o aún de estimar (Angulo s.f.).
- c) La cuantificación del número de casos y la cualificación por tipo de ETA son tareas sumamente difíciles de llevar a cabo debido a diversas razones:
  - El sistema nacional de salud posiblemente carece de recursos para diagnosticar mediante pruebas de laboratorio el agente etiológico de cada caso que se presenta a consulta. Por consiguiente, no hay reporte de casos por ETA específica (por ejemplo, salmonelosis, campilobacteriosis, etc.).
  - La práctica médica privada tampoco efectúa un diagnóstico cualitativo en la mayoría de casos y no existe obligación de reportar los casos de ETA a las autoridades de salud pública.
  - Aun en países con un eficiente sistema de vigilancia epidemiológica y con leyes que obligan a reportar todo caso de las ETA más serias, solamente alrededor del 10% de las personas que sufren un episodio de enfermedad gastrointestinal buscan asistencia médica (FAO 2002). Esto se debe a que las personas afectadas frecuentemente se recuperan en menos de 48 horas. Adicionalmente, no es raro que el médico no reporte el caso debido al papeleo que esto implica. Un ejemplo de la enorme variación que los datos pueden proporcionar debido a las razones descritas es el de los Estados Unidos, donde el número anual de casos de ETA ha sido estimado entre 6,5 y 33 millones (Segerson 1999).





Cuando se conoce el número de casos y es posible determinar los agentes causantes, es también factible estimar el costo de las ETA en un país. Así, por ejemplo, el costo estimado de 5,4 millones de episodios anuales de ETA en Australia le cuestan a ese país 1,2 millones de dólares australianos (Abelson 2006). Por otra parte, aproximadamente 120 mil episodios de ETA en Nueva Zelandia en el 2000 fueron calculados en 88 millones de dólares estadounidenses (Scott *et al.* 2000), en tanto que los Estados Unidos calculó en 1996 que el costo de los 6,5–33 millones de episodios anuales de ETA causadas por solamente las seis bacterias más comúnmente implicadas era de 9,3–12,9 mil millones de dólares anuales. (Buzby *et al.* 1996)

Estas cifras cubrían costos médicos y hospitalarios, pérdidas de productividad (ausentismo, mal rendimiento en el trabajo), además de una complicada cuantificación del costo económico de la pérdida de cada vida. El estudio no consideró el costo social del sufrimiento de los afectados, sus familias y el hecho ahora confirmado de que las ETA pueden producir serias secuelas a corto y largo plazo (como promover la muerte temprana y causar enfermedades crónicas como el síndrome de Guillain-Barré en 2–3% de los afectados, artritis, enfermedades de auto-inmunidad, y otras) que acrecientan el costo total de estas enfermedades (Buzby y Roberts 1996; Lindsay 1997). El que una ETA, la disentería bacteriana, constituya la principal causa de mortalidad infantil en muchos países en desarrollo y que, además, puede afectar negativamente a muchos niños de por vida, tampoco es considerado en los pocos estudios sobre cuantificación del costo económico de las ETA (Alam *et al.* 2000).

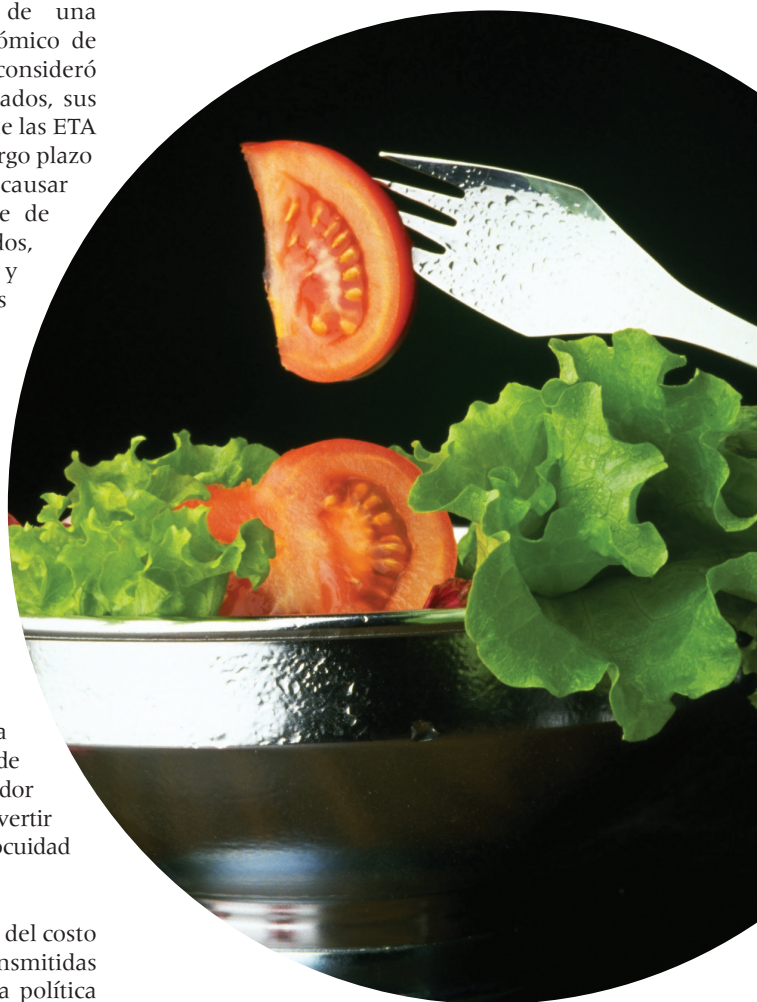
Por tanto, es importante desarrollar o adaptar una metodología efectiva para estimar el costo real de las ETA, aún en ausencia de un sistema nacional de vigilancia epidemiológica. Conocer el costo nacional de las ETA es determinante para que el planificador sopesa el costo/beneficio para el país de invertir en mejorar el sistema nacional de inocuidad de alimentos.

El resultado común de la falta de visibilidad del costo económico y social de las enfermedades transmitidas por alimentos surge de la ausencia de una política

nacional de calidad e inocuidad de alimentos. Este tema en los planes nacionales de desarrollo y en los presupuestos nacionales continúa ausente, con el consecuente abandono o inexistencia del sistema nacional de control de alimentos.

### *El turismo y la inocuidad de alimentos*

Las ETA pueden tener importantes efectos indirectos, además de los directos en las economías anuales de los países de las Américas, los cuales sobrecargan los débiles sistemas de salud pública y causan enormes costos médicos y de pérdida de productividad, a menudo de forma “invisible” para los planificadores y tomadores de decisiones. Uno de ellos es el posible impacto devastador sobre el turismo, importante fuente de ingresos para muchos países.



Normalmente, nadie desea regresar al lugar donde se enfermó ni quiere que se enfermen sus familiares o amigos. Es de esperar que cada turista insatisfecho por haberse enfermado durante sus vacaciones sea luego un diseminador de información turística negativa. Repetidos incidentes masivos de infección gastrointestinal de origen viral en pasajeros de barcos crucero, por ejemplo, han afectado seriamente a esa industria en años recientes (Undated Sea Sick s.f.). Sin embargo, en tierra el efecto es dañino para la imagen del país, pues el turista, en general, consume los mismos alimentos que la población local, producidos y manejados en condiciones iguales o similares aunque sean aparentemente “de mejor calidad”.

Asimismo, en muchos países, el agua, una de las más frecuentes fuentes de ETA, no es una excepción y debe ser incluida en todo esfuerzo por mejorar la inocuidad de alimentos, con miras a proteger la salud del consumidor local como la del turista (CSIRO s.f.).

## Conclusiones

El costo económico y social de las enfermedades transmitidas por alimentos es probablemente muy grande en la mayoría de países del hemisferio. Si este costo fuera visible o por lo menos estimado, los gobiernos sin duda tomarían medidas inmediatas para reducirlo. Por consiguiente, la estimación del costo de las ETA debe recibir seria consideración por parte de las autoridades nacionales y de los organismos regionales e internacionales, como preámbulo para un enfrentamiento del problema de la calidad e inocuidad de los alimentos de consumo interno.

Los esfuerzos que realiza el IICA para contribuir a modernizar los servicios nacionales de inocuidad de alimentos deberían incluir en adelante tanto la dimensión de exportación como la del mercado interno, a fin de que los beneficios de una creciente cultura de calidad enfocada hacia el exterior se extiendan también a los alimentos consumidos localmente, para beneficio de los consumidores de las Américas.

## Referencias bibliográficas

- Abelson, P. 2006. The cost of foodborne illness in Australia. Department of Health and Ageing, Canberra.
- Alam, D.S.; Marks, G.C.; Baqui, A.H.; Yunus, M.; Fuchs, G. 2000. Association between clinical type of diarrhea and growth of children under 5 years in rural Bangladesh. *Int. J. Epidemiol.* 29: 916-921.
- Angulo, F.; Voetsch, A.; Vugia, D.; Hadler, J.; Farley, M.; Hedberg, C.; Cieslak, P.; Morse, D.; Dwyer, D.; Swerdlow, D. s.f. FoodNet working group. Undated. Determining the burden of human illness from foodborne diseases: CDC's Emerging Infectious Disease Program Foodborne Disease Active Surveillance network (FoodNet). (en línea). Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Consultado 16 abril 2007. Disponible en [http://0-www.cdc.gov.mill1.sjlibrary.org/foodborne/publications/1\\_angulo\\_1998p.pdf](http://0-www.cdc.gov.mill1.sjlibrary.org/foodborne/publications/1_angulo_1998p.pdf)
- Buzby, J.C.; Roberts, T. 1997. Guillain-Barré syndrome increases foodborne disease cost (en línea). Consultado 20 abril 2007. Disponible en <http://ers.usda.gov/publications/foodreview/sep1997/sept97h.pdf>
- \_\_\_\_\_.; Roberts, T.; Jordan Lin, C.T.; McDonald, J.M.. 1996. Bacterial foodborne disease: Medical costs and productivity losses. (en línea). Agricultural Economics Report No. (AER 741). Washington, D.C., Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Consultado 19 abril 2007. Disponible en <http://www.ers.usda.gov/Publications/aer741/>
- CSIRO (Scientific and Industrial Research Organization). s.f. Economic costs of water pollution in Rarotonga, Cook Islands. (en línea). Consultado 24 abril 2007. Disponible en <http://www.csiro.au/science/ps1uc.html>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT.) s.f. Food: a fundamental human right (en línea). Consultado 20 abril 2007. Disponible en <http://www.fao.org/FOCUS/E/rightfood/right1.htm>

\_\_\_\_\_. 2000. Capacitación de vendedores callejeros – Guía Didáctica.

\_\_\_\_\_. 2002. Global Forum of Food Safety Regulators. Agenda Item 4.2a), GF-CRD WHO-2. (en línea) Consultado 17 mayo 2007. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/004/AB524E.HTM>

\_\_\_\_\_. 2003. Assuring Food Safety and Quality. Guidelines for Strengthening National Food Control Systems. FAO Food and Nutrition Paper 76. Consultado 11 abril 2007. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y8705e/y8705e00.pdf>

\_\_\_\_\_; OMS (Organización Mundial de la Salud). s.f. Normas alimentarias FAO/OMS. Codex Alimentarius (en línea). Consultado 11 abril 2007. Disponible en [http://www.codexalimentarius.net/web/index\\_es.jsp](http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp)

Helms, M.; Vastrup, P.; Gerner-Smidt, P.; Mølbak, K. 2003. Short and long term mortality associated with foodborne bacterial gastrointestinal infections: registry based study. p. 326-357.

Lindsay, J.A. 1997. Chronic sequelae of foodborne disease. Emerging Infectious Diseases 3 (4) (en línea). Consultado 18 abril 2007. Disponible en <http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol3no4/lindsay.htm>

OMC (Organización Mundial de Comercio) s.f. Acuerdo sobre medidas sanitarias y fitosanitarias. (en línea). Consultado 20 abril 2007. Disponible en [http://www.wto.org/spanish/docs\\_s/legal\\_s/ursum\\_s.htm#bAgreement](http://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/ursum_s.htm#bAgreement)

ONU (Organización de las Naciones Unidas) s.f. Declaración de los derechos humanos. (en línea). Consultado 20 abril 2007. Disponible en <http://www.un.org/spanish/aboutun/hrights.htm>

Redmond, E.C.; Griffith, C. J. 2003. Consumer food handling in the home: A review of food safety studies. J. Food Prot. 66 (1): 130-161.

Scott, WG; Scott, H, M; Lake, R.J.; Maker, M.G. 2000. Economic cost to New Zealand of foodborne infectious disease. N Z Med J. 113(1113):281-284.

Segerson, K. 1999. Mandatory versus voluntary approaches to food safety. Agribusiness 15 (1): 53-70.

Undated. Sea Sick - Infection Outbreaks Challenge the Cruise Ship Experience. Water Quality and Health Council (en línea). Consultado 25 abril 2007. Disponible en [http://www.waterandhealth.org/newsletter/new/winter\\_2004/sea\\_sick.html](http://www.waterandhealth.org/newsletter/new/winter_2004/sea_sick.html)

Unnevehr, L. J.; Jensen, H.H. 1998. The Economic Implications of Using HACCP as a Food Safety Regulatory Standard. (en línea). Center for Agricultural and Rural Development. Iowa State University, Ames Consultado 16 abril 2007. Disponible en <http://www.card.iastate.edu/publications/DBS/PDFFiles/99wp228.pdf>

## Abstract / Résumé

### The hidden costs of food-borne diseases

The right of everyone to have access to nutritional and safe food is set forth in the Universal Declaration of Human Rights. Yet, many countries, with systems in place to inspect food exports, have either no system or only a rudimentary system in place to control the safety and quality of food for domestic consumption. Other countries regulate only foods marketed locally under a trademark, but not those sold in the informal sector.

There are several reasons why many countries of the hemisphere attach little importance to this matter: a) the absence of strong consumer

organizations capable of exerting pressure on governments; b) consumers have neither the information nor the wherewithal they need to be more selective and, in this way, influence demand; and c) the invisibility of the enormous economic and social costs of food-borne diseases.

In particular, regional and international organizations should seriously consider estimating the cost of food-borne diseases, as a first step in tackling the problem of the safety and quality of food for domestic consumption. The benefits of a growing culture of quality focused on exports must be expanded to include foods for domestic consumption, which will benefit consumers throughout the Americas.

.....

### O custo invisível das doenças transmitidas por alimentos

O direito de cada pessoa ao acesso a uma alimentação nutritiva e saudável está presente na Declaração Universal dos Direitos Humanos. Não obstante, em muitos países os sistemas de controle de qualidade e inocuidade dos alimentos de consumo interno são incipientes ou mesmo inexistentes, embora estejam organizados para produtos alimentícios de exportação. Outros países aplicam normas apenas no caso de alimentos comercializados

localmente sob marca, mas não no vasto setor informal.

São diversos os fatores pelos quais muitos países do Hemisfério atribuem pouca importância a este tema, como por exemplo: (a) falta de associações fortes de consumidores, capazes de influenciar o setor público; (b) carência de elementos de juízo ou recursos financeiros por parte do consumidor que lhe permita ser seletivo e, assim, gerar forças de mercado; e (c) invisibilidade do enorme custo econômico e social das doenças transmitidas por alimentos.

.....

### Les coûts invisibles des maladies transmises par les aliments

Le droit de chaque personne d'avoir accès à une alimentation nutritive et saine est inscrit dans la Déclaration universelle des droits de l'homme. Néanmoins, de nombreux pays ne disposent pas de système de contrôle de la qualité et de l'innocuité des aliments destinés à la consommation intérieure, ou ont un système embryonnaire, alors qu'ils ont conçu de tels systèmes pour les produits alimentaires d'exportation. D'autres pays ont établi des règlements qui s'appliquent seulement aux aliments commercialisés localement sous une marque, mais pas au vaste secteur informel. Plusieurs facteurs expliquent pourquoi de nombreux pays du continent accordent peu d'importance à cette question: a) absence de

puissantes associations de consommateurs capables d'avoir une influence sur le secteur gouvernemental; b) manque de ressources économiques ou d'éléments permettant de porter un jugement chez le consommateur, ce qui l'empêche d'être sélectif et de donner ainsi naissance à des forces de marché, et c) caractère invisible de l'énorme coût économique et social des maladies transmises par les aliments (MTA). Il importe tout particulièrement que les autorités nationales et les organismes régionaux et internationaux accordent une attention réelle à l'évaluation du coût des MTA, comme premier pas en vue d'affronter sérieusement ce problème. Les bénéfices d'une culture de la qualité axée sur les produits d'exportation, qui s'impose de plus en plus, doivent s'étendre aux aliments destinés à la consommation intérieure, au profit des consommateurs des Amériques.