



Desafíos presentes y
futuros de la investigación
agrícola regional.
Implicaciones de Políticas



25 y 26 de febrero, 1999 • San José, Costa Rica



BMZ



100





**Desafíos presentes y
futuros de la investigación
agrícola regional.
*Implicaciones de Políticas***

Editor: Gustavo Sain

25 y 26 de febrero, 1999 • San José, Costa Rica



BMZ

1.2
1.0
2.6

00008164

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
Setiembre, 1999.

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización escrita del IICA.

Las ideas y los planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios de los autores y no representan necesariamente el criterio del IICA.

Seminario-Taller: Desafíos Presentes y Futuros de la Investigación Agrícola Regional ; Implicaciones de Políticas (1999 : San José, Costa Rica)

Memoria del taller / ed. por Gustavo E. Sain - San José, C.R. : SICTA : CIMMYT. PRM : IICA, 1999.
174 p. ; 23 cm.

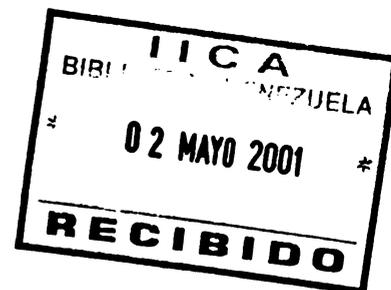
ISBN 92-9039-416 1

1. Investigación agrícola. I. Sain, Gustavo E. II. SICTA.
III. CIMMYT. PRM. IV. IICA.

AGRIS
A50

DEWEY
630.72

Setiembre, 1999
San José, Costa Rica



INDICE

Agradecimientos	5
Lista de siglas y abreviaturas	7
Lista de autores	9
I. Introducción	11
Desafíos para la cooperación en investigación agrícola en Centroamérica. <i>Gustavo Sain</i>	13
Desafíos presentes	13
El sistema nacional de investigación y la colaboración regional	14
Objetivos y organización del seminario	16
Anexo: Competitividad de la producción doméstica de maíz en CA y el papel del cambio tecnológico	19
II. Conferencias	27
Modernización de la agricultura en el contexto de la globalización: Relevancia de la experiencia asiática para Centro América. <i>Prabhu Pingali, Javier Ekboir y Manisha Shah</i>	29
Resultados de la investigación en mejoramiento de maíz en Centro América y el Caribe: 1966-97. <i>Miguel A. López Peretra</i>	43
Beneficios económicos de la cooperación en investigación: El caso del Programa Regional de Maíz. <i>Miguel I. Gómez</i>	67
Anexo: El modelo econométrico	83
Tecnologías para la conservación de suelos en CA. ¿Respuestas a la demanda o a la oferta? <i>Monika Zurek y Gustavo Sain</i>	87
Derechos de propiedad intelectual. Estado actual y futuras tendencias en la legislación centroamericana. <i>Jorge Cabrera Medaglia</i>	111
Mejorando la diversidad del germoplasma a través de la coordinación internacional de la investigación. <i>Greg Traxler y Prabhu Pingali</i>	131
La visión de COSUDE respecto a las Redes Regionales de Investigación. <i>Giancarlo de Picciotto y Omar Palacios</i>	145
El programa global de asociados del ISNAR. Una nueva modalidad de colaboración global para fortalecer la investigación agropecuaria. <i>Hunt Hobbs y Emilia Solís</i>	149
III. Discusión, conclusiones y recomendaciones	155
Discusión: En busca de consenso.	157
Sobre la inversión pública en investigación	157
Sobre los desafíos económicos	160
Sobre los Desafíos Institucionales	161

IV. Anexos	163
Programa	165
Listado completo de las tarjetas agrupadas en "nubes" de ideas	167
Lista de participantes	172

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que mediante su colaboración con el CIMMYT hicieron posible la realización del seminario-taller y la publicación de esta memoria. Debe mencionarse en primer lugar a la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y al Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de la República Federal de Alemania (BMZ) por el generoso financiamiento otorgado que hizo posible la realización de esta actividad.

Asimismo, el Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola (SICTA), el Programa Regional de Maíz (PRM) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) apoyaron decididamente el esfuerzo de la organización del evento. Finalmente deseamos agradecer a todos los participantes por su colaboración y entusiasmo en el desarrollo de este evento. A Miguel Rojas por la edición de este documento.

La organización logística y administrativa del evento estuvo en manos del personal técnico/administrativo de nuestra oficina en Costa Rica, el agradecimiento a Monika Zurek, Economista y a Marlen Montoya Ureña por la coordinación tanto del taller como de esta publicación.

Como es usual, los errores y omisiones remanentes en el documento son de nuestra responsabilidad. Las opiniones expresadas en este trabajo no reflejan necesariamente las del SICTA, CIMMYT, PRM o IICA.

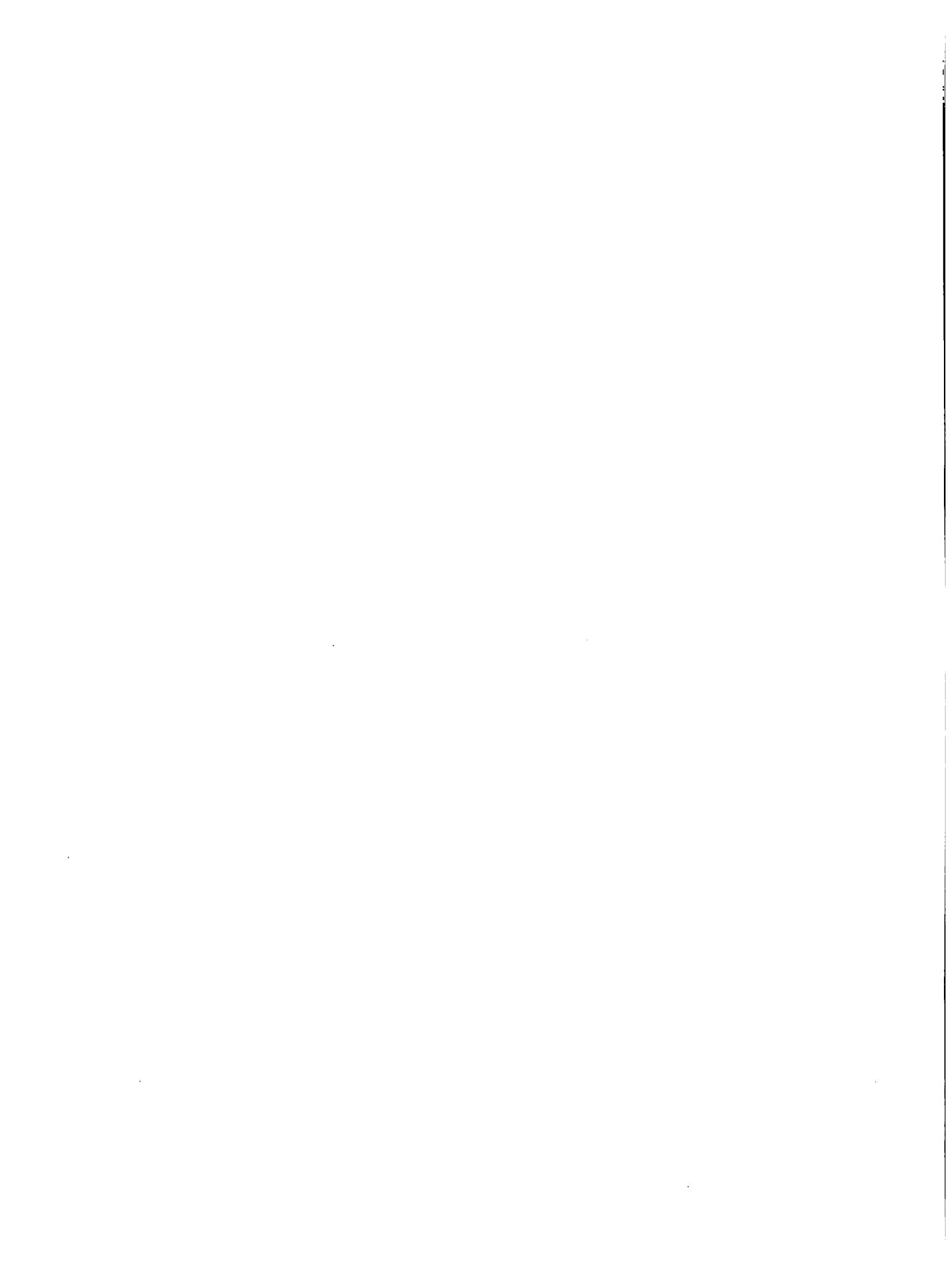
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS MAS USADAS

BMZ	Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de la República Federal de Alemania
CA	Centroamérica
CAC	Consejo Agropecuario Centroamericano
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIIA	Centros Internacionales de Investigación Agrícola
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
DC	Desarrollo de Cultivares
DIGERPI	Dirección General de Protección de la Propiedad Industrial
DOV	Derechos de Obtención Vegetal
DPI	Derechos de Propiedad Intelectual
ECI	Emprendimientos Conjuntos de Investigación
ETC	Equivalentes a Tiempo Completo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GB	Granos básicos
GCIAI	Grupo Consultivo Internacional sobre Investigación Agrícola Internacional
IB	Investigación básica
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
I&D	Investigación y Desarrollo
IPM	Investigación Previa al Mejoramiento
IRRI	Instituto Internacional de Investigaciones sobre el Arroz
ISNAR	Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional
MG	Mejoramiento de Germoplasma
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ONG	Organizaciones no Gubernamentales

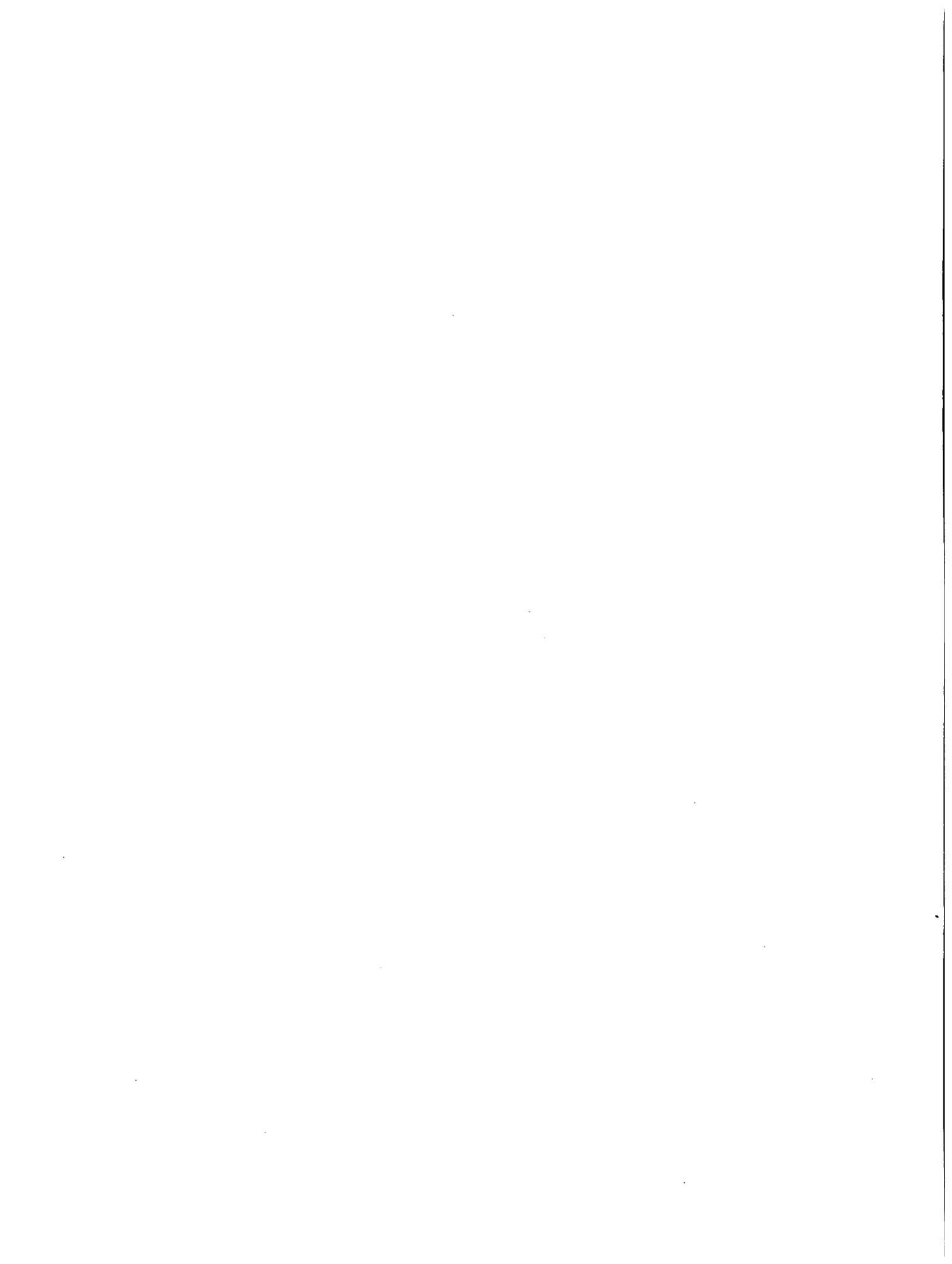
PCCMCA	Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales
PNIA	Programa Nacional de Investigación Agrícola
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PRECODEPA	Programa Regional Cooperativo de la Papa
PRM	Programa Regional de Maíz
PROFRIJOL	Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe
PVPA	Ley de Protección de Variedades de Plantas
SAA	Sector de Acopio y Almacenamiento
SCF	Sector de Consumo Final
SGI	Sistema Global de Innovación
SICTA	Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola
SIIA	Sistema de Investigación Agrícola Internacional
SIIMTA	Sistemas Internacionales de Investigación para el Mejoramiento de Trigo y Arroz
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SNIA	Sistemas Nacionales de Investigación Agrícola
SPI	Sector de Procesamiento Industrial
SPG	Sector de Procesamiento de Grano
SPG	Sector de Producción de Grano
TIR	Tasa Interna de Retorno
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UPOV	Unión Internacional para la Protección de las Variedades Vegetales
VM	Variedades Mejoradas
VPL	Variedades de Polinización Libre
TRIPS	Acuerdos sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio
ZOPA	Zona de Producción y Acopio
ZOTC	Zona de Transformación y Consumo

LISTADO DE AUTORES

Jorge Cabrera Medaglia	Consultor CIMMYT Costa Rica
Giancarlo de Picciotto	Coordinador Adjunto COSUDE Managua, Nicaragua
Javier Ekboir	Economista para Latinoamérica CIMMYT México
Miguel I. Gómez	Estudiante de doctorado CIMMYT México
Huntington Hobbs	Director, Programa Global de Asociados, ISNAR Costa Rica
Miguel A. López Peretra	Funcionario del PNUD en Honduras. El trabajo fue realizado mientras laboraba para el Programa de Economía del CIMMYT
Omar Palacios	Asesor de Programa COSUDE Managua, Nicaragua
Prabhu Pingali	Director del Programa de Economía, CIMMYT México
Gustavo Sain	Economista Regional para Centroamérica y el Caribe CIMMYT Costa Rica
Manisha Shah	Estudiante de doctorado CIMMYT México
Emilia Solís	Subdirectora, Programa Global de Asociados, ISNAR Costa Rica
Greg Traxler	Profesor Asociado Departamento de Economía Universidad de Auburn, Alabama EE. UU. Y Economista Afiliado del CIMMYT
Monika Zurek	Economista de doctorado CIMMYT Costa Rica



INTRODUCCION



DESAFIOS PARA LA COOPERACION EN INVESTIGACION AGRICOLA EN CENTROAMERICA. UNA INTRODUCCION AL SEMINARIO-TALLER

Gustavo Sain

1. Introducción

1.1 Desafíos presentes

Aunque existe el consenso de que la investigación es el motor que promueve la productividad del sector agrícola, es también cierto que la confianza de las instancias políticas en la capacidad de los Institutos Nacionales de Investigación para producir nuevas tecnologías que lleguen a los productores se ha deteriorado. Mas aún, la crisis financiera del sector público ha llevado a que muchas de estas instituciones hayan perdido recursos a niveles que se podrían considerar críticos para su funcionamiento. En el centro de esta crisis se encuentra también el concepto de que los procesos de inserción de la economía nacional en los mercados mundiales, y de modernización de la agricultura lleva necesariamente a disminuir, si no a eliminar, la investigación pública en granos básicos como el maíz y el frijol.

Aunque algunos de los argumentos que se esgrimen pueden tener una base válida, todavía persisten muchos interrogantes importantes sobre la conveniencia económica, política y social de asignar recursos o no a la investigación en granos básicos en Centro América (CA) y sobre el papel que el sector público debe jugar en el proceso. En la reunión, cuya memoria se presenta aquí, se pretendía presentar información útil sobre la actuación pasada del sector de investigación, y fomentar un foro de discusión, de manera que se puedan tomar decisiones sobre la asignación de recursos más conveniente para la sociedad en cada uno de los países y para Centroamérica como un todo.

A pesar del largo historial de la investigación nacional y regional en la región, una de las características más importantes de la década de los años 90 ha sido la rapidez con que han cambiado las condiciones del medio donde los SNIA llevan a cabo sus actividades. Entre estos cambios es importante destacar los siguientes:

- 1) Severa reducción en el volumen de la inversión pública en investigación agrícola.
- 2) Papel creciente del sector privado y organizaciones no gubernamentales (ONG) en la investigación agrícola y su transferencia.

- 3) Creciente presión sobre muchos sistemas nacionales de investigación agrícola para generar ingresos por medio de la venta de sus productos de investigación.
- 4) La apertura de las economías nacionales a los mercados mundiales o regionales.
- 5) Las enormes sumas de inversión inicial, no solo en capital financiero sino también en capital humano, que implican los nuevos procesos de investigación como la biotecnología, y la ingeniería genética, que amenazan con incrementar la enorme brecha tecnológica existente con los países desarrollados.
- 6) Un ambiente legal que evoluciona rápidamente hacia una mayor protección de los derechos de propiedad intelectual.

Este nuevo ambiente ha llevado a las fuerzas vivas de los países centroamericanos a plantearse una serie de nuevos desafíos en el plano económico como institucional. Por ejemplo en el plano económico los gerentes y políticos se plantean tres tipos de preguntas ligadas entre sí:

- 1) ¿Es socialmente deseable producir granos básicos (GB) en CA?

Si la respuesta es positiva entonces:

- 2) ¿Es socialmente deseable invertir fondos públicos en investigación en GB?. En otras palabras: ¿Cuál es el papel del sector público a nivel nacional y regional?

Si la respuesta es positiva entonces:

- 3) ¿Es deseable cooperar para realizar investigación en GB en CA? O ¿Cuál es la mejor forma institucional de organizar la colaboración en investigación?

Los temas que se tratan en este taller aportan información pertinente a las respuestas a estas preguntas. A continuación se describe brevemente que se entiende por sistema nacional y cooperación para la investigación agrícola. Luego se presentan los objetivos y la organización del taller.

Durante el transcurso del taller se trabajó sobre la base de que la producción nacional de maíz blanco es competitiva. Los argumentos que sustentan esta afirmación se presentan en el anexo de esta presentación. El CIMMYT y el PRM se encuentran abocados en la ejecución de un proyecto para estimar las condiciones y factores que afectan el nivel de competitividad de la producción de maíz en CA.

2. El Sistema Nacional de Investigación y la Colaboración Regional

La Figura 1 ilustra en forma esquemática la conformación típica del Sistema Nacional de Investigación (SNI) en granos básicos en CA. Se encuentra formado por tres sectores, el de Investigación y Desarrollo de nuevas tecnologías (I&D), el sector de difusión, y el de producción de grano. El sector de I&D muestra sus dos componentes, uno puramente nacional y un componente de colaboración regional o ECI (Emprendimiento Conjunto para Investigación).

Los ECI no son nuevos entre los SNIA de América Central. Desde principios del decenio de los sesenta, los SNIA centroamericanos han estado involucrados en programas colaborativos de investigación, tanto entre sí como con los Centros Internacionales de Investigación Agrícola (CIIA). Muchas de estos ECI han tomado la forma de programas cooperativos o redes regionales. Entre ellos se pueden mencionar al Programa Regional de Maíz (PRM), al Programa Cooperativo Regional de Frijol (PROFRIJOL) y al Programa Cooperativo de la Papa (PRECODEPA). El primero es apoyado por el CIMMYT, el segundo por el CIAT y el tercero por el CIP y los tres comparten el mismo donante, la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

Es de interés examinar de que manera trabajan los ECI en Centro América. La Figura 2 muestra el intercambio de información y tecnologías entre los miembros del ECI: un Centro Internacional de Investigación Agrícola (CIIA), y los Sistemas Nacionales de los países que pertenecen a la red. En la figura se han señalado tres tipos de intercambio. Uno que sucede entre el CIIA y los miembros de la red (A), y dos que suceden entre los miembros de la red a nivel de pretecnologías (B), y a nivel de tecnologías terminadas (C).

A nivel de las redes existen al menos cuatro mecanismos formales donde se regulan las actividades relacionadas con la colaboración en I&D:

- 1) Establecimiento conjunto de problemas principales de interés común,
- 2) Coordinación de la inversión en proyectos,
- 3) Asignación de líderes, liderazgos compartidos y países participantes a cada proyecto, y
- 4) Distribución de la información generada.

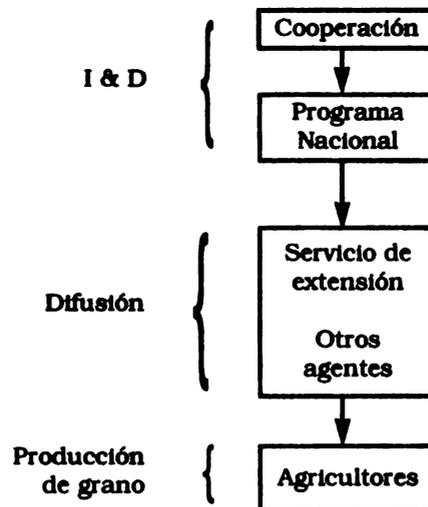


Figura 1. El Sistema Nacional de Investigación

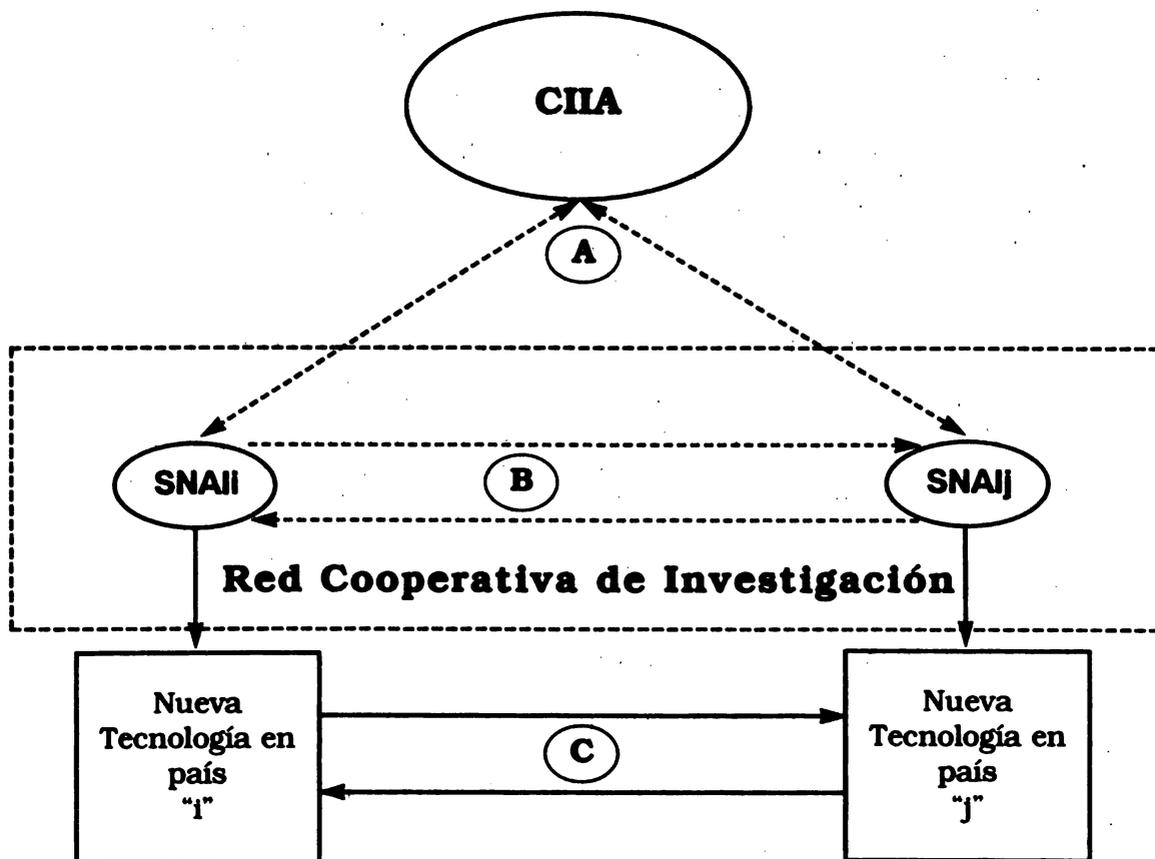


Figura 2. Intercambio de información y tecnologías

3. Objetivos y Organización del Seminario

El seminario tuvo dos objetivos específicos:

- 1) Presentar información sobre el funcionamiento del sistema de investigación nacional y regional en granos básicos en CA.**

Para ello se presentó y analizó información sobre el impacto de la investigación pública nacional y regional (colaborativa) en mejoramiento genético de maíz y sobre el estado de la investigación en conservación del suelo. Se analizan los desafíos que el nuevo contexto internacional legal, económico y de comercio trae para el sector.

- 2) Alcanzar acuerdos sobre acciones a seguir para fortalecer la investigación nacional y regional en granos básicos en CA**

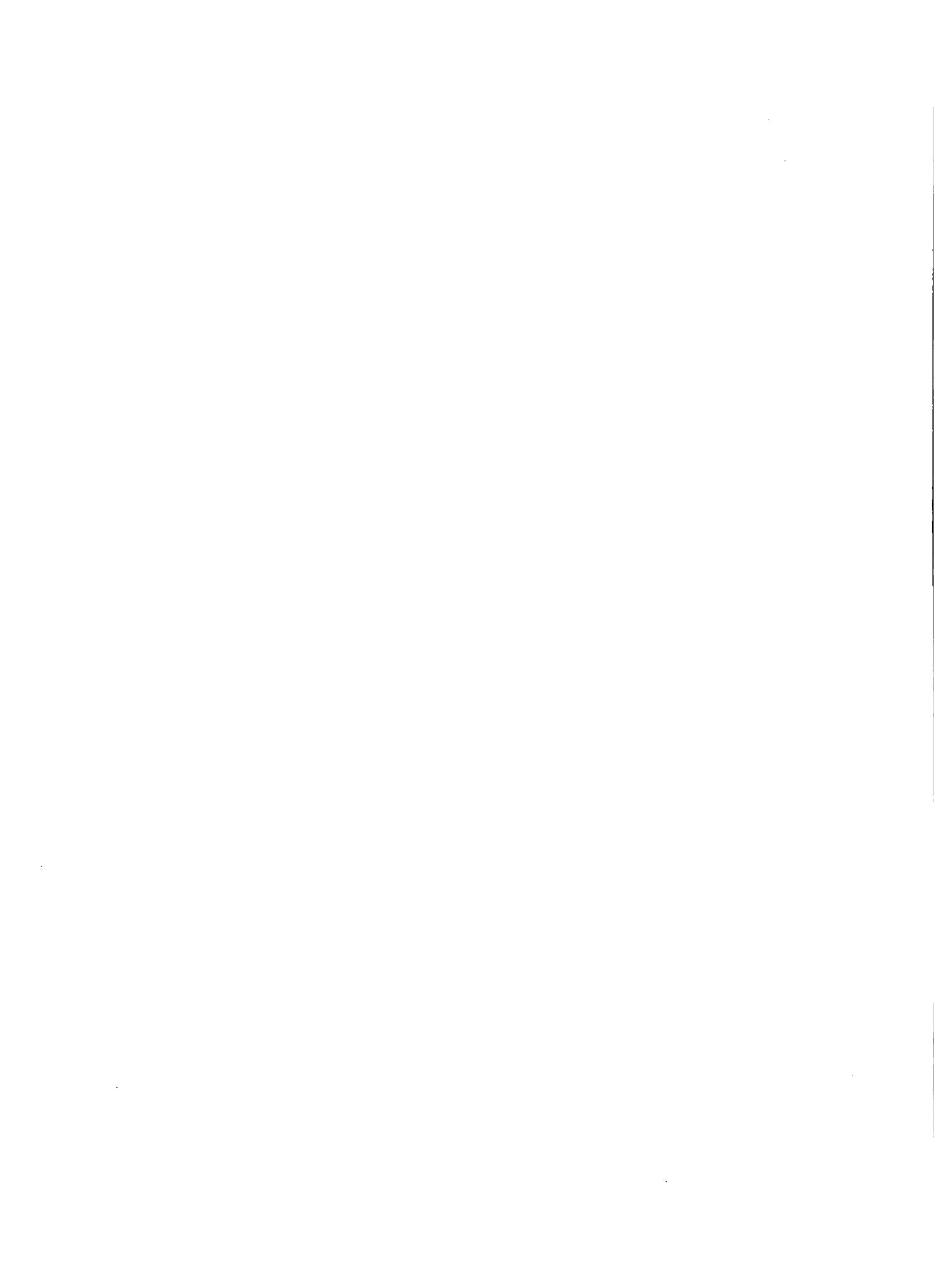
Para ello se cuenta con la participación de sectores relevantes en la toma de decisiones de la política agrícola en general y de aquella relacionada con la asignación de recursos a la investigación en particular. Se postula que la información que se presenta

en el Seminario es de utilidad para todos los que tienen de una manera u otra la responsabilidad de asignar recursos públicos y privados a la investigación.

Para alcanzar estos objetivos, se presentaron una serie de conferencias sobre los resultados de estudios sobre el papel de la globalización en el desarrollo de un sector agrícola moderno (Pingali *et.al*), sobre el impacto y los beneficios generados por la investigación nacional y la cooperación regional en mejoramiento de maíz (M. López Pereira y M. I. Gómez), y sobre el estado de la investigación sobre recursos naturales (M. Zurek y G. Sain). Otra serie de conferencias presentó información adicional sobre la necesidad de coordinación internacional en investigación (G. Traxler y P. Pingali), sobre el estado de los derechos de propiedad intelectual y su posible influencia sobre la cooperación (.J. Cabrera), sobre la visión de las instituciones donantes (G. de Picciotto y O. Palacios) y sobre nuevos mecanismos de coordinación que se están implementando en la región (H. Hobbs y E. Solís).

Todas las conferencias fueron seguidas de sesiones de discusión y análisis por parte de todos los participantes quienes posteriormente se dividieron en dos grupos para buscar un consenso sobre las preguntas claves que se plantearon al comienzo. Estas discusiones se realizaron mediante el mecanismo de tarjetas/ideas, y todo el consenso alcanzado se plasma en la sección sobre discusión, conclusiones y recomendaciones.

A manera de seguimiento de este Seminario Taller, las instituciones participantes elaboraron un documento de consenso para ser publicado en los principales periódicos de las ciudades capitales de los países centroamericanos.



ANEXO:

COMPETITIVIDAD DE LA PRODUCCION DOMESTICA DE MAIZ EN CA Y EL PAPEL DEL CAMBIO TECNOLOGICO

1. Introducción

En los últimos años, los países de Centro América han comenzado^{do} a cuestionar la importancia económica y social de la inversión investigación agrícola en granos básicos producción de maíz. De manera tal que la inversión pública en I&D de nuevas tecnologías agrícolas ha declinado de manera dramática.

Uno de los argumentos que apoyan esta decisión es que la producción interna de granos básicos en general y de maíz, en particular, no puede competir con el maíz importado, por lo que su producción no es socialmente rentable. Otro argumento esgrimido frecuentemente es que no es posible solucionar el problema de pobreza del pequeño agricultor mediante el aumento de la productividad de los granos básicos. Como consecuencia los países de la región están impulsando programas de reconversión productiva y modernización que en general ofrecen incentivos a los agricultores que cambien la asignación de la tierra de granos básicos a otros productos de mayor interés.

El análisis de la competitividad de la producción de maíz debe, sin embargo, considerar la dualidad existente tanto en el consumo como en la producción interna de maíz. Por el lado del consumo, la dualidad se da entre el consumo humano directo que es esencialmente de maíz blanco, y el indirecto, que tiene lugar por medio del consumo de carnes producidas con alimento balanceados que usan maíz amarillo en su elaboración.

Por el lado de la oferta interna, la dualidad se da porque la producción de maíz se realiza en dos sistemas bien diferenciados. En el primer sistema, agricultores de mediana y gran escala producen granos básicos en los valles y otras zonas de alto potencial productivo, normalmente como parte de una operación diversificada. Estos agricultores normalmente usan niveles elevados insumos comprados tales como semilla mejorada, fertilizantes inorgánicos y otros. La escala de producción es relativamente grande y el producto se destina principalmente a la venta en el mercado. En contraste, en el segundo sistema, agricultores en pequeña escala participan en la producción de granos básicos en las regiones de laderas, normalmente en sistemas asociados de dos o más cultivos, especialmente maíz-sorgo y maíz-frijol. Estos agricultores usan muy pocos insumos comprados, y realizan prácticas tradicionales de manejo de los cultivos. La superficie de la finca y de producción es pequeña, usualmente de alrededor de 1 ha de maíz, y el producto se destina principalmente al consumo interno, y se vende el excedente.

La Figura A1 muestra el mercado de maíz en un país de Centro América. En el panel de la izquierda se presenta el mercado correspondiente al consumo humano directo, que corresponde al mercado de maíz blanco, el cual es producido localmente. En el panel de la derecha se presenta el mercado correspondiente al consumo indirecto, el cual es mayoritariamente de maíz amarillo.

La oferta doméstica de maíz blanco tiene dos componentes, por un lado el sector campesino provee al mercado excedentes, definidos como el exceso de producción sobre el consumo interno de la finca, representados en la figura por la recta $Q_c Q_o$, y por otro, el sector comercial posee una curva de oferta representada por la recta $P_1 Q_1$. Conjuntamente conforman la oferta doméstica total $Q_o A Q$. La hipótesis de comportamiento implícita en estas curvas de oferta es la respuesta diferencial a los precios de mercado por parte de ambos sectores. EL excedente del sector campesino tiene una elasticidad precio más baja que aquella que caracteriza la curva de oferta del sector comercial. Mas aún, este último sector necesita de un precio mínimo P_1 para iniciar la producción comercial de maíz.

La demanda doméstica de maíz para consumo directo se representa por la recta D_d , que al interceptar a la oferta domestica determina el precio interno de equilibrio del maíz blanco P^*_d y la cantidad Q^*_d .

La existencia de la industria de alimento balanceados para la alimentación animal genera una demanda por maíz en un mercado diferenciado, la cual es representada por la recta D_i en el panel de la derecha en la Figura A1. En este mercado, el maíz blanco participa a través de una función de excedente de oferta representada por la recta $E_o E_o$. En ausencia del mercado internacional, este mercado se abastecería de los excedentes de producción domésticos alcanzando un equilibrio al precio y cantidad representados por OD y OE respectivamente. Sin embargo, la presencia de una oferta internacional de maíz amarillo perfectamente elástica a un precio (P_i) por debajo del precio interno del

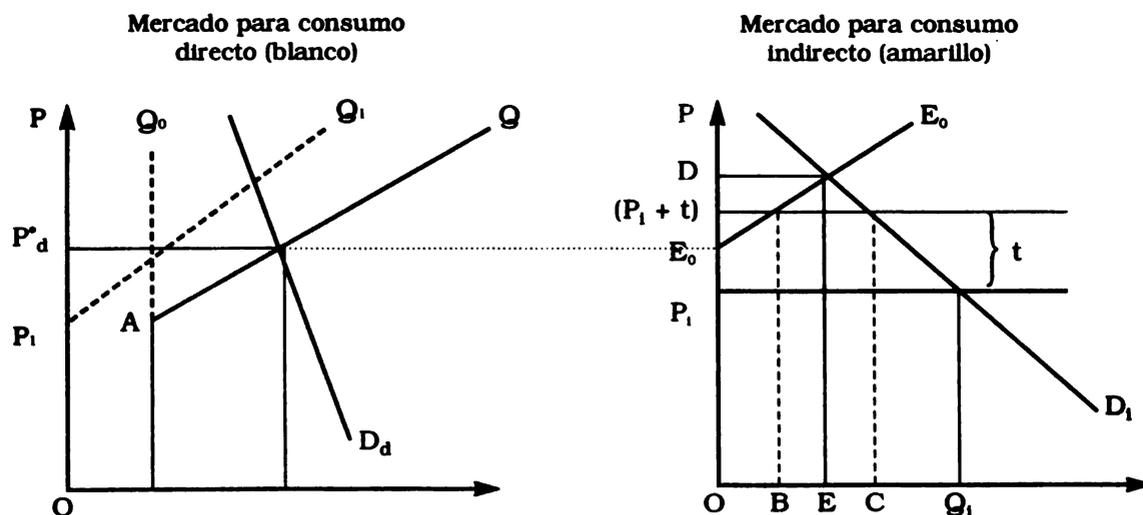


Figura A1. El mercado de maíz.

maíz blanco (P_d), modifica substancialmente el funcionamiento del mercado. En ausencia de intervención estatal, la industria se abastecería totalmente de maíz amarillo importado hasta satisfacer su demanda (Q_i). Sin embargo en casi todos los países de la región la política estatal ha sido de poner una tarifa (t) para elevar el precio interno del maíz amarillo importado, con lo cual el equilibrio se obtiene mediante una mezcla de ambos tipos de maíces.

Análisis de la competitividad

Aunque la competitividad es un concepto difícil de definir, para propósitos de esta discusión se definirá a la competitividad como la capacidad de una unidad (firma, industria, sector), para poner el producto en el punto de comparación (mercado, región, país) a un precio tal que venda todo lo deseado, que cubra los costos unitarios de producción más un margen de ganancia, que permita la mantener o ganar la posición de la unidad en largo plazo en el punto de comparación.

Si bien la habilidad o capacidad de competir está asociada con una diversidad de factores externos e internos¹, es indudable que las eficiencias física y económica de la unidad son factores determinantes en la competitividad. El nivel de eficiencia física y económica se refleja en los costos unitarios de producción y por lo tanto en los precios a los cuales la unidad puede ofrecer el producto en el mercado (precio de oferta). Se dice entonces que la unidad i tiene una ventaja competitiva sobre otra unidad j si el precio a que la unidad i puede poner el producto en el punto de comparación p_i es menor que aquel al que la unidad j puede poner el mismo producto en forma sostenible.

$$VCR_{ij} = p_i/p_j$$

Para darle contenido práctico a esta definición, la Figura A2 muestra la industria de producción, procesamiento y distribución del maíz blanco producido localmente en un país de Centroamérica.

La industria se compone de varios sectores:

- 1. Sector de producción de grano (SPG).** Compuesto por los agricultores productores de excedentes y agricultores productores para el mercado (comerciales). Estos sectores corresponden a aquellos identificados con las dos porciones de la curva de oferta en la Figura A1).
- 2. Sector de acopio y almacenamiento (SAA).** Compuesto principalmente por los pequeños comerciantes que principalmente compran los excedentes a los pequeños agricultores ("coyotes") y los transportan a un centro de acopio temporal o a un centro de almacenamiento.

En general ambos sectores ocurren en una misma región geográfica por lo que al conglomerado de ambos sectores se los denominará: **Zona de Producción y Acopio (ZOPA)**

¹ Porter, M. 1997. Estrategia Competitiva. Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia. Vigésima tercera reimpresión. CECSA. Mexico, D.F.

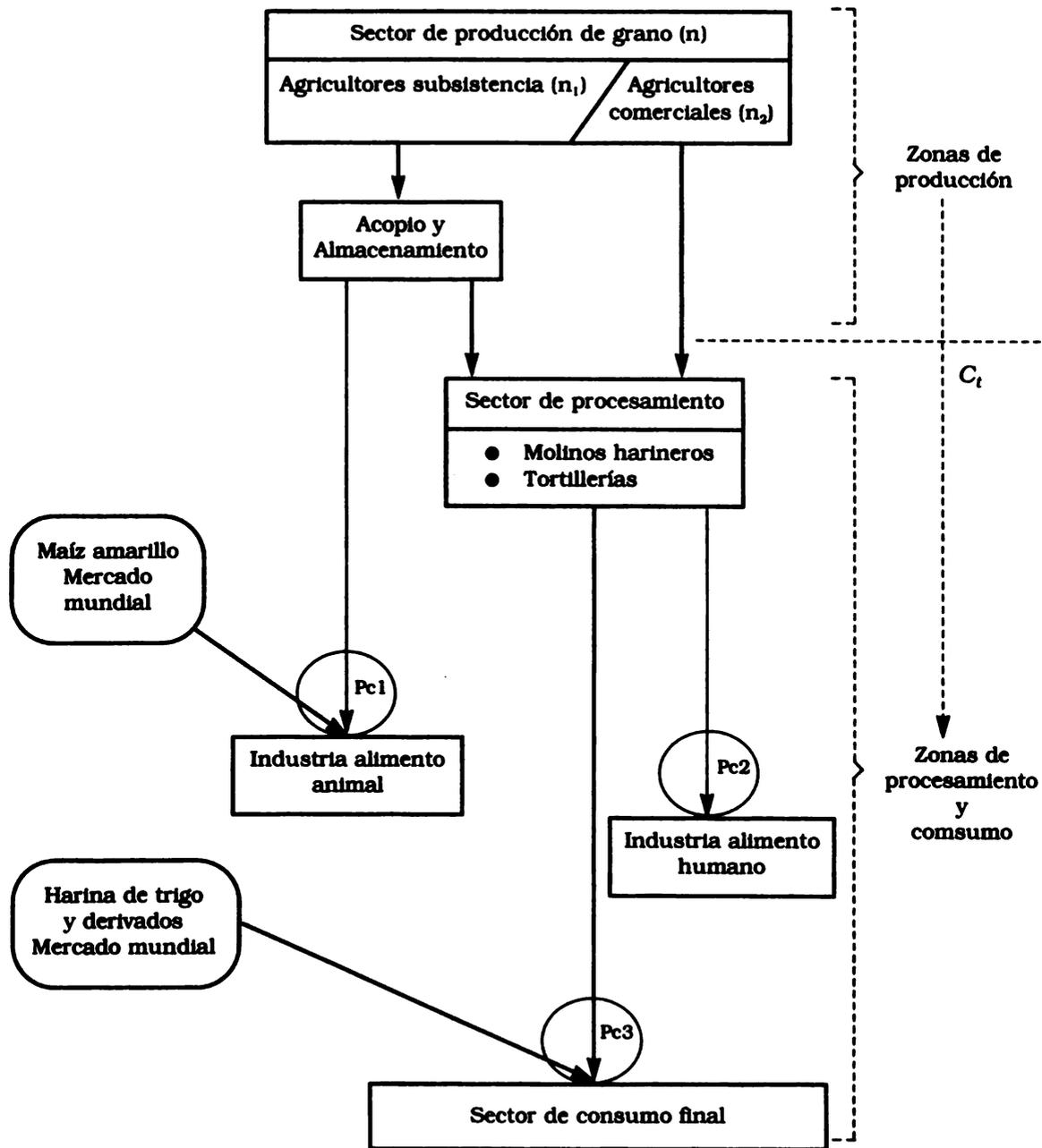


Figura A2. La industria de producción, procesamiento y comercialización de maíz.

- 3. Sector de procesamiento del grano (SPG).** Compuesto principalmente por molinos y tortillerías que toman el grano como materia prima y lo transforman en harina de maíz y tortillas.
- 4. Sector de procesamiento industrial (SPI).** Compuesto por dos industrias de transformación del grano y harina a alimento para el consumo animal (principalmente aves y cerdos) y para el consumo humano (*chips*, tortillinas, etc.).

Aunque ambos sectores podrían agruparse en uno solo, es conveniente mantenerlos separados por la diferente naturaleza de la competencia que se establece en cada uno de ellos.

- 5. Sector de consumo final (SCF).** Compuesto por los consumidores finales tanto rurales como urbanos.

De la misma forma que en el caso de los dos primeros sectores, se considera que ambos sectores de transformación y el de consumo final tienen lugar ocurren en una misma región geográfica por lo que al conglomerado de los tres sectores se los denominará: **Zona de Transformación y Consumo (ZOTC).**

Asimismo en la figura se han identificado tres Puntos de Competencia (**Pc**)². El primero de ellos (**Pc1**) se refiere al mercado de la industria de alimentos balanceados para animales. Corresponde al mercado del panel de la derecha en la Figura 1. Como fuera dicho anteriormente, el sustituto en este mercado está formado por el maíz amarillo importado. El segundo, (**Pc2**), corresponde al mercado de la industria de producción de productos de maíz para el consumo humano. Este es un mercado relativamente pequeño pero de gran potencial para alcanzar la competitividad de la producción local. Finalmente el tercer punto de competencia (**Pc3**) es el mercado del consumidor local, principalmente el consumidor urbano, en donde la harina de maíz y sus derivados deben competir principalmente con la harina de trigo y sus derivados. Este sector, es central en la hipótesis de competitividad mantenida en este trabajo. La fuerte preferencia de los consumidores por productos de consumo final (harina, tortillas, otros derivados) de maíz blanco, en detrimento de estos productos en maíz amarillo, es la clave para mantener un precio de equilibrio en el mercado más alto que los precios internacionales de maíz amarillo. Para estos efectos no sólo el sector de producción de maíz debe ganar eficiencia, sino que la agroindustria debe también embarcarse en procesos de búsqueda de mayor eficiencia, mejores y más estables niveles de calidad en el producto final y mayor publicidad.

Dada la complejidad de la industria la medida de la eficiencia puede referirse al sistema completo (desde el sector de producción de grano hasta el consumidor final), o a ciertos segmentos del sistema.

Impacto del cambio tecnológico

El concepto de ventaja de costos unitarios (absoluta) se ilustra en la Figura A3. Ambos países A y B producen en su frontera de posibilidades de producción (eficiencia física). La figura ilustra las dos funciones de producción suponiendo que sólo se necesitan dos

² Se define como punto de competencia a aquellos puntos en la cadena industrial donde el producto bajo estudio compite por primera vez con su principal sustituto.

recursos: tierra y trabajo (mano de obra) y expresando la producción y el trabajo por unidad de tierra. La ventaja absoluta en costos de A sobre B puede verse de dos maneras: manteniendo la mano de obra fija o manteniendo la producción fija.

En el caso de la mano de obra fija en 40 jor./ha., el país A tiene una producción por unidad de tierra de 6.0 t/ha por lo que su costo unitario es de 6.7 jor./t ($40 \text{ (jor./ha)}/6.0 \text{ (t/ha.)}$), mientras que para el país B el costo unitario es de 10 jor./t ($40 \text{ (jor./ha)}/4.0 \text{ (t/ha.)}$). Es decir que por cada tonelada de maíz producida, en el país A se necesitan casi 7 jornales, mientras que en el país B se necesitan 10.

Si se mantiene la producción fija, por ejemplo en 4.0 t/ha, en el país A sólo se necesitan 20 jornales para producirlas, lo que da un costo unitario de 5 jor./t., la mitad de los 10 jor./t que se necesitan en el país B.

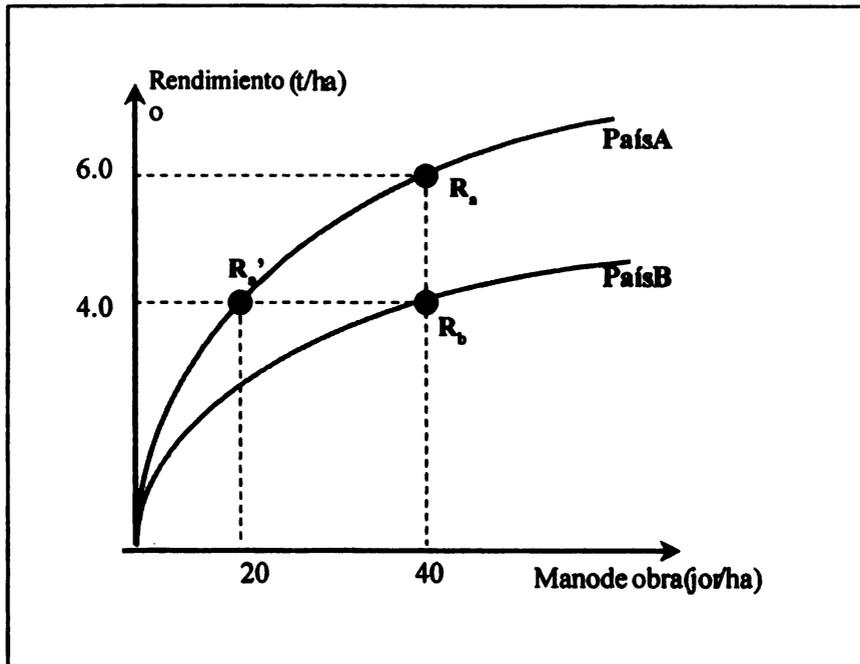


Figura A3. Productividad y costos unitarios de producción.

En resumen, el país A puede producir maíz a menores costos unitarios que el B por lo que tiene ventajas competitivas absolutas.

La Figura A4 muestra ahora el caso en que el país B se embarca en un ambicioso plan de inversión en investigación agrícola y produce y difunde una nueva variedad mejorada de maíz, que desplaza su función de producción por arriba del país A. En este caso los papeles se revierten y ahora el país B produce maíz a costos unitarios más bajos y por lo tanto adquirió por medio de la inversión en investigación ventajas competitivas absolutas sobre el país A.

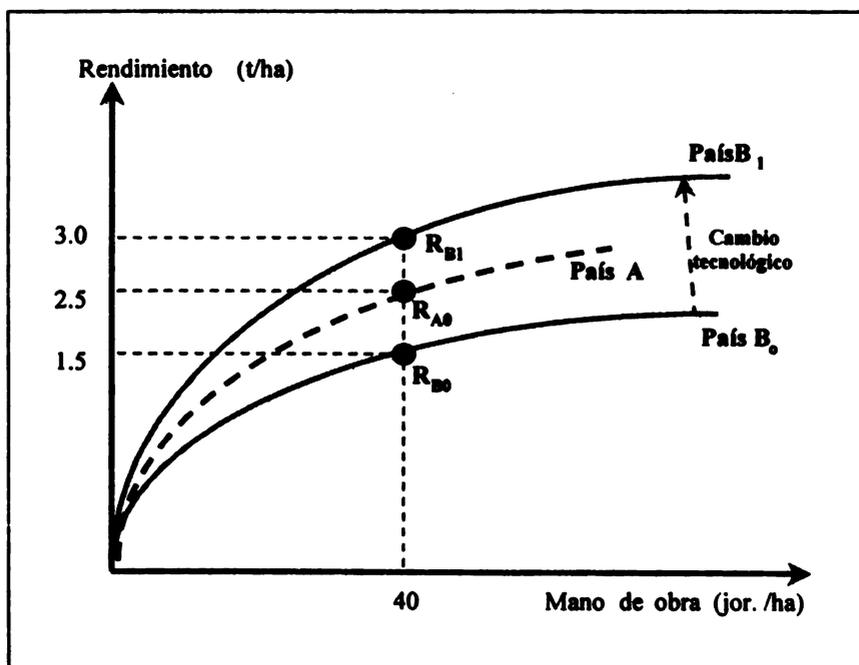


Figura A4. Cambio tecnológico y productividad.

La moraleja es que las ventajas competitivas son un concepto dinámico y que pueden ser modificadas mediante la inversión en investigación y/o la toma de políticas inteligentes, que promuevan la productividad y la eficiencia de los sectores involucrados en la cadena que va desde la unidad de producción hasta el punto de competencia. Queda claro que aquellos países que no invierten en investigación quedarán condenados a ser desplazados de los mercados, aun cuando mantengan en el presente un cierto nivel de competitividad.

CONFERENCIAS

LA MODERNIZACION DE LA AGRICULTURA EN EL CONTEXTO DE LA GLOBALIZACION: RELEVANCIA DE LA EXPERIENCIA ASIATICA PARA CENTRO AMERICA

*Prabhu Pingall, Javier Ekboir
y Manisha Shah*

1. Introducción

La visión tradicional de la agricultura en los países en vías de desarrollo —es decir, de que en ella predominan los pequeños productores orientados a la subsistencia— se está volviendo obsoleta, pues en la actualidad los sistemas tradicionales se están convirtiendo en sistemas de producción comercial. Cada vez más la agricultura deja de ser una forma de vida para convertirse en un negocio. Este proceso de transformación tiene enormes implicaciones para los gobiernos y la comunidad de donantes, algunos de los cuales continúan teniendo una visión romántica de la agricultura de subsistencia.

Los principales desafíos que hoy enfrentan las economías centroamericanas en general, y sus sectores agrícolas en particular, surgen de la globalización, el incremento de la competencia internacional y el desarrollo económico. Estos a su vez inducen:

1. cambios en los patrones de la demanda nacional e internacional,
2. cambios en la estrategia de seguridad alimentaria,
3. cambios en los precios relativos de los insumos,
4. cambios en las estructuras de la fincas,
5. migración hacia las ciudades,
6. integración de los mercados locales a mercados más grandes,
7. marginación de los productores que no se integran a los mercados, y
8. una presión creciente sobre los recursos naturales.

Estos desafíos implican que los países centroamericanos deberán competir con más competidores (varios de los cuáles están invirtiendo en el desarrollo de nuevas tecnologías), no sólo en los mercados internacionales, sino también en sus mercados nacionales. La mayor competencia generará una fuerte presión para reducir los costos de producción de los productos tradicionales y la necesidad de buscar nuevos productos con mayor rentabilidad.

Timmer (1988) proporciona un análisis completo del proceso de cambio estructural y de comercialización de la agricultura, y Pingali y Rosegrant (1995) ofrecen una revisión de la transición a la comercialización agrícola. En el trabajo de Pingali (1997) se presenta un análisis detallado de la comercialización de la agricultura asiática.

En 1957, Ghana, Malasia y Corea del Sur tenían el mismo ingreso per cápita (alrededor de US\$350) (Eicher 1999). Las diferencias en los patrones de desarrollo de estos países son consecuencia de las decisiones que tomaron las sociedades y los gobiernos a lo largo de los últimos 50 años. En estos momentos los países centroamericanos se encuentran en una encrucijada y las decisiones que tomen influirán en su desarrollo futuro. En otras palabras, tienen que decidir si en los próximos 10 años seguirán el camino de Asia o el de Africa. La experiencia asiática puede ofrecer una guía para el diseño de las políticas agrícolas. Por esto, en este trabajo se describe el proceso de la transformación agrícola, y sus consecuencias, en los países del sudeste asiático, y se lo compara con la situación que enfrenta el sector agrícola centroamericano. Asimismo, se examinan las políticas que podrían acelerar este proceso de transformación.

2. La Comercialización de la Agricultura

El desarrollo económico, la globalización, la urbanización, el acceso a nuevas tecnologías y el retiro de la mano de obra del sector agrícola han inducido una creciente comercialización de los sistemas agrícolas.

- Los sistemas de autoconsumo ceden su lugar a sistemas de producción diversificados y orientados al mercado.
- La comercialización de la agricultura significa algo más que vender los productos en el mercado, ya que decisiones como la elección de cultivos y el uso de insumos se basan en el principio de maximización de beneficios esperados.
- Esta reorientación comercial de la producción afecta por igual a los cereales básicos y los cultivos de alto valor.

Del lado de **la demanda**, el proceso de comercialización de la agricultura es estimulado por el desarrollo, la urbanización, y la consiguiente diversificación de la demanda de alimentos.

- La población urbana sigue creciendo rápidamente. La Organización de las Naciones Unidas proyecta que en el año 2000, el 75% de la población de Latinoamérica vivirá en zonas urbanas (United Nations 1998).
- La necesidad de abastecer las ciudades en rápido crecimiento también actúa como catalizador de la transformación de los sistemas de producción alimentaria.
- La reducción en la demanda de granos básicos es acompañada por incrementos en el consumo de pan y de alimentos de más alto valor como la carne, las frutas y las verduras.
- La apertura de los mercados internacionales también está estimulando la demanda de productos de exportación, tradicionales y no tradicionales.

En cuanto a **la oferta**, la creciente escasez de factores de producción (tierra, agua y mano de obra) y el mayor acceso a tecnologías apropiadas contribuyen a la desaparición de los sistemas de autoconsumo. Las decisiones de producción que antes se basaban en las necesidades de la familia campesina, ahora se basan en las oportunidades comerciales que los agricultores perciben.

A pesar de que la escasez de recursos tales como la tierra y el agua se puede suplir con nuevas tecnologías y el manejo de los agricultores, el costo de oportunidad del tiempo del agricultor será más alto, de tal manera que la competencia por el tiempo del agricultor es la que conducirá a la extinción de la producción para el autoconsumo.

2.1 Cambio tecnológico, sistemas de innovación y desarrollo económico

El proceso de expansión de la agricultura comercial no está garantizado ni es automático. Depende de la existencia de tecnologías apropiadas para las condiciones de los productores y de la implementación de políticas económicas y tecnológicas adecuadas. Una consecuencia de la globalización es que se reduce la influencia de los factores de producción inmóviles (ej. los recursos naturales) sobre las ventajas comparativas, mientras aumenta la de los factores móviles (capital, tecnologías y conocimientos). Es decir, en la actualidad las ventajas comparativas se pueden crear mediante la captación internacional y/o la creación nacional de factores de producción móviles. Pero la incorporación de tecnologías y conocimientos depende de la capacidad del sistema nacional de innovación (SNI). Hoy los flujos de conocimientos y tecnologías juegan un papel clave en el proceso de crecimiento. El acceso a estos flujos está cambiando debido a la globalización.

Los actores en el proceso de generación, transferencia y aplicación de la ciencia y tecnología, y las interacciones entre estos actores y las normas que los regulan constituyen el Sistema Nacional de Innovación (SNI). Los SNI, las empresas multinacionales, los organismos internacionales y los centros internacionales de investigación interactúan en el Sistema Global de Innovación (SGI). El SGI apareció como consecuencia de la globalización, de los cambios tecnológicos en la transmisión de información y en los medios de transporte, y de la búsqueda por parte de las empresas de menores costos, regulaciones más laxas y un mayor acceso a nuevos mercados y tecnologías (OCDE 1998). La mayor complejidad del SGI, junto con la globalización, aumentó las oportunidades internacionales de incorporar tecnologías y de captar recursos de investigación. Cada vez más la clave de la competitividad internacional de las empresas y los países es su capacidad de explorar nuevas oportunidades tecnológicas (incluyendo nuevos productos y/o nuevas formas de producir y vender productos tradicionales).

La otra cara de este crecimiento es que resulta cada vez más complejo y costoso identificar las oportunidades tecnológicas que se abren en todo el mundo (OCDE 1996). La prospección tecnológica es fundamental para mantener en el tiempo la competitividad internacional. Las empresas (y países) con mayor capacidad para identificar nuevas tendencias tecnológicas y de mercado obtienen una ventaja estratégica sobre sus competidores. La capacidad de prospección depende de las leyes de cada país, la capacidad del SNI y el gasto público (OCDE 1998).

3. Transformación Comercial de los Sistemas de Producción Alimentaria en el Sudeste Asiático

Las lecciones que hemos aprendido en Asia podrían tener relevancia para Centro América en el contexto de la globalización y modernización. Los sistemas de producción de alimentos en el sudeste asiático se pueden caracterizar como sistemas **de autoconsumo, semicomerciales y comerciales**. La comercialización de los sistemas agrícolas ha llevado a:

- una mayor orientación hacia el mercado;
- la sustitución progresiva de los insumos no comercializados por insumos adquiridos y
- la gradual desaparición de los sistemas agrícolas integrados, que son sustituidos por empresas especializadas de cultivo, ganadería, avicultura y acuicultura.

Al mismo tiempo se ha reducido la proporción de los ingresos de la familia derivados de la agricultura, dado que sus miembros encuentran oportunidades de empleo más lucrativas fuera de sus fincas.

3.1 Impacto de la comercialización en los sistemas de producción de alimentos

En el sudeste asiático hubo CINCO IMPACTOS principales:

- A medida que aumentó el costo de oportunidad de la mano de obra familiar, las fincas pequeñas con producción para el autoconsumo perdieron rentabilidad.
- Los productores rurales sin tierra gradualmente se incorporaron a los sectores industriales urbanos. Los pequeños propietarios tuvieron mayores incentivos para vender o rentar la tierra en vez de cultivarla (Koppel y Zurick 1988).
- Cambio en la estructura del mercado laboral. Las fuentes de empleo en la estación húmeda y en la estación seca han ido disminuyendo, y más hombres y mujeres del grupo de 15-30 años de edad van a las ciudades a buscar trabajo.
- Abandono de la agricultura que hace uso intensivo de la mano de obra, debido al incremento en los salarios agrícolas.
- Menor intensidad en los cultivos tradicionales. A pesar de la adopción de innovaciones que ahorran mano de obra y de la concentración parcelaria, las utilidades de las fincas sólo pueden ser sostenidas en el largo plazo mediante una reducción en la intensidad del cultivo, en especial del arroz. Por ejemplo, Tailandia perderá su posición de primer exportador si continúan aumentando los salarios rurales.
- Creciente diversificación basada más y más en los principios de ventaja comparativa.

A raíz de la globalización, los patrones internacionales de especialización se han vuelto más dinámicos, cambiando en respuesta a nuevas alternativas de producción,

costo relativo de los insumos y políticas económicas y científicas. Estos cambios presentan oportunidades y desafíos. En el corto plazo, la mayor competencia probablemente inducirá un crecimiento de aquellos productos que actualmente tienen ventajas comparativas. En el mediano y largo plazo, las ventajas comparativas se construyen mediante las inversiones en capital (físico y humano) y las políticas tecnológicas adecuadas. Dado que las ventajas comparativas pueden construirse, la competitividad de cada país dependerá de las políticas de innovación de todos los participantes en el mercado internacional. Es decir, si un país no invierte en mantener y acrecentar sus ventajas comparativas, es altamente probable que las pierda por las inversiones de otros países.

4. La Región Centroamericana: ¿Por la Misma Senda?

La experiencia de la transformación de la agricultura en el sudeste asiático tiene relevancia para los sistemas de producción alimentaria en los países centroamericanos. ¿En qué estado de transformación se encuentran los países de esta región? Para aproximarse a una respuesta es necesario investigar cuál ha sido la evolución de las variables económicas y sociales tratadas en los países del sudeste de Asia.

4.1 Desarrollo económico

En la década de los 80:

- Hubo una grave crisis causada por desequilibrios estructurales en las economías y los sistemas políticos de la región y, en algunos países, por complejas tensiones sociales.
- En respuesta a esta situación se establecieron los Programas de Ajuste Estructural y las distintas iniciativas de paz. Las fases de estabilización cambiaria y monetaria se implementaron durante el periodo 1985-90, mientras que la fase de ajuste fiscal se sigue desarrollando en la mayoría de los casos.
- Las tasas per cápita de crecimiento fueron negativas o muy cercanas a cero, contrario a lo que sucedía en Asia, que presentaba tasas de crecimiento muy superiores al promedio mundial (Tabla 1). Así las cosas, una de las fuerzas catalizadoras de la modernización de la agricultura —el crecimiento económico— no estuvo presente.

Tabla 1. Crecimiento económico promedio anual per cápita

	1980-90	90-95
Nicaragua	-5.3	-1.3
Honduras	-0.5	0.4
Guatemala	-2.0	1.0
El Salvador	-0.8	5.8
Costa Rica	0.2	2.0
Panamá	-1.8	5.3

Fuente: *World Tables*, Banco Mundial

En la década de los 90, las cosas son diferentes

- Las tasas de crecimiento fueron positivas, excepto en el caso de Nicaragua. De acuerdo con las proyecciones del Banco Mundial, esta tendencia continuará en el futuro.
- El desarrollo económico fue liderado por la industria, con tasas de crecimiento que duplicaron el crecimiento del sector agrícola.

Tabla 2. Crecimiento económico por sectores

	Agricultura 1980-90	Agricultura 1990-95	Industria 1980-90	Industria 1990-95
Nicaragua	-2.2	0.3	-1.7	-4.4
Honduras	2.7	2.9	3.3	4.9
Guatemala	2.3	2.5	2.1	4.2
El Salvador	-1.1	1.2	0.1	2.9
Costa Rica	3.1	3.6	2.8	5.2
Panamá	nd*	4.4	n.d.	14.9

Fuente: World Tables, Banco Mundial

* No disponible.

Esto tiene dos implicaciones importantes: una salarial, y la otra relacionada con la migración hacia las ciudades.

- El huracán Mitch ha causado una crisis muy fuerte en Centroamérica
 - Honduras y Nicaragua fueron los más dañados
 - Los indicadores macroeconómicos (Tabla 3) muestran que la mayoría de los países afectados por Mitch tendrán menos crecimiento económico de lo que se esperaba antes del huracán.

Tabla 3. Crecimiento del PIB real (%), pre- y post-Mitch, y el daño económico

Pais	1998 Programado	1998 Ejecutado	1999*	Daño económico de Mitch (US\$ millones)
Guatemala	4.8	4.5	3.9	562.7
El Salvador	4.5	3.5	3.75	261.9
Honduras	5.0	3.0	-2.0	5,000.0
Nicaragua	6.0	3.6	5.1	897.7
Costa Rica	5.0	5.5	4.5	No tuvo mayores repercusiones

*Con base en proyecciones oficiales después de Mitch

Fuente: Banco Centroamericano de Integración Económica y CEPAL, 1999.

- Los principales impactos fueron en el sector agrícola. La Tabla 4 ilustra que la producción del maíz, plátano y frijol en Honduras se reducirá a casi la mitad de los estimados antes del huracán.

Tabla 4. Producción de los cultivos principales, 1996-1998 (Miles de toneladas)

		1996	1997	1998		
Productos		Prod. anual	Prod. anual	Est. antes de Mitch	Pérdidas	Est. después de Mitch
Nicaragua	Maíz	322.1	263.5	277.5	200	295.5
Honduras		658	610	611	13.1	411
Nicaragua	Frijol	74.7	71.4	97.7	35	84.6
Honduras		81	95	96	18	61
Nicaragua	Plátano	6.8	73.4	98.3	200	80.3
Honduras		543	546	550		350

Fuente: FAO/WFP Misiones de Evaluación sobre Cultivos y Oferta Alimentaria Nicaragua y Honduras, 5 de febrero de 1999.

- En Nicaragua, los daños al frijol y al plátano son bastante mayores que en la producción de maíz. A diferencia de Honduras, más del 60% de las zonas tradicionales de apante NO fueron afectadas por Mitch, incluso, muchos agricultores de esas zonas ya han sembrado sus cultivos de granos básicos (Bolaños 1998). El gobierno de Nicaragua ha promovido que los agricultores siembren maíz durante el apante.

4.2 Empleo y salarios

- Aunque los salarios industriales son siempre mucho más altos que los agrícolas, los datos sugieren que el crecimiento industrial presiona hacia arriba los salarios agrícolas.
 - En el mediano plazo los salarios agrícolas se incrementarán, porque los asalariados rurales buscarán oportunidades de trabajo en las ciudades a medida que la producción industrial aumente.
- Entre 1980 y 1995, el empleo agrícola ha disminuido principalmente en El Salvador y Panamá, que son los países con mayor crecimiento industrial, aunque en general en todos los países el empleo agrícola ha disminuido en términos relativos.

- Guatemala ilustra cómo el crecimiento industrial afecta el empleo agrícola. Antes de la crisis, los salarios industriales eran el doble de los salarios agrícolas. Durante el periodo de la crisis, la caída de los salarios industriales fue mayor que la de salarios agrícolas, 35% y 27% respectivamente (IICA 1991). Luego, con la reactivación económica los salarios industriales aumentaron inicialmente más rápido, y después de dos años los salarios rurales empezaron a crecer también.

4.3 La urbanización y los patrones de demanda

El crecimiento del sector industrial induce procesos migratorios de familias rurales hacia las ciudades en busca de mejores oportunidades. En los últimos 15 años, la población urbana ha crecido más rápidamente que la población total, a tasas entre el 3 y 5% en la mayoría de los casos (Tabla 5).

Tabla 5. Crecimiento de la urbanización

	% Urbana en 1980	% Urbana en 1995	Crec. Anual Prom.
Nicaragua	53	62	3.9
Honduras	36	48	5.2
Guatemala	37	42	3.6
El Salvador	42	45	2.0
Costa Rica	43	50	3.7
Panamá	50	56	2.8

Fuente: World Tables, Banco Mundial

Impactos:

- En el futuro se espera que la oferta de productos de alto valor siga en aumento y juegue un papel más importante en el ingreso de los productores rurales.
- Ha habido un cambio en los patrones de consumo, que ha incrementado la demanda de productos de alto valor como el pollo (por ej., en El Salvador y Panamá), la leche, las frutas y las verduras.

4.4 Implicaciones para la agricultura centroamericana

A medida que el desarrollo económico y la población urbana continúen creciendo, la fuerza de trabajo agrícola será más escasa y los salarios agrícolas aumentarán en términos reales. Como resultado, aumentará el costo de oportunidad de la mano de obra de los

miembros de los hogares rurales y el uso de los fertilizantes químicos y la maquinaria agrícola será más atractivo. En este escenario, el futuro de los pequeños productores en zonas de rápida industrialización es incierto, y es posible que el alquiler de la tierra a productores comerciales sea más rentable que producir directamente. Esto implicaría un proceso gradual de la concentración de la tierra.

- En las zonas de ladera es probable que suceda una sustitución gradual del cultivo tradicional de maíz por producciones de más alto valor (si la infraestructura comercial y de transporte lo permiten) o que las tierras sean abandonadas (si no es rentable explotarias).
- Los cambios en la estructura de la producción agropecuaria pueden ocasionar problemas ambientales y de salud para los habitantes, debido al mayor uso de químicos en la producción.

El uso de fertilizantes químicos. En los sistemas comerciales de producción intensiva de alimentos, es imposible aumentar la producción sin usar fertilizantes químicos. Esta tendencia ya se ve en la región.

El uso de fertilizantes se ha incrementado de manera significativa desde los 90 en Honduras, Guatemala y Costa Rica. En el Salvador y Panamá se ha mantenido constante, aunque vale la pena aclarar que estos dos países cuentan con el mayor índice de aplicación de químicos por unidad de superficie. Únicamente en Nicaragua la utilización ha disminuido, en parte por los problemas económicos estructurales que persisten en esta nación.

El uso de maquinaria en la agricultura. El aumento del costo de oportunidad de la mano de obra y la caída del precio relativo de la maquinaria inducirá la inversión en capital físico. Con muy pocas excepciones, el inventario de maquinaria agrícola se ha mantenido constante durante los 90. Cabe resaltar el caso de Panamá, en donde el uso de equipo para la producción lechera ha aumentado un 150% desde 1980. Esta nación y Costa Rica son las únicas que no importan leche ni carne (FAO). El uso de tractores por unidad de superficie es más alto en Costa Rica, Panamá y El Salvador, si bien en Honduras el empleo de maquinaria en la producción agrícola ha aumentado 40% en los últimos siete años.

5. Inversiones en los SNI Centroamericanos

¿Cuál ha sido el patrón de inversiones en los SNI de la región? La información disponible es fragmentaria, pero sugiere que todos los países han invertido cantidades demasiado pequeñas como para poder tener SNI eficientes y eficaces. Salvo Panamá, el gasto en educación como porcentaje del PBI es bajo, en particular si se lo compara con los países desarrollados o los países en desarrollo que han experimentado el mayor crecimiento económico (Tabla 6). Pero no sólo el nivel es bajo, sino que la tendencia es decreciente en El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

Tabla 6. Gasto público en la educación

	Como porcentaje del PBI			En US\$ de 1990		
	1985	1990	1995	1985	1990	1995
Costa Rica	4.5	4.5	4.5	208	257	319
El Salvador	3.1 ²	2	2.2	134 ²	96	142
Guatemala	1.8 ²	1.4	1.7	120 ²	107	161
Honduras	4.2	4.2	3.9	120	143	156
Nicaragua	6.8	4.4	3.9 ¹	173	94	87 ¹
Panamá	4.6	5.4	5.2	254	28	359
Bélgica	6.2	5.1	5.7 ¹			
EE.UU.	4.9	5.3	5.3 ³			
México	3.9	4	5.3 ¹			

1. 1994, 2. 1984, 3. 1993

Fuente: Elaboración propia sobre datos de UNESCO Statistical Yearbook 1997 y CEPAL.

Los determinantes principales de la productividad de los investigadores:

- Las inversiones en recursos humanos y en recursos para la investigación son bajas (Tabla 7).

Tabla 7. Indicadores selectos de investigación y desarrollo

País	Año	Científicos e ingenieros por millón de habitantes	Año	Gasto en I & D como porcentaje del PIB
Canadá	1993	2,656	1995	1.6
Costa Rica			1991	0.2
El Salvador	1992	19	1992	*
Guatemala	1988	99	1988	0.2
Nicaragua	1987	214	1987	*
EE.UU.	1993	3,732	1995	2.5
Argentina	1995	671	1995	0.4
Brasil	1995	168	1995	0.6
China	1995	250	1995	0.5
España	1994	1,210	1994	0.9
Reino Unido	1993	2,417	1993	2.2

* Demasiado pequeño para reportarlo

Fuente: Elaboración propia sobre datos de UNESCO Statistical Yearbook 1997.

- Las diferencias entre las instituciones de investigación públicas y privadas. En general el sector privado no sólo paga salarios mucho más elevados que el sector público sino que también provee a cada investigador con fondos de investigación substancialmente mayores (Tabla 8).

Tabla 8. Costos de apoyar a un investigador de maíz, 1996 (000 US\$)

	Sector público		Sector privado	
	Salarios y beneficios	Costos de operación	Salarios y beneficios	Costos de operación
Costa Rica	16.800	16.800	100.000	66.667
El Salvador	10.360	4.455	11.422	13.706
Guatemala	7.925	4.132	15.951	10.781
Honduras	12.000	11.565	21.220	20.804
Nicaragua	7.222	8.000	-	-
Panamá	19.200	5.000	16.800	4.853
México	16.081	11.867	37.123	42.652
América del Sur	19.978	20.598	48.374	58.667

Fuente: López Pereira (1998).

- La estructura de los incentivos. En el sector privado, los incentivos están ligados al desarrollo de productos que se pueden comercializar. En el sector público de la mayoría de los países latinoamericanos están ligados con la antigüedad en el puesto; mientras que en los institutos de investigación están ligados a la productividad científica (por ejemplo, la publicación en revistas especializadas). Los incentivos ofrecidos a los investigadores son determinantes fundamentales de su productividad científica.

5.1 El papel del Estado en apoyo del SNI

El Estado tiene un gran papel en el desarrollo y el apoyo del SNI. Las políticas científicas más importantes son aquellas que promueven:

- la oferta de insumos claves para I&D (científicos y mano de obra capacitada)
- la interacción entre los actores e instituciones del SNI
- la capacidad para identificar y absorber tecnologías apropiadas
- la participación en el SGI (OCDE 1996)
- Ejemplos de políticas relevantes son: educación, financiamiento de la investigación, políticas de comercio internacional, leyes impositivas y financieras, regulaciones de competencia en los mercados y regímenes de propiedad intelectual.

Las políticas científicas tradicionales (inversión en capital humano, en infraestructura de I&D y en actividades científicas y educativas) son esenciales para atraer recursos internacionales de I&D y actividades productivas generadoras de alto valor. Pero estas políticas no son suficientes. El SNI debe ser reformado para promover 1) la interacción entre actores e instituciones del sistema, 2) la autonomía y mejor desempeño de las instituciones que realizan investigación, 3) la competencia (nacional e internacional) por talentos científicos, y 4) una mejor estructura de incentivos para los investigadores (OCDE 1996).

6. Conclusiones

La marginación (tanto urbana como rural) aumentó en los últimos años como consecuencia de la apertura de las economías centroamericanas. Las empresas privadas no tienen incentivos para desarrollar tecnologías para productores marginales, puesto que éstos no participan en los mercados de insumos y productos. Entonces, son los institutos públicos los encargados de desarrollar las tecnologías para los productores pobres.

Problemas similares afectan el desarrollo de tecnologías para un adecuado manejo de los recursos naturales. El sector privado no tiene incentivos para desarrollar estas tecnologías, pues no puede recuperar el costo de su desarrollo (dada su característica de bien público). Además, la posibilidad de importar tecnologías de manejo de los recursos naturales es limitada, pues en general éstas deben adecuarse a las condiciones ecológicas prevalentes en cada región. Consecuentemente, el sector público debe generar las tecnologías requeridas.

El proceso de transformación de la agricultura tendrá importantes costos económicos y sociales, tanto en términos de equidad como de conservación del medio ambiente. La implementación de políticas adecuadas puede reducir estos costos substancialmente. Las políticas de largo plazo incluyen la inversión en mercados rurales (ej., infraestructura de transporte y comunicaciones); fortalecimiento de los servicios de extensión para aumentar la flexibilidad de los agricultores y reducir posibles problemas ambientales; y finalmente el establecimiento de derechos de propiedad para reducir los riesgos a los agricultores y proporcionar incentivos para la inversión. Las políticas tecnológicas pueden jugar un papel preponderante en facilitar el proceso de transición.

El costo de oportunidad de la mano de obra agrícola crecerá por el proceso de urbanización; por lo tanto, el uso de fertilizantes químicos y maquinaria agrícola será más atractivo. El cambio de precios relativos también inducirá cambios en la oferta agrícola. Los pequeños productores con más capacidad empresarial, mejor acceso a las tecnologías y más financiamiento podrán incorporar nuevas tecnologías. Los restantes pasarán a emplearse como obreros rurales o urbanos, o (los menos) seguirán como minifundistas. En este caso, el futuro de los pequeños productores es incierto, y es posible una gradual concentración de la tierra agrícola.

En Centro América predomina una agricultura dual, con agricultores que se capitalizan rápidamente, mientras que otros se están marginando cada vez más. Se requieren políticas específicas para atender las necesidades tecnológicas de cada uno de estos sectores, pero en ambos casos el fortalecimiento del SNI juega un papel fundamental.

Para el futuro de la investigación agrícola es necesario:

- Incrementar la capacidad de los SNI
- Incrementar la inversión en I&D de nuevas tecnologías de producción y comercialización
- Entender que la creciente importancia de la biotecnología y de los derechos de propiedad intelectual hace más urgente fortalecer los SNI
- Desarrollar la capacidad nacional
- Promover la incorporación de tecnología mediante la educación de los productores agropecuarios

Bibliografía

- Banco Mundial. 1997. *World Tables 1997*. Washington DC
- Bolaños, J. 1998 "Resumen de Actividades de CIMMYT-PRM Ante Mitch", CIMMYT-Guatemala.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) Series Macroeconómicas del Istmo Centroamericano 1950-1996, México, 1997.
- Eicher, C. 1999. Distinguished Economics Lecture CIMMYT Economics Program, Mexico. Food and Agriculture Organization (FAO). 1998. *Agricultural Production Statistics*.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) 1991. *Guatemala. Lineamientos para un Programa Sectorial Agropecuario*. San José, Costa Rica.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). *Honduras. Diagnóstico del Sector Agropecuario*. San José CR, 1995.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). *El Salvador. Diagnóstico del Sector Agropecuario*. San José CR, 1997.
- Koppel, B., y D. Zurick 1988. "Rural Transformation and the Future of Agricultural Development Policy in Asia." *Agricultural Administration and Extension*, 28:283-301.
- López Pereira, M.A. 1998 "Impacto de la Investigación en Mejoramiento de Maíz en Centro América y el Caribe: 1966-97," documento presentado en la XLIV Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA), Managua, Nicaragua, Abril 20-23 de 1998.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) 1996. *The Knowledge-Based Economy*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) 1997. *National Innovation Systems*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) 1998. *Facilitating International Technological Cooperation: Proceedings of the Seoul Conference, Oct. 13-14 1997, working group on innovation and technological policy*.
- Pingali, P.L., y M.W. Rosegrant. 1995. "Agricultural Commercialization and Diversification: Processes and Policies." *Food Policy*, 20:171-85.
- Pingali, P.L. 1996. "From Subsistence to Commercial Production Systems: The Transformation of Asian Agriculture." *American Journal of Agricultural Economics*, 79:628-34.
- Sain G., y M.A. López Pereira 1997. *Producción de Maíz y Políticas Agrícolas en Centro América y México*. CIMMYT-PRM. San José CR.
- Timmer C.P. 1998 "The Agricultural Transformation." *Handbook of Development Economics*, H.B. Chenery y T.N. Srinivisan, eds. Amsterdam: North Holland.
- UNESCO Statistical Yearbook 1997, www.unesco.org.
- United Nations 1998. *World Urbanization Prospects: The 1996 Revision*, 1998.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION EN MEJORAMIENTO DE MAIZ EN CENTRO AMERICA Y EL CARIBE: 1966-97

Miguel A. López Pereira

1. Introducción

La investigación en mejoramiento de maíz en la región de Centro América se inició hace unos 50 años. Desde esos inicios hasta la fecha, los programas nacionales de investigación han experimentado cambios notables, con etapas de crecimiento sostenido de sus recursos en los primeros años, hasta la época actual donde los encontramos en un estado de relativa crisis, con limitado apoyo y recursos para desarrollar sus actividades normales. A pesar de que el maíz es el cultivo anual más importante de esta región, los programas de investigación en maíz no tienen actualmente el apoyo de los gobiernos ni de las agencias financieras y de crédito internacionales. Los 'programas de ajuste estructural' de las economías, que se implementan desde hace varios años en la región, han enfatizado particularmente el sector agrícola en sus aspectos de eliminación de subsidios, reducción, y privatización. Esto ha resultado en la eliminación casi total de todo tipo de incentivos a la producción de granos básicos, y a la investigación agrícola, particularmente aquella relacionada con los granos básicos, por parte de los gobiernos.

A pesar de sus actuales circunstancias, los programas nacionales de investigación en maíz tienen una rica y vieja historia de mejoramiento, que ha resultado en logros significativos en mejoramiento genético. En la actualidad, todos los programas nacionales aún están operando, aunque a niveles mucho menores de lo que lo hacían hasta finales de la década de los 80.

Durante los últimos veinte años, los institutos públicos de investigación agrícola de la región, han desarrollado programas colaborativos en mejoramiento de maíz, en conjunto con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Como resultado de este trabajo colaborativo, se han desarrollado muchas variedades e híbridos de maíz en la región. En la actualidad, el CIMMYT es uno de los pocos organismos internacionales que mantiene proyectos de colaboración técnica con los programas nacionales de la región, los cuales son financiados por las agencias internacionales de colaboración técnica. Con la implementación de los proyectos regionales de investigación a finales de los años 70, y su posterior fortalecimiento en los 90, los programas de la región ahora están desarrollando una investigación más coordinada, tomando ventaja de las características propias de cada programa, y tratando de lograr una mayor eficiencia en el uso de los escasos recursos de investigación disponibles.

A principios de la década de los años 90, con el advenimiento de una aguda crisis de financiamiento de los centros internacionales de investigación agrícola por parte de las agencias de cooperación internacional, el CIMMYT inició un proyecto para determinar el impacto que la investigación internacional en maíz y trigo ha tenido desde mediados de la década de los 60. Los resultados de esos estudios fueron publicados hace varios años (Byerlee y Moya 1993; López Pereira y Morris 1994). Dentro del CIMMYT, se tomó también el compromiso de actualizar estos estudios periódicamente. Fue así como, en 1997, se inició el proceso de actualizar los estudios de impacto mundial de la investigación en mejoramiento de maíz y de trigo.

En este documento, se presentan los resultados de la investigación en mejoramiento de maíz en la región de Centro América y el Caribe, con referencias también a México, para el período 1966-97. Se presentan resultados de las variedades e híbridos de maíz liberados por el sector público desde 1966, y sus características principales; los materiales de maíz que las empresas privadas están comercializando en la actualidad; los recursos dedicados a la investigación en mejoramiento de maíz por las organizaciones públicas y privadas; los volúmenes de semilla de maíz comercializada en la región recientemente; la superficie de maíz plantada con semilla mejorada y el valor de la producción adicional como resultado del uso de esta semilla mejorada; los precios de la semilla de maíz; y aspectos de legislación y regulaciones de la industria de semillas. También se discute la forma en que los programas nacionales de mejoramiento en maíz han trabajado en forma conjunta con el CIMMYT en el desarrollo de la tecnología genética de maíz en la región.

2. Los Sistemas Nacionales de Investigación en Maíz

En 1996, diez instituciones públicas se encontraban haciendo investigación en maíz en la región, con un total de aproximadamente 29 investigadores, en Centro América y el Caribe (Cuadro 1). Guatemala es el país con el mayor número de investigadores en la región, lo que refleja en parte la mayor importancia del sector del maíz en ese país. En la mayoría de los casos, sin embargo, los programas de investigación en maíz se componen de uno o dos investigadores, lo cual es en algunos casos insuficiente y en otros demasiado dependiendo de la superficie de maíz del país. Por ejemplo, en Costa Rica se ha reducido dramáticamente la superficie de maíz, y aún conserva tres investigadores (en Equivalentes de Tiempo Completo, o ETC). Esto hace que el programa público de maíz de Costa Rica tenga el equivalente de 225 investigadores de maíz por millón de ha de maíz, comparado con 14 que es la media para Centro América, y 10 para toda América Latina. Aunque en menor grado, una situación similar existe en República Dominicana y Panamá. Por otro lado, el programa de maíz de El Salvador tiene solamente dos investigadores ETC, y un coeficiente de sólo siete investigadores de maíz por millón de ha, lo que sugiere una elevada presión en tiempo de estos investigadores.

Un factor que influye en este análisis, es la necesidad de algunos programas de tener una capacidad mínima instalada, sin la cual simplemente los programas dejarían de existir. Otro factor importante es la diversidad de ambientes en los cuales se cultiva el maíz en cada país, que de cierta forma define el número de mejoradores necesario para cubrir todos esos ambientes. Por ejemplo, en Guatemala existen varios ambientes diferentes de producción de maíz, además de que la superficie total de maíz es elevada. En este caso, entonces, se justifica tener un número mayor de investigadores que en otro país donde los ambientes de producción son más homogéneos aunque tenga una super-

ficie total similar. Este análisis nos indica que parece existir la necesidad de evaluar la conveniencia de mantener una estructura de investigación pública de maíz en algunos países con superficies realmente insignificantes de este cultivo, y la de fortalecer algunos programas donde la superficie de maíz es elevada. Los datos del sector público de investigación en maíz para 1996/97, confirman la drástica reducción que han experimentado estos programas en recursos humanos en los últimos años. Por ejemplo, en 1990 había sólo en Centro América más de 50 investigadores de maíz en las organizaciones públicas (López Pereira 1993), comparado con 22 en 1997.

Cuadro 1. Indicadores de investigación de maíz en el sector público, Centro América y el Caribe, 1996

	Organizaciones públicas dedicadas a la investigación en maíz	Científicos del sector público dedicados a la investigación en maíz	Número de científicos del sector público por millón de ha de maíz	Número de científicos del sector público por millón de t de maíz producidas
Centro América	7	22.5	13.7	7.8
Costa Rica	1	3.0	225.5	119.9
El Salvador	1	2.0	6.8	3.2
Guatemala	1	7.0	12.2	6.2
Honduras	2	5.0	12.3	7.6
Nicaragua	1	3.0	10.7	9.0
Panamá	1	2.5	34.2	22.8
Caribe	3	6.0	16.1	18.1
Cuba	1	2.0	27.0	23.5
Rep. Dominicana	1	2.0	46.9	46.7
Haití	1	2.0	7.8	9.8
México	11	130.6	16.8	7.3
Centro América, Caribe, México	21	159.1	16.2	7.6
América del Sur	18	131.3	7.0	2.8
AMÉRICA LATINA	39	290.4	10.2	4.3

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997

Cuando se analizan los recursos dedicados a la investigación en maíz por el sector privado, se nota una marcada reducción con respecto al sector público (Cuadro 2). El sector público, a pesar de la reducción a que ha sido sometido en los últimos años, sigue siendo el principal actor en la investigación de maíz en la región. Es de hacer notar la diferencia de esta situación en el resto de América Latina, donde ya el número de investigadores del sector privado supera al número equivalente del sector público, especialmente en los países del Cono Sur. Para Centro América, Guatemala sobresale de nuevo como el país con el mayor número de investigadores ETC en maíz en el sector privado. Haití reportó un número relativamente elevado de investigadores privados de maíz, aunque estos están trabajando más en desarrollo y mantenimiento de VPL, y no en híbridos. México también reporta un número elevado de investigadores de maíz en el sector privado, aunque allí el sector público es todavía mayoritario.

En 1996, los programas públicos de investigación de Centro América invirtieron un total de US\$ (\$) 471,000 en investigación en maíz, y los del Caribe \$110,000 (Cuadro 3). Por su parte, las empresas privadas de semillas invirtieron \$436,000 en Centro América y \$68,000 en el Caribe en investigación en maíz, tanto en mejoramiento como otro tipo de investigación, incluyendo pruebas de rendimiento de materiales. En total, se invirtieron \$1.1 millones en investigación en maíz en la región. En comparación, en México la inversión total fue de \$7.75 millones (3.66 millones el sector público y 4.09 millones el sector privado). Con excepción de algunos países, el sector público invierte más en investigación en maíz que el sector privado en la región, especialmente si se toma en cuenta que solamente en Guatemala existe una real inversión privada en mejoramiento de maíz en esta región, y en los demás países se trata de pruebas de rendimiento y ensayos de agronomía de las empresas. En América del Sur, especialmente en Argentina y Brasil, la inversión en investigación en maíz es mucho mayor que en la parte norte del continente, y el sector privado es responsable de la mayor parte de esta inversión. Es muy perceptible la estrategia de la empresas privadas de semillas, especialmente las multinacionales, de invertir sólo cantidades mínimas en investigación en maíz en Centro América, y particularmente en ensayos de adaptación, y aprovechar las investigación que realizan en otras regiones similares, como México y algunos países de América del Sur.

Cuadro 2. Indicadores de investigación de maíz en el sector privado, Centro América y el Caribe, 1996

	Organizaciones privadas dedicadas a la investigación en maíz	Científicos del sector privadas dedicados a la investigación en maíz	Número de científicos del sector privadas por millón de ha de maíz	Número de científicos del sector privadas por millón de t de maíz producidas
Centro América	9	9.3	5.6	3.2
Costa Rica	1	0.6	45.1	24.0
El Salvador	1	0.3	0.9	0.4
Guatemala	3	7.5	13.04	6.6
Honduras	3	0.7	1.72	1.1
Nicaragua	0	0.0	0.0	0.0
Panamá	1	0.2	2.9	1.9
Caribe	1	3.5	9.4	10.6
Cuba	0	0.0	0.0	0.0
Rep. Dominicana	0	0.0	0.0	0.0
Haití	1	3.5	13.6	17.2
México	24	43.0	5.5	2.4
Centro América, Caribe, México	34	55.7	5.7	2.7
América del Sur	58	153.8	8.3	3.3
AMERICA LATINA	92	209.5	7.4	3.1

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

Cuadro 3. Inversión en investigación en maíz, Centro América y el Caribe, 1996 (000 US\$)

	Inversión total en investigación en maíz por organizaciones públicas	Inversión total en investigación en maíz por organizaciones privadas	Inversión total en investigación en maíz, pública y privada
Centro América	471.3	435.7	907.0
Costa Rica	112.8	59.0	171.8
El Salvador	36.7	11.4	48.1
Guatemala	89.9	267.4	357.3
Honduras	95.2	90.9	186.1
Nicaragua	45.9	0.0	45.9
Panamá	91.1	7.0	98.1
Caribe	110.0	68.2	178.2
Cuba	26.7	0.0	26.7
Rep. Dominicana	49.3	0.0	49.3
Haití	34.0	68.2	102.2
México	3,656.5	4,090.0	7,746.5
Centro América, Caribe, México	4,237.8	4,594.0	8,831.8
Zona Andina	1,506.2	2,342.1	3,848.3
Cono Sur	5,258.9	23,694.2	28,953.1
América del Sur	6,765.1	26,036.3	32,801.4
AMERICA LATINA	11,002.9	30,630.3	41,633.2

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997

Un investigador de maíz del sector público en Centro América, costaba alrededor de \$20,500 en 1996, incluyendo su salario y los costos de operación (Cuadro 4). En la región del Caribe, este costo era de \$13,500, y en México de \$28,000. Si se comparan estas cifras con las correspondientes a América del Sur (US \$ 40,000) se obtiene una indicación de que los costos de investigación pública en la región son aún muy bajos³. En el caso de los costos de los investigadores del sector privado, estos aumentan considerablemente en todas las regiones, y en algunos casos se duplican y hasta se triplican. En Centro América un investigador de maíz del sector privado cuesta alrededor de \$45,000, en el Caribe \$21,000, en México \$80,000, y en América del Sur \$107,000. Debe notarse aquí que los costos de investigadores varían mucho según el tamaño y nivel de sofisticación de las empresas de semillas, y el nivel de educación de los investigadores de maíz. Por ejemplo, en México, Argentina y Brasil, las grandes empresas multinacionales, y algunas nacionales, tienen programas completos de mejoramiento, y emplean a dos o tres mejoradores a nivel de doctorado, mientras que en la mayoría de los otros países,

³ Debe notarse que los costos de investigación indicados aquí probablemente están subestimados, al no contar algunos costos indirectos de los programas, como depreciaciones, energía, y otros.

las empresas son más pequeñas, con programas de mejoramiento menos sofisticados, y emplean a mejoradores con nivel de maestría o ingeniería. En otros casos, las empresas sólo mantienen a un ingeniero agrónomo en el país o región, que realiza pruebas de los materiales desarrollados en otros países para su registro local. Este es el caso de la mayoría de las empresas privadas que operan en Centro América, lo que les permite tener una presencia de mejoramiento a costos muy bajos, y aprovechar la relevancia en esta región de la investigación realizada por la empresa en otras regiones similares. Aun así, las diferencias de los salarios entre investigadores del sector público y privado son significativas, y explican en parte el flujo de investigadores de maíz hacia el sector privado, después de permanecer en el sector público y adquirir experiencia por algunos años.

Cuadro 4. Costos de apoyo a un investigador de maíz, Centro América y el Caribe, 1996 (000 US \$)

	Sector público		Sector privado	
	Salario y beneficios	Costos de operación	Salario y beneficios	Costos de operación
Centro América	12.250	8.341	25.173	19.233
Costa Rica	16.800	16.800	100.000	66.667
El Salvador	10.360	4.455	11.422	13.706
Guatemala	7.924	4.132	15.951	10.781
Honduras	12.000	11.656	21.220	20.804
Nicaragua	7.222	8.000	-	-
Panamá	19.200	5.000	16.800	4.853
Caribe	7.899	5.550	13.000	8.750
Cuba	4.071	4.071	-	-
Rep. Dominicana	11.325	5.082	-	-
Haití	8.300	7.500	13.000	8.750
México	16.081	11.867	37.125	42.652
Centro América, Caribe, México	11.328	7.856	30.706	33.030
América del Sur	19.978	20.598	48.374	58.667
AMERICA LATINA	15.084	13.520	42.414	49.343

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997

Las organizaciones públicas en Centro América parecen haber completado su retiro de las actividades de producción y comercialización directa de semilla de maíz, en las cuales estuvieron involucradas mucho hasta finales de la década de los 80. Por ejemplo, en 1992/93 en todos los países existían empresas públicas que vendían semilla de maíz, las cuales vendieron el 11% de toda la semilla comercializada ese año; mientras que en 1996/97 las organizaciones públicas solamente vendieron 56 t de semilla de maíz en toda la región, lo que representó menos del 1% de toda la semilla vendida (ver discusión abajo). Estos resultados indican que las industrias de semilla de maíz de Centro América están avanzando en su evolución, al convertirse las empresas privadas en los comercializadores de semilla, y las organizaciones públicas se especializan en investigación y cierto nivel

de regulación de la industria (Morris *et al.* 1998). Sin embargo, éste no es el caso en el Caribe, donde existen todavía organizaciones públicas que operan como empresas de semillas (Cuadro 5). Es interesante notar que México, con una industria de semillas grande y sofisticada, aún mantiene una empresa pública de semillas, que tiene una participación pequeña pero significativa del mercado de semilla de maíz, aunque mucho menor que hasta hace unos años (López Pereira y García 1997). En Centro América, sólo en Guatemala existe la comercialización de semilla de maíz (en cantidades muy pequeñas) por parte del sector público. Como puede observarse, las industrias de semillas de la región se encuentran casi totalmente liberalizadas, sin controles de precios de la semilla, y el libre comercio de la misma es la norma. También, parece que mayores progresos se pueden alcanzar en el área de leyes específicas para la protección de variedades, las cuales todavía no se han implementado en la región, por lo menos no explícitamente, aunque todos los países reportaron progresos en estas áreas.

Cuadro 5. Políticas y regulaciones de la industria de semillas de maíz, Centro América y el Caribe, 1997

	¿Produce semilla el sector público?	¿Importación semilla de permitida?	¿Certificación de semilla es obligatoria?	¿Precio de semilla controlado?	¿Registro de variedades obligatorio?
Costa Rica	N	S	S	N	N
El Salvador	N	S	S	N	N
Guatemala	S/N*	S	S	N	N
Honduras	N	S	S	N	N
Nicaragua	N	S	S	N	N
Panamá	N	S	S	N	N
Cuba	S	N	S	S	N
Rep. Dominicana	S	S	N	N	S
Haití	S	S	S	N	N
México	S	S	N	N	S

* En Guatemala el programa público (ICTA) vendió cantidades pequeñas de semilla de maíz en 1996/97, pero en la actualidad sólo presta el servicio de procesamiento de semilla en su planta

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

3. Materiales de Maíz Desarrollados

Para el período de 1966-1997, los programas públicos de mejoramiento de Centro América desarrollaron 127 variedades e híbridos de maíz, y 21 en la región del Caribe, para un total de 148 (Cuadro 6). De este total, la gran mayoría han sido variedades (101) y relativamente pocos híbridos (47). En comparación, en México durante el mismo período las organizaciones públicas desarrollaron 222 variedades e híbridos de maíz y 305 en América del Sur. En total en América Latina los sistemas públicos de mejoramiento han desarrollado 675 materiales de maíz, de los cuales 427 (63%) son variedades y 248 (37%) son híbridos.

Cuadro 6. Tipos de materiales de maíz liberados por los programas públicos de investigación, Centro América y el Caribe, 1966-97

	VPLs	Híbridos	Total	Total por millón de ha de maíz
Centro América	83	44	127	77.3
Costa Rica	11	7	18	1,353.0
El Salvador	3	12	15	51.1
Guatemala	26	13	39	67.8
Honduras	15	5	20	49.2
Nicaragua	19	2	21	74.8
Panamá	9	5	14	191.4
Caribe	18	3	21	74.8
Cuba	6	3	9	121.6
Rep. Dominicana	6	0	6	140.8
Haití	6	0	6	23.3
México	104	118	222	28.5
Centro América, Caribe, México	205	165	370	37.8
América del Sur	222	83	305	16.4
AMERICA LATINA	427	248	675	23.6

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997

Los resultados de la reducción de los programas públicos de maíz en Centro América, se pueden notar claramente en la cantidad de materiales liberados en años recientes. Hasta 1985, los programas públicos habían liberado una cantidad creciente de materiales cada año, pero empezó a descender desde entonces. Por ejemplo, en el período 1981-85 se liberaron 33 materiales de maíz, mientras que en 1985-90 sólo fueron liberados 22. Ya para el período 1991-95 el número de materiales liberados llegó únicamente a seis en toda Centro América.

Un factor que compensa un poco estas tendencias, es el hecho de que ahora el CIMMYT cuenta con una mayor cantidad de material genético más avanzado y orientado a la formación de híbridos, los cuales están siendo utilizados por los programas nacionales con gran suceso. Por ejemplo, sólo en los dos últimos años (1996 y 1997), los programas nacionales han liberado 18 materiales nuevos de maíz⁴, de los cuales el 50% son híbridos, y casi todos ellos con germoplasma de CIMMYT (ver discusión abajo). Este resultado indica que, mientras por un lado ha existido una fuerte reducción en el número de materiales liberados por los programas públicos como resultado de la reestructuración de

4 Pueden existir algunos materiales de maíz, reportados como liberados en 1996/1997 pero que probablemente sean oficialmente liberados en 1998 o 1999, porque los investigadores hicieron una estimación de los posibles materiales a ser liberados próximamente.

los mismos, por otro lado estos programas han logrado hacer un uso más eficiente de los recursos de que disponen, al aprovechar los resultados de investigación de otros programas vecinos, por medio de intercambio de información y de germoplasma, y de los programas internacionales como el del CIMMYT, por medio del uso de material genético básico para su mejoramiento.

De todos los materiales públicos liberados en la región, el 89% (121) son adaptados a los trópicos bajos, reflejando la preponderancia de estos ambientes en la producción de maíz. También, casi todos los materiales en Centro América son blancos, mientras que en el Caribe todos son amarillos (Cuadro 7), reflejando los diferentes usos dados al cereal en las dos regiones. La textura de los materiales es también algo diferente en el Caribe, donde son más populares los cristalinos y semicristalinos, que en Centro América, donde prevalecen los materiales dentados y semidentados.

Cuadro 7. Características de grano de materiales públicos de maíz, Centro América y el Caribe, 1966-97 (número de materiales)*

	Color		Textura			
	Blanco	Amarillo	Dentado	Semi-dentado	Semi-cristalino	Cristalino
Centro América	81	46	32	52	30	12
Costa Rica	13	5	0	13	4	1
El Salvador	12	3	8	5	1	1
Guatemala	20	19	2	17	18	1
Honduras	15	5	9	9	1	1
Nicaragua	20	1	8	6	5	2
Panamá	1	13	5	2	1	6
Caribe	0	21	7	2	6	5
Cuba	0	9	0	2	4	3
Rep. Dominicana	0	6	6	0	0	0
Haití	0	6	1	0	2	2
México	213	9	92	69	41	11
Centro América, Caribe, México	294	76	131	123	77	28
Zona Andina	86	107 (3)	17	24	54	59 (40)
Cono Sur	8	94 (10)	9	35	24	33 (3)
América del Sur	94	201 (13)	26	59	78	92 (43)
AMERICA LATINA	388	277 (13)	157	182	155	120 (43)

* Números en paréntesis indican materiales con otro color o textura de los indicados.

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

En el año 1996/97, las empresas privadas de Centro América comercializaron unos 30 híbridos de su propiedad, y en el Caribe no hubo híbridos comercializados (Cuadro 8). En comparación, en México se comercializaron 150 híbridos de las diferentes empresas privadas. Los híbridos de cruce triple son los más populares en México y en América del Sur, pero no en Centro América, donde los híbridos de cruce doble son aún muy populares. Además, los híbridos simples ya superan a los de cruce doble en los países con in-

dustrias de semillas más sofisticadas como Argentina, Brasil, y México. En toda Centro América, sólo había un híbrido de cruza simple que se comercializaba ese año. En la región del Caribe solo una variedad de una empresa privada se comercializó, lo que indica que virtualmente toda la semilla que se vende en esa región proviene de materiales públicos.

Cuadro 8. Tipos de materiales de maíz comercializados por las empresas privadas, Centro América y el Caribe, 1996 / 1997

	VPL mejoradas	Híbridos				Total
		Simple	Triple	Doble	Otros	
Costa Rica	0	1	6	4	0	11
El Salvador	0	0	2	5	0	7
Guatemala	0	0	3	8	0	11
Honduras	0	0	9	9	0	18
Nicaragua	0	0	1	4	0	5
Panamá	0	1	2	1	0	4
Cuba	0	0	0	0	0	0
Rep. Dominicana	0	0	0	0	0	0
Haití	1	0	0	0	0	1
Totales regionales*:						
Centro América	0	1	14	15	0	30
Caribe	1	0	0	0	0	1
México	5	46	68	28	8	155

* Los totales regionales no son exactamente iguales a la suma de los países porque cada material se cuenta sólo una vez, aunque se comercialice en más de un país.

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

De todos los materiales de maíz liberados por los programas públicos de investigación en Centro América y el Caribe durante 1996/97, más del 80% contienen germoplasma de CIMMYT de alguna forma (Cuadro 9). En algunos países como Honduras, El Salvador, y Costa Rica, todos los materiales desarrollados contienen germoplasma de CIMMYT. Además, en una gran parte de los casos, los materiales desarrollados contienen 100% germoplasma proveniente de CIMMYT. Esta es una indicación clara del aprovechamiento que los programas nacionales de estas regiones han hecho de la disponibilidad de germoplasma básico de maíz por parte del CIMMYT, para el desarrollo de sus variedades e híbridos. En comparación, puede notarse que en México el contenido de germoplasma de CIMMYT en los materiales públicos de maíz desarrollados desde 1966, es mucho menor (sólo el 32% de los materiales). En América del Sur el uso de germoplasma de CIMMYT es mayor que en México, pero menor que el de Centro América y el Caribe.

El reducido uso relativo de germoplasma básico de maíz de CIMMYT en México, su país anfitrión, se debe principalmente a la gran diversidad de ambientes de producción de maíz en este país, y a la gran tradición del programa nacional de mejoramiento en todos estos ambientes. Por ejemplo, el CIMMYT hasta hace sólo relativamente pocos años tiene material genético avanzado para los ambientes de altiplanos, y el INIFAP ha desarrollado

muchos materiales para estos ambientes desde hace muchos años. Como se ha notado, sin embargo, los ambientes de maíz de los trópicos bajos son los predominantes en Centro América y el Caribe, y son también los ambientes para los cuales el CIMMYT tiene más tradición en el desarrollo de germoplasma básico, de allí la presencia marcada de estos materiales en las variedades e híbridos desarrollados por los programas públicos de la región.

Cuadro 9. Uso del germoplasma de CIMMYT en materiales públicos de maíz, Centro América y el Caribe, 1966-97 (% de materiales liberados)

	Número de materiales liberados en 1966-97	Contenido de germoplasma de CIMMYT* (%)			
		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Centro América	127	13	9	1	77
Costa Rica	18	0	28	0	72
El Salvador	15	0	20	0	80
Guatemala	39	23	10	3	64
Honduras	20	0	0	0	100
Nicaragua	21	19	0	0	81
Panamá	14	21	0	0	79
Caribe	21	33	0	0	67
Cuba	9	33	0	0	67
Rep. Dominicana	6	17	0	0	83
Haití	6	50	0	0	50
México	222	68	14	5	13
Centro América, Caribe, México	370	47	12	3	38
Zona Andina	193	43	17	0	40
Cono Sur	112	44	49	2	5
América del Sur	305	43	28	1	28
AMERICA LATINA	675	45	20	2	33

* Clases definidas así: 1 = No contiene germoplasma de CIMMYT; 2 = Contiene poco germoplasma de CIMMYT (< 25%); 3 = Contiene una cantidad sustancial de germoplasma de CIMMYT (25-99%); 4 = 100% de su germoplasma proviene del CIMMYT

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

Una situación bastante similar ocurre cuando se analiza el uso de germoplasma de CIMMYT por parte de las empresas privadas de semillas. Debe notarse que en este caso únicamente se analizan los materiales comercializados por las empresas privadas durante los últimos dos años, y no como en el caso de los materiales públicos, donde se analizaron todos los materiales desarrollados por los programas desde 1966. Aunque fueron pocos los materiales privados comercializados en Centro América en 1996/97, más del 90% de ellos contenían germoplasma de CIMMYT (Cuadro 10). Es interesante notar el también alto porcentaje de materiales privados en México y América del Sur que tienen germoplasma de CIMMYT, aunque la gran mayoría de estos están clasificados en

las categorías 2 y 3 (relativamente poco germoplasma de CIMMYT), contrario a Centro América y el Caribe, que caen en la categoría 4 (todo el germoplasma proviene de CIMMYT). De hecho, un mayor porcentaje de materiales privados que de públicos contienen germoplasma de CIMMYT (Cuadros 9 y 10), lo que sugiere que las empresas privadas hace un uso extensivo del germoplasma de CIMMYT, especialmente el adaptado a los trópicos bajos.

Cuadro 10. Uso de germoplasma de CIMMYT por parte de empresas privadas de semilla, Centro América y el Caribe (% de materiales comercializados en 1996/97)

	Número de materiales liberados en 1966-97	Contenido de germoplasma de CIMMYT* (%)			
		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Centro América	30	7	33	43	17
Costa Rica	11	0	73	9	18
El Salvador	7	14	14	14	57
Guatemala	11	9	9	45	36
Honduras	18	6	22	55	17
Nicaragua	5	0	40	40	20
Panamá	4	0	100	0	0
Caribe	1	100	0	0	0
Cuba	0	-	-	-	-
Rep. Dominicana	0	-	-	-	-
Haití	1	100	0	0	0
México	155	19	40	36	6
Centro América, Caribe, México	175	18	40	34	8
Zona Andina	97	3	45	39	12
Cono Sur	251	41	53	6	0
América del Sur	333	31	50	15	4
AMERICA LATINA	497	27	46	22	5

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

Aunque la información sobre el uso de germoplasma de CIMMYT por parte de los programas públicos de investigación ya se conocía, y los resultados aquí lo confirman, hasta ahora no se tenía un conocimiento tan detallado de cuán extensivo ha sido el uso de germoplasma de CIMMYT en las empresas privadas. Esta nueva información, puede servir de mucho al CIMMYT para enfocar sus programas de mejoramiento de maíz atendiendo las necesidades de todos los usuarios de su germoplasma, tanto públicos como privados, al conocer el tipo de germoplasma más usado. Por ejemplo, se confirma ahora que los materiales de CIMMYT más usados por los programas públicos de Centro América, son las poblaciones 21, 28, 32, y 43, casi todas relacionadas con el complejo Tuxpeño, que esta formado principalmente por razas originarias de la región. En el caso del Caribe, los programas han usado exclusivamente la Población 28.

4. Estado Actual de la Industria de Semillas

En 1996, existían en Centro América 76 organizaciones públicas y privadas relacionadas con maíz, involucradas en investigación, producción de semilla, comercialización de semilla o importación de semilla, o en regulación de la industria (Cuadro 11). La mayor cantidad de organizaciones de maíz están ubicadas en Guatemala y Honduras. En el Salvador, la industria de semilla de maíz ha pasado por un proceso de consolidación, después de tener muchos productores de semillas, especialmente cooperativas, hasta principios de los años 90. La presencia de las empresas multinacionales en Centro América, se limita a algunos países donde mantienen oficinas regionales, y desde donde distribuyen semilla a todos los países, y con alguna capacidad para la realización de ensayos de adaptación y proceso de registro de materiales, pero sin actividades de mejoramiento per se. En el Caribe existen pocas empresas privadas de semilla, y ninguna multinacional tiene oficinas en estos países. En comparación, la industria de semillas de maíz de México se compone de más de 110 organizaciones públicas y privadas, incluyendo las principales empresas multinacionales, varias universidades, y muchas empresas nacionales de todos los tamaños. En América del Sur, existen aproximadamente 230 empresas de semillas de maíz, y en total en toda América Latina existen aproximadamente 430 organizaciones públicas y privadas de semilla de maíz⁵. Las empresas

Cuadro 11. Número de organizaciones de maíz, Centro América y el Caribe, 1997

	Número de organizaciones públicas	Organizaciones privadas			Total
		Empresas nacionales	Empresas multinacionales	ONG y otros	
Centro América	8	31	12	25	73
Costa Rica	3	3	1	0	7
El Salvador	1	4	0	5	10
Guatemala	1	11	6	4	22
Honduras	1	4	5	6	16
Nicaragua	1	6	0	6	13
Panamá	1	3	0	4	8
Caribe	5	4	0	6	15
Cuba	2	0	0	1	3
Rep. Dominicana	1	1	0	3	5
Haití	2	3	0	2	7
México	4	50	5	52	111
Centro América, Caribe, México	17	85	17	83	202
Zona Andina	7	61	9	42	119
Cono Sur	8	83	13	10	114
América del Sur	15	144	22	52	233
AMERICA LATINA	32	229	39	135	435

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997

5 En el caso especial de las empresas multinacionales, su presencia en cada país donde operan se cuenta como una empresa separada, si tienen una oficina propia establecida en el país (no necesariamente un importador de su semilla). Por ejemplo, Pioneer-Centro América se cuenta como una entidad separada de Pioneer-México, y de Pioneer-Venezuela; Cargill de México se cuenta separada de Cargill Sementes de Brasil, y de Cargill Argentina.

líderes en ventas de semilla de maíz en Centro América y el Caribe se presentan en el Cuadro 12. En general, las primeras cuatro empresas controlan aproximadamente el 75% del mercado de semillas de maíz, lo cual es similar a la experiencia de otros países con industrias más desarrolladas. En los países con industrias muy pequeñas, estas tienden a ser dominadas por una o dos empresas, para lograr los niveles adecuados de operación que permiten reducir costos por unidad vendida, como es el caso de Costa Rica y Panamá.

Cuadro 12. Empresas líderes en comercialización de semilla de maíz, Centro América y el Caribe, 1996/97

	Líderes*				Participación combinada del mercado
	# 1	# 2	# 3	# 4	
Costa Rica	Piscis	D. del Futuro	Agrocosta	CNP	100
El Salvador	Semillas SA	Prosela	Lombardia	Moore	84
Guatemala	Cristiani B.	Seminal	Supersemillas	S. Ista	82
Honduras	Cadelga	Hondugenet	DuWest	AC Segovia	64
Nicaragua	R. Saborío	E. Gurdíán	Horteco	Proyne	69
Panamá	Melo	S. Superiores	-	-	90
Cuba	Pública	-	-	-	100
Rep. Dominicana	Pública	-	-	-	84
Haití	ORE	Ag. Technique	-	-	65
México	Pioneer	Asgrow	Pronase	Cargill	70

* Tomando en cuenta las ventas de semilla de variedades e híbridos públicos y privados por empresas públicas y privadas nacionales y multinacionales.

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

En 1996 se vendieron en Centro América aproximadamente 6,000 t de semilla comercial de maíz, de las cuales solamente 56 t (1%) fueron vendidas por empresas públicas (Cuadro 13). En el Caribe, por su parte, se vendieron 2,500 t de semilla, de las cuales 2,000 t (80%) fueron producidas por empresas públicas. Las empresas nacionales son los comercializadores más importantes de semilla de maíz en Centro América, seguidas por empresas multinacionales⁶ y otros tipos de organizaciones (ONG, universidades, cooperativas, productores individuales). En varios países de la región, las empresas multinacionales no tienen presencia directa con oficinas propias, solamente representantes, que normalmente son empresas locales distribuidoras de insumos agrícolas, que comercializan su semilla en estos países. Esta situación es similar a la de los países Andinos y Paraguay, y contrasta mucho con la de México, Argentina y Brasil, donde las empresas multinacionales venden directamente la gran mayoría de la semilla comercial de

6 En Guatemala, las ventas de semilla de maíz por empresas multinacionales, están representadas casi en su totalidad por dos empresas, Cristiani Burkard y Seminal, que han sido clasificadas como multinacionales porque tienen operaciones en varios países de la región y de América del Sur, aunque sus oficinas principales están ubicadas en Guatemala.

maíz. A nivel continental, las empresas públicas vendieron menos de 11,000 t de semilla de maíz en 1996/97, lo cual representó menos del 4% de toda la semilla vendida (Cuadro 13). Además, esta semilla vendida por organizaciones públicas, está representada en su gran mayoría por unos pocos países en los cuales todavía existen organizaciones públicas que comercializan semillas, notablemente México, Brasil, y Cuba.

Cuadro 13. Volumen de ventas de semilla de maíz, Centro América y el Caribe, 1996 (tm)

	Agencias públicas	Organizaciones privadas			Total
		Empresas nacionales	Empresas multi- nacionales	ONG y otros	
Centro América	56	3,211	1,586	1,177	6,030
Costa Rica	3	110	0	0	113
El Salvador	17	1,718	0	567	2,301
Guatemala	36	342	1,334	90	1,802
Honduras	0	572	252	191	1,016
Nicaragua	0	197	0	301	498
Panamá	0	271	0	29	300
Caribe	2,030	220	0	287	2,537
Cuba	1,555	0	0	51	1,606
Rep. Dominicana	445	50	0	37	532
Haití	30	170	0	199	399
México	4,062	6,650	22,000	1,050	33,762
Centro América, Caribe, México	6,148	10,081	23,586	2,514	42,329
Zona Andina	671	16,510	3,918	928	22,027
Cono Sur	4,057	69,979	147,430	3,070	224,536
América del Sur	4,728	56,488	151,348	3,998	246,562
AMERICA LATINA	10,876	96,569	174,934	6,512	288,891

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

Estos datos sobre ventas de semilla mejorada de maíz para 1996/97, también confirman que la industria de semilla de maíz de Centro América se encuentra en un período de estancamiento por lo menos desde inicios de la década de los 90. Por ejemplo, las ventas totales de semilla de maíz en esa región en 1990 fueron de aproximadamente 6,500 t (López Pereira 1993), y en 1992/93 de 5,700 t (López Pereira 1995), comparado con 6,000 t en 1997. En cierto sentido este estancamiento concuerda con las reducciones de los recursos invertidos en investigación por las organizaciones públicas y privadas en la región.

Cuando se ve en el contexto continental, la industria de semilla de maíz de Centro América y el Caribe como un todo, es realmente modesta en tamaño (Figura 1). El volumen total es solamente la cuarta parte del volumen de México, el 40% de la industria de los países andinos, y apenas el 4% de la industria de semilla de maíz del Cono Sur. A nivel de superficie total de maíz, sin embargo, las proporciones regionales cambian,

reflejando los diferentes niveles de uso de semilla mejorada en cada región. Este uso de semilla mejorada, en porcentaje, es mayor en América del Sur que en la parte norte del continente.

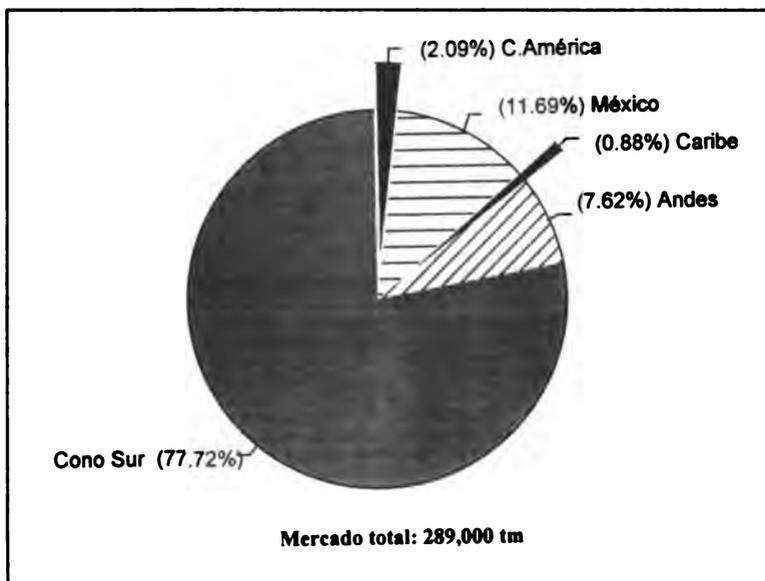


Figura 1. Participación regional de la industria de semilla de maíz en América Latina, 1996.

No obstante el retiro de los sistemas públicos de la producción y venta directa de semilla de maíz, la semilla de origen público todavía representa un porcentaje elevado de toda la semilla vendida (Cuadro 14). Por ejemplo, en 1996 de toda la semilla vendida por las organizaciones públicas y privadas entrevistadas en Centro América (5,418 t), el 46% (2,482 t) fue semilla de origen público, es decir, variedades e híbridos públicos. En el Caribe, virtualmente el 100% de toda la semilla vendida es de origen público. Estos altos porcentajes de semilla de origen público vendida en esta región, contrastan con porcentajes menores pero significativos en otras regiones. Por ejemplo, en los países andinos el 25% de la semilla vendida es de materiales públicos, en México el porcentaje es del 17% y en el Cono Sur el 8%. En total, en América Latina se vendieron 33,000 t de semilla de maíz de materiales públicos en 1996/97, lo que representó el 12% de toda la semilla comercial vendida. Los productos del mejoramiento genético en maíz por los sectores públicos son aún importantes, especialmente para los países con industrias de semillas pequeñas como los de Centro América y el Caribe.

Finalmente, la semilla de maíz es todavía relativamente barata en Centro América y el Caribe, especialmente la de variedades de polinización libre (Cuadro 15). Para adquirir un kg de semilla de híbridos dobles públicos en Centro América, se necesitan solamente 8 kg de grano⁷, comparado con 12 en México y los países andinos, y 18 en el Cono Sur.

⁷ El precio de la semilla es expresado en forma de "kg de grano necesarios para comprar un kg de semilla", o la razón de precio semilla: grano. Esto permite eliminar las posibles distorsiones que existen en los diferentes países por tasas de cambio de la moneda, inflación, y subsidios o impuestos a la producción y/o la comercialización agrícola, entre otros. De esta manera, es posible comparar los precios relativos de la semilla entre países.

Cuando se trata de híbridos del sector privado (cruzas triples y simples) el precio aumenta sólo moderadamente en Centro América. Un kg de semilla de híbridos triples privados cuesta 10 kg de grano, y uno de cruzas simples cuesta 12 kg de grano. Estos precios de semilla de maíz son realmente bajos comparados con los de otras regiones y especialmente con los de los países industrializados (ver, por ejemplo, López Pereira y Fillippello 1995).

Cuadro 14. Composición de las ventas totales de semilla de maíz por origen y tipo de semilla, Centro América y el Caribe, 1996 (t)

	Materiales públicos			Materiales privados		
	VPL	Híbridos	Total	VPL	Híbridos	Total
Centro América	995	1,487	2,482	0	2,936	2,936
Costa Rica	3	0	3	0	110	110
El Salvador	25	1,063	1,088	0	968	968
Guatemala	160	304	464	0	1,079	1,079
Honduras	389	72	461	0	502	502
Nicaragua	377	42	419	0	54	54
Panamá	41	7	48	0	223	223
Caribe	1,288	994	2,282	117	0	117
Cuba	612	994	1,606	0	0	0
Rep. Dominicana	532	0	532	0	0	0
Haití	144	0	144	117	0	117
México	2,006	3,427	5,433	149	27,012	27,161
Centro América, Caribe, México	4,290	5,908	10,197	265	29,948	30,214
Zona Andina	3,069	2,175	5,244	590	14,804	15,394
Cono Sur	8,781	9,174	17,955	0	201,477	201,477
América del Sur	11,850	11,349	23,199	590	216,280	216,870
AMERICA LATINA	16,139	17,257	33,397	855	246,299	247,084

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

5. El Impacto de la Investigación en Mejoramiento de Maíz

Cuál es el resultado concreto de todo este esfuerzo de mejoramiento de maíz realizado por los programas nacionales públicos y privados en Centro América y el Caribe? Normalmente, el impacto se estima determinando la superficie sembrada con semillas mejoradas y, conociendo la ventaja de rendimientos de este tipo de semilla con respecto a la que actualmente usa el agricultor [normalmente semilla local o criolla, o semilla de variedades o híbridos más viejos (López Pereira y Morris 1994)], se determina el valor monetario adicional generado con el uso de los materiales mejorados. Los dos parámetros clave necesarios para lograr esta estimación, la superficie sembrada con semilla mejorada y la ventaja de rendimientos por el uso de semilla mejorada, son difíciles de determinar. Sin embargo, en el presente estudio se lograron obtener algunos datos que

Cuadro 15. Precio promedio de semilla de maíz, por tipo de material, Centro América y el Caribe, 1996 (razón de precio semilla: grano)

	Materiales públicos		Materiales privados	
	VPL	Cruza doble	Cruza triple	Cruza simple
Centro América	5.3	8.4	10.4	10.9
Costa Rica	-	11.2	-	-
El Salvador	7.3	7.8	-	-
Guatemala	5.5	7.4	10.9	-
Honduras	4.4	8.3	10.9	-
Nicaragua	5.8	9.4	-	8.8
Panamá	4.7	13.1	7.4	13.1
Caribe	2.2	-	-	-
México	7.1	11.5	13.0	15.0
Centro América, Caribe, México	5.5	9.6	12.1	14.3
Zona Andina	6.2	12.4	15.9	9.2
Cono Sur	7.6	18.4	26.0	38.5
América del Sur	6.7	15.9	22.2	35.3
AMERICA LATINA	6.3	13.3	19.6	28.7

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997

permiten una estimación bastante aproximada del primer parámetro (superficie sembrada con semilla mejorada), porque se entrevistaron a todas las organizaciones que venden semilla mejorada (Cuadro 16). El otro parámetro, la ventaja de rendimiento de los materiales comerciales sobre los que normalmente usa el agricultor, es más difícil de determinar. El principal obstáculo es que simplemente no se dispone de datos de ensayos en fincas y/o experimentales suficientes como para hacer estimaciones. Además, como las ventajas de rendimientos de los materiales deben ser sólo aquellas que corresponden al mejoramiento genético, en muchos casos es difícil separar esta de aquellas debidas a otros factores, porque los ensayos normalmente incluyen otro tipo de factores como manejo del cultivo y niveles diferentes de otros insumos como fertilizantes y agua.

Otro factor que influye en la estimación del impacto del mejoramiento de maíz en una región determinada, es el relacionado con el uso de generaciones avanzadas de semilla mejorada, o lo que se conoce como reciclaje de semilla mejorada. Esto es importante especialmente en regiones donde el uso de semilla de variedades de polinización libre (VPL) es significativo, ya que las VPL por su naturaleza, pueden considerarse todavía como semilla mejorada aun si se recicla la semilla por varios años. En el caso de los híbridos, es más difícil justificar el uso de semilla reciclada como semilla mejorada, porque la identidad genética se pierde más rápidamente, especialmente cuando se trata de híbridos de cruza simple o triple. Cómo determinar, entonces, la superficie de maíz que se encuentra plantada con semilla mejorada (y no solamente semilla comercial) en un año determinado, y cómo determinar el valor adicional que el uso de semilla mejorada genera?

Cuadro 16. Superficie de maíz plantada con semilla mejorada comercial, Centro América y el Caribe, 1996/97

	Superficie plantada con semilla mejorada comercial (000 ha)			Superficie con semilla comercial como % del total
	VPL	Híbridos	Total	
Centro América	58.3	326.6	384.9	23.4
Costa Rica	0.2	6.1	6.3	47.4
El Salvador	1.5	140.5	142.0	48.4
Guatemala	12.0	108.1	120.1	20.9
Honduras	28.6	34.3	62.9	15.5
Nicaragua	15.5	3.7	19.2	6.8
Panamá	0.5	33.8	34.3	46.9
Caribe	71.8	49.7	121.5	31.6
Cuba	30.6	49.7	80.3	94.5
Rep. Dominicana	21.3	0.0	21.3	50.0
Haití	19.9	0.0	19.9	7.7
México	83.7	1,438.0	1,521.9	19.6
Centro América, Caribe, México	213.9	1,814.5	2,028.4	20.7
Zona Andina	190.4	847.9	1,038.3	44.4
Cono Sur	1,086.6	10,143.5	11,230.1	62.9
América del Sur	1,277.1	10,991.4	12,268.4	60.8
AMERICA LATINA	1,490.9	12,805.9	14,296.8	47.7

* Incluye semilla de reciclada de VPL y de generaciones avanzadas de híbridos

Fuente: FAO y Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

Para este trabajo, se usó un procedimiento basado en conclusiones obtenidas de otros estudios (López Pereira y Morris 1994; Risopoulos y Morris 1998) para asignar valores a los parámetros que no fue posible coleccionar en los cuestionarios. Específicamente, se usó conservadoramente un coeficiente de reciclaje de semilla de VPL de tres años, y una ventaja de rendimiento de 150 kg/ha para las VPL y 200 kg/ha para los híbridos. Esta ventaja de rendimiento equivale a un porcentaje de 10-20%, dependiendo del país y de los rendimientos promedio nacionales, y podría considerarse una ventaja genética conservadora de los materiales mejorados con respecto a los locales. El precio del maíz se estimó en \$175/t, que es aproximadamente el promedio reportado en todos los países de la región.

Con estos datos se obtiene que la superficie con semilla mejorada (comercial y reciclada) alcanzó las 675,000 ha en Centro América y el Caribe en 1996/97, y que el uso de esta semilla mejorada resultó en una producción adicional de 120,000 t de maíz ese año (Cuadro 17). Esta producción adicional se valora en aproximadamente \$21 millones, \$16 millones en Centro América y \$5 millones en el Caribe. Una proporción importante de estos beneficios ocurren en El Salvador, Guatemala y Honduras, los países con mayor superficie de maíz producida con semilla mejorada.

Cuadro 17. Estimación aproximada de los beneficios brutos generados por el uso de semilla mejorada de maíz en Centro América y el Caribe, 1996/97

	Superficie con semilla mejorada en 1996, comercial y reciclada (000 ha) (1)			Producción adicional de maíz por uso de semilla mejorada (2) (000 t)	Valor de la producción adicional (3) (millones \$)
	VPL	Híbridos	Total		
Centro América	175.0	326.6	501.6	91.6	16.02
Costa Rica	0.5	6.1	6.6	1.3	0.23
El Salvador	4.6	140.5	144.8	28.8	5.03
Guatemala	36.0	108.1	144.2	27.0	4.73
Honduras	85.8	34.3	120.1	19.7	3.45
Nicaragua	46.6	3.6	50.3	7.7	1.35
Panamá	1.4	33.8	35.2	6.97	1.22
Caribe	123.6	49.7	173.3	28.5	4.98
Cuba	35.3	49.7	85.0	15.2	2.67
R. Dominicana	28.0	0.0	28.0	4.2	0.74
Haití	59.8	0.0	60.3	9.0	1.57
C. A. y el Caribe	296.6	376.3	674.7	120.0	21.00

- (1) La superficie de maíz con semilla mejorada, es estimada multiplicando la superficie con semilla comercial de VPL por tres (asume un período de reciclaje de las VPL de tres años), y agregándole la superficie con semilla comercial de híbridos (ver Cuadro 20).
- (2) La producción adicional de maíz como consecuencia del uso de semilla mejorada, se estima suponiendo una ventaja de rendimiento de 150 kg/ha para las VPL y 200 kg/ha para los híbridos, y multiplicando por la superficie con este tipo de semillas, respectivamente.
- (3) Estimada usando un precio promedio del maíz de US\$ 175 / t, y multiplicando por la producción adicional de maíz por el uso con semilla mejorada.

Fuente: Estimaciones del autor.

Estos datos, cuando se comparan con los costos de investigación en maíz en la región, sugieren que esta es una inversión muy rentable de los programas públicos nacionales y las empresas privadas. Estos datos, aunque no son completos ni exactos, deben compararse con inversiones alternativas en otras actividades y/o rubros del sector agrícola (y no agrícola), para decidir en cuál sector realizar finalmente las inversiones públicas. Sin embargo, aunque no se cuenta con datos de otros rubros, estos resultados indican que, al hacer las comparaciones con actividades alternativas, la inversión en mejoramiento de maíz resultaría provechosa. Por ejemplo, en Centro América se ha estimado que el valor del beneficio bruto de usar semilla mejorada de maíz en 1996 fue aproximadamente US \$16 millones (Cuadro 17), y la inversión total en investigación en maíz llevada a cabo ese año por las organizaciones públicas y privadas fue de solamente US \$0.9 millones (Cuadro 3), lo que resulta en una relación de beneficio: inversión de 18:1 para ese año. En la región del Caribe, las respectivas cifras son \$5.0 millones de beneficios y \$0.18 millones de inversión, para una relación beneficio: inversión de 28:1 en ese año.

Debe notarse claramente, que estas no son estimaciones tradicionales de relación beneficio: costo en el largo plazo, ni una indicación exacta de la tasa de retorno obtenida

en la inversión en investigación en maíz a través de los años. Sin embargo, las figuras nos proporcionan una idea de que, en general, parece rentable invertir en mejoramiento de maíz en la región, y que, seguramente, las tasas de retorno de esta inversión son muy elevadas, si se hiciera el análisis completo a largo plazo. Para realizar este análisis a largo plazo, es necesario estimar los costos de la inversión inicial en investigación, y a través de los años, de los programas nacionales y el CIMMYT, las curvas de adopción de las tecnologías, y los beneficios anuales por la producción adicional de maíz como resultado del uso de semilla mejorada. Tomando en cuenta que las tasas de uso de semilla mejorada en Centro América y el Caribe, son aún extremadamente bajas (ver Cuadro 16), estos beneficios serían mucho más elevados si se logra aumentar estas tasas a niveles, por ejemplo, del 50% de la superficie total de maíz.

Finalmente, la superficie de maíz plantada con materiales públicos y privados que contienen germoplasma de CIMMYT es de 322,000 ha en Centro América y 44,000 ha en el Caribe para un total de 366,000 ha en toda la región, sin tomar en cuenta la superficie con semilla reciclada (Cuadro 18). Aproximadamente el 84% de la superficie de maíz producida con semilla comercial en Centro América, y el 36% en el Caribe, están plantadas con variedades e híbridos que contienen germoplasma de CIMMYT. En general, para toda América Latina, el 77% de toda la superficie de maíz estaba plantada con

Cuadro 18. Superficie de maíz plantada con semilla comercial que contiene germoplasma de CIMMYT, Centro América y el Caribe, 1996/97

	Superficie de maíz con semilla comercial de materiales que contienen germoplasma de CIMMYT (000 ha)	Superficie de maíz con materiales que contienen germoplasma de CIMMYT como % de:	
		Superficie total de maíz	Superficie con semilla comercial
Centro América	321.8	19.6	83.6
Costa Rica	6.3	47.4	100.0
El Salvador	118.5	40.4	83.5
Guatemala	101.4	17.6	84.4
Honduras	59.4	14.6	94.4
Nicaragua	18.2	6.5	94.8
Panamá	18.1	24.8	52.8
Caribe	44.1	11.5	36.3
Cuba	40.2	47.3	50.1
Rep. Dominicana	1.7	4.0	8.0
Haití	2.2	0.9	11.1
México	1,451.2	18.7	95.4
Centro América, Caribe, México	1,817.1	18.5	89.6
Zona Andina	921.0	39.4	88.7
Cono Sur	8,210.5	46.0	73.1
América del Sur	9,131.5	45.2	74.4
AMERICA LATINA	10,948.5	38.5	76.6

Fuente: Encuesta de impacto de maíz del CIMMYT, 1997.

variedades e híbridos que contienen germoplasma de CIMMYT en 1996. Esto es una muestra de como los programas nacionales pueden trabajar en conjunto con los organismos internacionales de investigación, para lograr avances significativos en la ciencia, y favorecer a los productores agrícolas. La relación de los programas nacionales con el CIMMYT en investigación en maíz, permite además una mayor efectividad en el uso de los pocos recursos con que estos cuentan, al permitir la especialización de actividades de mejoramiento de cada organización. Por ejemplo, el CIMMYT desarrolla germoplasma hasta cierto grado de avance, y luego los programas nacionales hacen mejoramiento adicional a estos materiales, para obtener productos finales de superior calidad, y más adaptados a los ambientes de producción de interés en sus países. Es decir, el CIMMYT generalmente contribuye con material genético base avanzado, el cual es refinado o usado como insumo por los diferentes programas nacionales en el desarrollo de sus variedades e híbridos. Esto es, además de las actividades de asesoría, entrenamiento, e investigación en otras áreas como agronomía, que el CIMMYT desarrolla en la región. Esta relación puede considerarse entonces como exitosa, y un modelo para otras instancias de la investigación agrícola. Los efectos positivos de este tipo, que los programas de investigación de un país o de una región de un país, tienen en otro país o en otra región del mismo país, son objeto de un estudio que el CIMMYT está recién iniciando (CIMMYT 1997).

6. Conclusiones

De este análisis se desprende que los programas nacionales han tenido una larga historia de mejoramiento de maíz en la región de Centro América y el Caribe, y que aunque están pasando ahora por dificultades por los limitados recursos con que ahora cuentan, el impacto de su investigación en mejoramiento de maíz es significativo, aunque aún modesto. Se han desarrollado una cantidad impresionante de variedades e híbridos de maíz por los programas públicos de investigación desde 1966. Aunque al porcentaje de la superficie de maíz plantada con semilla mejorada en la región es bajo, el valor de la producción adicional de maíz por el uso de esta semilla mejorada es elevado, y sugiere que existe una gran oportunidad de resolver muchos de los problemas de déficits de producción de maíz en la región con sólo lograr un aumento en esos porcentajes de uso de semilla mejorada. Los programas nacionales de mejoramiento de maíz merecen un mayor apoyo, y la relación con los organismos como el CIMMYT deben continuar y fortalecerse, para bien de los productores de maíz de la región.

Los resultados obtenidos aquí, también confirman las tendencias que se detectaron a principios de la década de los 90 sobre el limitado uso de semilla mejorada de maíz en la región. Esto indica que un tema importante de investigación en la región de Centro América y el Caribe, es conocer mejor los factores que influyen en la adopción de tecnologías de maíz, especialmente semilla mejorada. Este tema debe ser abordado por los programas nacionales para identificar los reales 'cuellos de botella,' y permitir definir estrategias efectivas para superarlos. Ya no es suficiente que sigamos mencionando la ineficiencia de los sistemas públicos de producción de semilla, y otros argumentos de esa índole, como explicación para los bajos niveles de adopción de semilla mejorada de maíz en la región. Es posible que tengamos que considerar otros posibles factores, como pueden ser la importancia de las tecnologías mismas para el tipo de agricultores en la región, las costumbres de los productores de maíz, y las razones para producir maíz de nuestros agricultores, entre otras. Es posible que, después de un cuidadoso análisis, lleguemos a la conclusión de que en muchos de los sistemas de maíz en Centro América

y el Caribe, no existe mayor posibilidad de que los agricultores usen las denominadas semillas mejoradas, porque existen razones no económicas por las cuales ellos siguen con los sistemas tradicionales, sin uso de semilla mejorada. Esto nos daría una mejor perspectiva de hacia dónde orientar los esfuerzos de investigación, especialmente mejoramiento, y también a basar las estimaciones de uso potencial de semilla mejorada de maíz, en los sectores relevantes y en cifras más realistas.

Otra conclusión importante que se puede obtener de estos resultados, es que dadas las realidades actuales, los programas nacionales de investigación deben estar bien fortalecidos para poder aprovechar los productos de tecnologías producidas en otras regiones u otros actores, como se ha demostrado en otros países (ver, por ejemplo, Pray *et al.* 1998). Así, los programas públicos de mejoramiento deben mantenerse a niveles mínimos necesarios pero con mucho mayor apoyo logístico que el actual, de manera que les permita extraer un más efectivo provecho a estas oportunidades. Debe también estudiarse la conveniencia de mantener programas públicos de mejoramiento en países donde la superficie de maíz es extremadamente pequeña y en vías de desaparecer, o si es mejor invertir esos recursos públicos en otras actividades de mayor retorno. Los proyectos de las organizaciones internacionales de cooperación técnica, deben también enfatizar aquellas áreas donde se puede alcanzar un mayor y más inmediato impacto en el uso de tecnología mejorada, es decir en la difusión de tecnología genética de maíz en forma oportuna y barata para los agricultores. Los programas regionales de mejoramiento, permiten también una mayor eficiencia a la investigación, aprovechando las similitudes de los ambientes de producción de maíz entre países y haciendo un mejor uso de los escasos recursos disponibles, por lo que también deben fortalecerse.

Bibliografía

- Byerlee, D.; P. Moya 1993. Impacts of international wheat breeding research in the developing world: 1966-90. México D.F.: CIMMYT. 87 p.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 1997. International spillovers of research in Latin America and the Caribbean. Documento interno del Programa de Economía. México D.F.: CIMMYT. 20 p.
- López Pereira, M.A. 1993. Efectos de cambios de políticas agrícolas en la investigación en mejoramiento de maíz en Centro América y México. Presentado en la XXXIX Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA). Marzo 28 - Abril 3 de 1993. Guatemala, Guatemala. 10 p.
- López Pereira, M.A.; M. Morris 1994. Impacts of international maize breeding research in the developing world: 1966-90. México D.F.: CIMMYT. 58 p.
- López Pereira M.A.; M. Filippello 1995. Emerging roles of the public and private sectors of maize seed industries in the developing world. Documento de Trabajo 95-01. Programa de Economía. México D.F.: CIMMYT. 84 p.
- López Pereira, M.A. 1995. Las industrias de semilla de maíz de Centro América y México: Relaciones entre los sectores público y privado. *Agronomía Mesoamericana*. 6:157-168.
- López Pereira, M.; J.C. García 1997. Las industrias de semilla de maíz de Brasil y México: Desempeño pasado, temas actuales, y retos para el futuro. Documento de Trabajo 97-02. Programa de Economía. México D.F.: CIMMYT. 50 p.
- López Pereira, M.A. 1997. Las regiones de laderas tropicales de América Latina: Estado actual y retos para su desarrollo sostenible hacia el año 2020. En, Niedecker-González O. y S.J. Scherr. *Desarrollo Agrícola, Sostenibilidad de los Recursos Naturales*

- y Reducción de la Pobreza en América Latina: El Papel de las Regiones de Laderas. Memoria de la conferencia celebrada del 4 al 8 de Diciembre de 1995 en Tegucigalpa, Honduras. Washington D.C. y Feldafing, Alemania: IFPRI y DSE. pp 55-84.
- Morris, M. L. 1998. Overview of the world maize economy. Capítulo 2 en: Morris, M. (editor). *Maize Seed Industries in Developing Countries*. Boulder, Colorado: Lynne Rienner Publishers. pp 13-34.
- Morris, M.; J. Rusike; M. Smale 1998. Maize seed industries: A conceptual framework. Capítulo 3 en: Morris, M. (editor). *Maize Seed Industries in Developing Countries*. Boulder, Colorado: Lynne Rienner Publishers. pp 35-54.
- Pray, C.; S. Rozelle; J. Huang 1998. China. Capítulo 19 en: Morris, M. (editor). *Maize Seed Industries in Developing Countries*. Boulder, Colorado: Lynne Rienner Publishers. pp 335-351.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 1997. Informe sobre Desarrollo Humano 1997. Madrid, España: Mundi-Prensa. 262 p.
- Risopoulos, J. y M. Morris 1998. Genetic change in farmer-recycled seed: Implications for estimating impacts in maize breeding research. (en imprenta) Documento de Trabajo. Programa de Economía. México D.F.: CIMMYT. 30 p.

BENEFICIOS ECONOMICOS DE LA COOPERACION EN INVESTIGACION: EL CASO DEL PROGRAMA REGIONAL MAIZ

Miguel I. Gómez

1. Introducción

La inversión en investigación agrícola se incrementó substancialmente durante el período entre 1960 y el comienzo de los 80, período en el cual la Revolución Verde generó una cierta expectativa de altos retornos y altos beneficios sociales. En contraste, a partir de mediados de la década de los 80 la inversión decreció en algunos casos en forma drástica (Maredia y Byerlee 1996; Alston *et. al.* 1998). Esta caída de la inversión sugiere que durante este último período, los retornos no fueron tan altos como en el pasado y que los recursos financieros para la investigación eran más escasos. Esto obligó a las instituciones a enfocar sus prioridades de investigación hacia la obtención de una mayor eficiencia de los esfuerzos en investigación. Es por esto, que en la actualidad, demostrar los retornos pasados y potenciales de la investigación es un paso crítico para justificar la existencia misma de las instituciones públicas en las naciones en vías de desarrollo.

Cuando los recursos para investigación se hacen más escasos y a la vez existen rápidos cambios institucionales, se vuelve importante considerar a presencia de efectos de desborde tecnológicos (del inglés: *technology spillovers*). Los efectos de desborde tecnológicos se definen como transferencias o adopción de nuevas tecnologías en un nuevo ambiente (Byerlee and Traxler 1996). Estos efectos ocurren cuando un país o región recibe los beneficios de tecnologías originados en otros países o regiones. La omisión de este tipo de efectos externos puede llevar a estimaciones erróneas de las tasas de retornos a la inversión en investigación (Griliches 1958) y por lo tanto a decisiones equivocadas respecto a la asignación de recursos. Esto es particularmente importante en contextos donde una amplia variedad de instituciones (pública, privadas, nacionales e internacionales) toman parte de las actividades de investigación.

Los efectos de desborde pueden resultar del proceso natural del cambio tecnológico o pueden ser una consecuencia de la estrategia de investigación. Un ejemplo de esto último es el caso de las iniciativas de redes de investigación entre países que potencialmente comparten los resultados de la investigación. En particular, este trabajo estudia el caso del *Programa Regional de Maíz para Centro América y el Caribe* (PRM). El PRM es una red de colaboración en investigación de maíz que engloba a de nueve países de

Centro América y el Caribe (CAC)⁸ que trabaja con el apoyo del CIMMYT, y que cuenta con sus propias reglas y estatutos. El CIMMYT actúa como agencia de apoyo técnico a través de sus oficinas en Guatemala y Costa Rica, mientras que los países participantes ejecutan los proyectos de investigación. Las actividades del PRM, comenzaron en 1976 y sus productos se concentran en el desarrollo de germoplasma mejorado, en el desarrollo de tecnologías de manejo sostenible de los sistemas de cultivos, en la evaluación económica *ex-ante* y *ex-post* de las nuevas tecnologías y en la capacitación de los científicos nacionales. La cooperación en investigación agrícola entre los países del PRM intenta facilitar el flujo de tecnologías entre los miembros con el soporte técnico del CIMMYT. El impacto de este tipo de iniciativas de cooperación ha recibido poca atención en el pasado a pesar de su potencial para aliviar la brecha que dejan los declinantes presupuestos públicos destinados a la investigación agrícola.

En este trabajo se estiman los beneficios generados por las actividades de colaboración en investigación en el mejoramiento genético del maíz en CAC realizadas por el PRM. Aunque el PRM realiza investigación en varias áreas científicas, este trabajo se concentra en el impacto relacionado con el cambio técnico asociado con el germoplasma mejorado de maíz. El estudio enfoca dos preguntas relacionadas con el cambio técnico: 1) ¿Existen incentivos económicos para que los gobiernos en países en vías de desarrollo cooperen en investigación agrícola? O lo que es equivalente: ¿los proyectos de cooperación establecidos a través del PRM han aumentado la eficiencia financiera de la investigación pública en investigación, y 2) ¿Cuál es el volumen de los efectos de desborde tecnológicos en la región?

Para abordar estas preguntas este trabajo comienza con una breve descripción del enfoque metodológico usado, para luego discutir los resultados poniendo énfasis en el impacto del PRM en la región y en la medición de los efectos de desborde. Finalmente la experiencia del PRM es analizada en un contexto más amplio considerando la nuevas circunstancias que enfrentan los Sistemas Nacionales de Investigación Agropecuaria (SNIA) en los países en vías de desarrollo.

2. Metodología y Fuente de Datos

Los objetivos de modelo estadístico que se propone en este trabajo son medir los efectos de desborde del germoplasma mejorado de maíz en la región, particularmente aquellos generados por el PRM, y demostrar cómo la cooperación en investigación ha mejorado la eficiencia financiera de la investigación pública en la agricultura.

El núcleo del modelo consiste en la elaboración de una clasificación del germoplasma de maíz de acuerdo con su origen institucional considerando que instituciones produjeron el germoplasma, cuales llevaron a cabo el proceso de mejoramiento, y cuáles realizaron la adaptación y el filtrado de la nueva tecnología. Dentro de esta clasificación (que incluye instituciones públicas, privadas, nacionales e internacionales) la institución clave para evaluar la cooperación es el PRM. Seguidamente se elaboró una base de datos con rendimientos experimentales para estimar estadísticamente parámetros que reflejen ventajas o desventajas de rendimientos entre germoplasma de diferentes orígenes.

8 Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, Nicaragua, y Panamá.

El modelo explica los rendimientos experimentales como una función del origen institucional controlando por características ambientales, climáticas, y genotípicas⁹ Estos datos combinados con los datos sobre tasas de adopción de germoplasma comercial proveen la base para el siguiente análisis de tres etapas: (i) la matriz de efectos de desborde potenciales permite examinar la posibilidad del intercambio de tecnología en CAC; (ii) un análisis de los impactos de la investigación en mejoramiento discriminado por origen institucional; (iii), un estudio financiero para calcular la tasa interna de retorno (TIR) para comparar el papel del PRM en la región y analizar la prevalencia de los efectos de desborde tecnológicos en la región.

2.1 Clasificación del germoplasma de acuerdo a su origen institucional

Dadas las variables de control explicadas anteriormente, la variable clave para estimar económicamente los efectos de desborde tanto potenciales como reales es el origen institucional (representada como INST en el modelo estadístico). Esta variable caracteriza la historia de cómo una variedad fue desarrollada. En otras palabras, clasifica el germoplasma comercial de acuerdo con los arreglos institucionales que le dieron origen. La Tabla 1 describe los criterios usados para esta clasificación institucional. De acuerdo con estos criterios se distinguieron siete categorías que van desde instituciones simples que llevan a cabo un proceso de mejoramiento completo hasta arreglos institucionales complejos en los cuales, tres instituciones participan en diferentes etapas del proceso que lleva a la producción del material comercial. Así, los proyectos del PRM aparecen en dos categorías, una en la cual el mejoramiento fue realizado a través de proyectos colaborativos usando poblaciones básicas del CIMMYT (categoría: CIMMYT-PRM) y en otra en la cual las poblaciones básicas del CIMMYT fueron usadas para desarrollar líneas puras por algún proyecto del PRM o por el sector privado (categoría CIMMYT-PRM-PRIVADO).

La Tabla 2 muestra la clasificación institucional del germoplasma comercial usado en CAC en 1996 así como el total sembrado en ese año en cada categoría¹⁰ El área total sembrada en 1996 con variedades mejoradas (VM) fue de aproximadamente 450,000 ha en CAC. No es de sorprender que de ellas sólo una pequeña proporción (menos del 25%) corresponde a germoplasma desarrollado por una sola institución. Este hecho se explica ya que la especialización dentro del proceso de investigación aumenta las posibilidades de obtener nuevas tecnologías siempre y cuando cada una de las instituciones participantes explote sus ventajas comparativas. La Tabla muestra también que los materiales clasificados como CIMMYT-PRM ocupan el 40% del total del área sembrada con VM seguida en importancia por la categoría CIMMYT-SNIA con el 25%. Es de notar que la superficie sembrada con materiales desarrollados por el conjunto de instituciones representadas por la categoría CIMMYT-PRM-PRIVADO alcanza las 20,000 ha, cifra interesante, ya que los materiales dentro de esta categoría son relativamente nuevos (liberados desde 1993). Se espera que en el futuro la participación de este tipo de alianza se expanda a medida que los vínculos entre el sector privado y el sector público se fortalezcan (Byerlee 1998).

9 El modelo econométrico usado se presenta en el Anexo.

10 La asignación de los materiales a cada clase se basó inicialmente en información obtenida de encuestas y posteriormente se corrigió sobre la base de discusiones con fitomejoradores del CIMMYT, particularmente con el Dr. Hugo S. Córdova, quien fungió como coordinador del PRM durante la segunda mitad de la década de los 80.

Tabla 1. Criterios para desarrollar una clasificación de los materiales de acuerdo con su origen institucional¹

Categoría	Propiedad (privada/pública)	Quien desarrollo el germoplasma básico?	Quien desarrolló las líneas puras (Híbridos), o quien mejoro el germoplasma básico?	Quién realizó las pruebas de campo del germoplasma mejorado?
SNIA	Pública	Programa Nacional	Programa Nacional	Programa Nacional
PRIVADA ²	Privada	Germoplasma en propiedad	Mejoramiento hecho por firmas privadas	Firmas privadas
CIMMYT-SNIA	Pública	Germoplasma básico de las poblaciones de CIMMYT	Los programas nacionales realizan algún grado de mejoramiento (adaptación) pero el CIMMYT participó en el desarrollo de líneas puras o mejoramiento poblacional	Programa Nacional
CIMMYT-PRM	Pública/Privada	Germoplasma básico de las poblaciones de CIMMYT	Proyectos colaborativos entre el PRM, y CIMMYT proveyeron la asistencia técnica y los PN ejecutaron los proyectos.	Proyectos colaborativos
CIMMYT-PRIVADA ²	Privada	Germoplasma básico de las poblaciones de CIMMYT	Una combinación de firmas privadas desarrollan las líneas puras con el uso directo de una o mas líneas puras de CIMMYT	Firmas privadas
CIMMYT-PRM-PRIVADA ²	Publica/Privada	Germoplasma básico de las poblaciones de CIMMYT	Algunas líneas puras desarrolladas por el PRM y otras por firmas privadas.	PRM y firmas privadas
TRADICIONAL		Germoplasma local	Procesos de mejoramiento de los agricultores	ninguno

1 Esta clasificación se basa en Morris y López Pereira (1997) y en discusiones con el Dr. H. Córdova, fitomejorador de maíz del CIMMYT y previamente coordinador del PRM.

2 Las firmas privadas no invierten en mejoramiento destinado a obtener VPL, por lo que la clasificación sólo se refiere a materiales híbridos.

Tabla 2. Clasificación del germoplasma comercial de acuerdo a su origen institucional

Tipo de institución	Area sembrada en 1996 (1,000 ha)	Nombre comercial
SNIA	64.7	T-66, Francés Largo Mejorado, VS T-6, T-91, Ti Bourik, Francisco Mejorado, Gibera Mejorado, VS T-5
PRIVADO ²	52.1	B-833, X-304 C, HS-3, C-385, Chicken Corn, 3018, 3098, 3086, P-3005, 3031, 3078
CIMMYT-SNIA	107.6	Los Diamantes 8043, FR-28, A-7926, Loyola-86, UNPHU-301C, FR-26, H-5, H-53, H-17, H-57, ICTA B-1, La Maquina 7827, CENTA Pasaquina, Guayape, Hondureño Planta Baja, Guarare
CIMMYT-PRM	181.7	HS-5G, HB-83, NB-6, Pichilingue, T-311, T-444, Honduras B-104, H-3M, Honduras H-29, H-56, P-8916, NB-100
CIMMYT-PRIVADO	19.7	HR-5, HR-15, HR-17, 3001W, HR-12, HR-93, D-880, C-343, C-381, D-860, C-220, A-7573, Delfin, DK-888A, HR-2000
CIMMYT-PRM-PRIVADO	20.7	HS-7G, HS-4G, HS-6
TRADICIONAL		No aplicable

2.2 Matrices de efectos de desborde tecnológicos

Tal como se describe en el Anexo, la estimación de las matrices de los efectos de desborde potenciales y reales (realizados) requiere la explicación de la variabilidad del rendimiento como una función de variables ambientales (año y localidad), y de características del germoplasma (país de origen, institución de origen, tipo y uso). Con este propósito se construyó una base de datos con 5,148 observaciones de rendimientos experimentales, variables ambientales, el país donde se realizó el experimento, y el nombre del material. Es importante remarcar que para obtener mejores estimadores de las ventajas o desventajas en rendimiento, los datos solo incluyen materiales comerciales sembrados por los agricultores. La Tabla 3 resume los rendimientos experimentales usados en el estudio. Para cada país e institución de origen, se presentan el promedio y las desviaciones estándar de los rendimientos experimentales. Los datos muestran que los rendimientos entre países van desde 3.62 y 5.29 t/ha. En cuatro casos de siete, el rendimiento de las variedades originadas por la combinación CIMMYT-PRM-PRIVADA supera al de los demás arreglos institucionales (en Guatemala, Honduras, Nicaragua, y Panamá). En el Caribe y El Salvador los materiales desarrollados por los SNIA y por el arreglo CIMMYT-SNIA (esto es materiales desarrollados localmente) presentan los rendimientos más elevados mientras que en Costa Rica, los materiales generados por el sector privado presentan los rendimientos más altos. Como era de prever los materiales tradicionales tienen los menores rendimientos en todas los países.

Estas estadísticas descriptivas ya pueden dar una idea de las ventajas y desventajas de materiales producidos a través de proyectos de colaboración. Los materiales CIMMYT-PRM tienen rendimientos superiores a los materiales originados localmente en la mayoría de los países con excepción de El Salvador y el Caribe. Considerando el promedio de los rendimientos por tipo de institución, las variedades del CIMMYT-PRM se colocan de segundo en tres casos (el Caribe, Costa Rica, y Guatemala), y de terceros en tres (Honduras, Nicaragua, y Panamá).

Sobre la base de esta comparación simple la contribución del PRM parece evidente. Sin embargo una primera impresión puede estar errada ya que se puede argüir que las diferencias observadas se pueden atribuir a otras causas asociadas con factores ambientales y otras características de los materiales. La cuestión entonces es obtener la contribución del origen institucional (particularmente aquella del PRM) manteniendo constantes los demás factores que afectan el rendimiento. Para ello se necesita un análisis sistemático y multivariado.

Una vez que se obtiene una clasificación correcta de las variedades por tipo de institución de origen (INST), se utiliza esta información para estimar las matrices de efectos de desborde potenciales y reales con el propósito de estimar las posibilidades de que un país importe germoplasma del exterior o que exporte germoplasma localmente desarrollado (Englander 1991; Maredia *et. al.* 1996). En el caso de CAC lo ideal sería comparar el germoplasma desarrollado en un país respecto al germoplasma foráneo. Desafortunadamente esto no se puede realizar ya que los productos terminados son, tal como se mostró en la clasificación realizada, el resultado de la interacción entre instituciones de diferente orígenes y carácter, públicos y privados, nacional e internacional. Más aún, la importancia de la influencia del germoplasma originado en CIMMYT en la región de CAC es de tal magnitud que casi ninguno de los países tiene materiales producido enteramente por ellos mismos. La mejor aproximación para definir a un material como producido domésticamente es considerar así al germoplasma terminado elaborado por el SNIA utilizando germplasma de CIMMYT, ya que la mayor parte del proceso de mejoramiento es realizado en forma local (variable CIMMYT-SNIA en la clasificación institucional).

Es decir que, exceptuando el caso de la región de el Caribe (en donde las tecnologías son enteramente producidas localmente) la variable CIMMYT-SNIA se comporta como una buena aproximación del germoplasma producido localmente. En la estimación de la matriz de efectos potenciales no se incluye la categoría institucional que representa a los materiales tradicionales (variable TRADICIONAL). La razón es que esta matriz está dirigida a comparar el desempeño de las VM de acuerdo con su origen institucional. Por otro lado los materiales tradicionales serán críticos para estimar los coeficientes de las ventajas de rendimientos en la estimación del impacto de la investigación¹¹.

2.3 Impactos de la investigación por tipo de institución

El cálculo del impacto económico de la investigación por tipo de institución se relaciona a la estimación de la matriz de efectos de desborde reales. El modelo estadístico necesario para realizar este análisis es similar al descrito en la sección anterior. La diferencia radica en que la variable indicadora TRADICIONAL se incorpora en la estimación del modelo. La clave es que a través de esta variable se estima la ventaja en rendimiento de cada categoría institucional respecto a los materiales locales sin mejorar.

¹¹ Sin embargo, los agricultores que usan variedades tradicionales también realizan algún grado de mejoramiento de sus cultivos en el campo.

Tabla 3. Rendimientos experimentales y varianzas de acuerdo con la clasificación institucional para los países de CAC.

	SNIA	Otros SNIA	SNIA-CIDMYT	PRIVADO	CIDMYT- PRM	-PRIVADO	CIDMYT- PRM- PRIVADO	LANDRACES	Total
<i>Caribe</i>									
No. observaciones	9	44	12	19	47	23	8	77	239
Media (100 kg/ha)	4.93	3.64	3.88	3.45	4.33	3.64	4.3	2.95	3.62
Desviación Est..	1.44	1.03	1	1.58	0.94	1.34	1.67	0.91	1.22
<i>Costa Rica</i>									
No. observaciones	0	61	16	47	101	72	16	74	387
Media (100 kg/ha)	0	5.58	4.71	6.31	5.95	5.99	5.22	2.98	5.29
Desviación Est.	0	1.89	1.02	1.8	2.02	1.9	1.62	0.95	2.09
<i>El Salvador</i>									
No. observaciones	0	32	67	53	140	149	12	75	528
Media (100 kg/ha)	0	3.55	4.54	4.29	4.02	4.4	3.32	3.07	4.04
Desviación Est..	0	1.67	1.01	1.16	1.31	1.37	1.86	0.89	1.35
<i>Guatemala</i>									
No. observaciones	0	284	30	200	501	548	88	189	1840
Media (100 kg/ha)	0	4.86	3.67	5.11	5.11	5.14	5.59	2.75	4.84
Desviación Est.	0	2.02	2.2	1.82	1.87	1.85	1.82	1.26	1.98
<i>Honduras</i>									
No. observaciones	0	169	6	80	261	290	61	136	1003
Media (100 kg/ha)	0	4.85	5.77	5.35	5.42	5.54	6.02	3.64	5.15
Desviación Est.	0	1.76	1.28	1.9	1.88	1.99	1.67	1.62	1.96
<i>Nicaragua</i>									
No. observaciones	0	109	0	51	186	162	35	105	648
Media (100 kg/ha)	0	4.5	0	3.77	4.74	5.19	5.21	3.08	4.49
Desviación Est.	0	1.67	0	1.81	1.82	1.75	1.93	0.85	1.81
<i>Panamá</i>									
No. observaciones	0	90	15	50	124	103	16	105	503
Media (100 kg./ha)	0	4.43	4.52	4.44	4.66	5.1	5.73	3.02	4.37
Desviación Est.	0	1.35	0.92	1.91	1.49	1.35	0.99	1.16	1.58

La estimación de los impactos a la investigación requiere calcular el desplazamiento porcentual horizontal de la curva de oferta usando los resultados del modelo estadístico. Mediante el uso de las tasas de adopción es posible determinar el impacto de cada uno de los orígenes institucionales. Este marco de análisis no solo permite la estimación de los efectos de desborde reales sino también la estimación de los beneficios generados por la investigación en mejoramiento de maíz en los países de CAC.

La estimación de los efectos reales implica el uso de gran cantidad de información sobre los experimentos, parámetros del mercado y características sobre el sector de producción de maíz específicas de cada país. La obtención de efectos de desborde reales y confiables facilita el análisis de la investigación en mejoramiento y la identificación de efectos de desborde tecnológicos provenientes del exterior (*spillins*) recibidos por los países de CAC de acuerdo con el tipo de institución que genera la innovación. El paso siguiente es la incorporación de los costos de investigación en el análisis para estimar y comparar la eficiencia financiera de la colaboración en investigación con respecto a la investigación autónoma de los países.

2.4 Análisis de costo - beneficio

Este trabajo propone tres análisis diferentes respecto a la tasa interna de retorno (TIR) de la inversión en investigación en mejoramiento de maíz: una comparación de los retornos respecto a la inversión pública en CAC con y sin tener en cuenta los efectos de desborde, y un tercer análisis de la tasa de retorno a la inversión en el PRM. Por lo tanto este ejercicio requiere de datos sobre los flujos de costos y beneficios en cada uno de los países. Los retornos a la inversión en mejoramiento de maíz, se estiman sobre la base de los beneficios generados en el periodo 1990-1996 y se supone que existe un rezago de 10 años entre la fecha de inicio de la inversión en la investigación y el inicio del flujo de beneficios (López Pereira y Morris 1994; Traxler *et al.* 1998).

Para ello primero se necesita ensamblar una serie temporal de la inversión hecha en mejoramiento genético de maíz del PRM. Los gastos del PRM en mejoramiento se construyeron de tres fuentes diferentes: a) financiamiento de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) para el periodo 1980-96 para financiar los costos operativos de los proyectos colaborativos del PRM; b) el número de científicos del CIMMYT que proveyeron asistencia técnica al PRM durante el periodo 1980-96; y c) número de fitomejoradores de los SNIA que ejecutaron los proyectos colaborativos del PRM. Los beneficios económicos se calculan directamente como resultados del impacto. Se debe notar que es posible identificar los orígenes institucionales de dichos impactos para cada país y de esa manera diferenciar entre el impacto de la inversión local y aquel debido a los efectos de desborde.

Un análisis de costo - beneficio que ignore los efectos de desborde implica que la totalidad de los beneficios se le atribuyen al programa nacional independientemente de su origen institucional. Mientras que si el análisis los toma en cuenta, entonces se los excluye de la contabilidad de los beneficios y la TIR será menor que aquella calculada ignorando estos efectos. De esa manera se obtiene una medida más acertada de los impactos de la investigación. Además, la estimación de la TIR para la inversión en el PRM permite el análisis de si la cooperación aumenta o no la eficiencia financiera de la inversión en actividades de investigación.

3. Resultados

3.1 Efectos de desborde potenciales

La Tabla A1 en el Anexo presenta los resultados de estimar el modelo usado para determinar los efectos de desborde potenciales para cada país y por tipo de institución. Las columnas muestran los resultados por países y las filas las variables independientes.

La variable clave en este modelo es aquella que representa el origen CIMMYT-PRM. El coeficiente de la variable indicadora asociada con el origen institucional muestra la ventaja (o desventaja) en términos de rendimientos del material originado por la institución i respecto a los materiales originados en los propios países (en 100 kg/ha). La hipótesis de que el germoplasma comercial producido a través de proyectos de colaboración tiene el potencial de ser adoptado en el país j requiere que el coeficiente no sea negativo. En seis de los siete países el coeficiente resultó estadísticamente diferente de cero y sólo en uno de los casos (El Salvador) resultó negativo. Este último resultado se explica por el fuerte compromiso de ese país con el desarrollo de híbridos durante los años 80 con efectivo apoyo de CIMMYT. Este fuerte apoyo de CIMMYT a El Salvador le permitió a ese país desarrollar exitosamente materiales adaptados a sus condiciones agroecológicas. Estos materiales son de más de 10 años de antigüedad y han perdido su resistencia a enfermedades. Además el programa de maíz en ese país se ha reducido dramáticamente en los últimos años lo que sugiere que en el futuro cercano los materiales del PRM pueden superar al germoplasma desarrollado por el SNIA de El Salvador. Los resultados de la Tabla A1 muestran que el PRM tiene un gran potencial para mejorar los impactos económicos de la investigación y que el germoplasma generado en colaboración es adecuado para todos los países miembros de la red.

Como un todo, las implicaciones de estos resultados sugieren que los efectos de desborde potenciales son altos en toda la región. Esto es una indicación de que los países pueden adoptar germoplasma generado en cualquier otro país de la región. Al mismo tiempo, los resultados apoyan la hipótesis de que los países se pueden beneficiar de la colaboración en proyectos de mejoramiento a través de mecanismos como el PRM. Dado que los SNIA en CAC tienen diferentes ventajas comparativas en la investigación, la colaboración ha permitido explotar los beneficios de la especialización en investigación. Mas aún, la región podría no solo beneficiarse de la especialización en la investigación sino también generar economías de escala que reduzcan los costos medios de la investigación en mejoramiento. Estos aspectos se tratan con mayor detalle más adelante, cuando se analizan los efectos de desborde reales en la región y se examinan los impactos asociados con la inversión en investigación.

3.2 Modelo estadístico para estimar el impacto por tipo de institución

La Tabla A2 en el Anexo, presenta los resultados de estimar el modelo dirigido a determinar los efectos de desborde reales y el impacto de la investigación por tipo de arreglo institucional. Las variables claves en este caso, son aquellas que representan el origen institucional del germoplasma terminado. La hipótesis de que las VM (por origen institucional) superan en rendimiento a las variables tradicionales no mejoradas (TRADICIONAL es la variable categórica institucional omitida) requiere coeficientes estadísticamente

positivos para estas variables. Estos coeficientes representan ventajas (en 100 kg/ha) de la VM sobre las variedades tradicionales no mejoradas y su análisis es la clave para llevar a cabo el análisis de la estimación del impacto.

En la mayor parte de los casos los coeficientes son positivos y estadísticamente significativos con valores que van desde 4.2 a 26.8 proveyendo una estimación confiable de la ventaja en rendimiento de las VM respecto a los materiales no mejorados a nivel experimental. Los coeficientes asociados con la variable CIMMYT-PRM son positivos y estadísticamente significativos en todos los modelos con valores que van de 9.0 a 20.9. Esto sugiere la presencia de impactos positivos para la colaboración regional lo que será confirmado cuando se calculen los efectos de desborde reales. Solamente en el Caribe los coeficientes asociados con la variable institucional PRIVADO resultaron no diferentes de cero reforzando el argumento de que el sector privado no ha invertido en el desarrollo de germoplasma adaptado a las condiciones de esta región quizás por la falta de incentivos económicos. También, los coeficientes asociados a la variable CIMMYT-SNIA para Guatemala y Honduras resultaron no diferentes de cero. Una explicación para ello puede encontrarse en la relativa fortaleza de los programas nacionales y en el foco de la investigación en esos dos países. Guatemala es el país con el menor índice de apoyo logístico al investigador en maíz en la región (López Pereira 1998), y consecuentemente las tecnologías desarrolladas en forma cooperativa han sido más exitosas en mejorar los rendimientos. Mas aún, Guatemala es el líder del programa de desarrollo de híbridos de alto rendimiento en el PRM lo que sugiere que ese país tiene ventajas comparativas para enfocarse en la investigación en mejoramiento. En el caso de Honduras la causa puede encontrarse en el enfoque de la investigación. En ese país casi el 60% de la producción de maíz se realiza en las laderas, el porcentaje mayor para CAC (Barreto 1998, comunicación personal). Es natural que el programa nacional de Honduras haya concentrado sus esfuerzos en aspectos agronómicos en vez de en mejoramiento para atender las necesidades de los agricultores de las laderas. Se puede argüir entonces que Honduras ha acordado tácitamente usar germoplasma generado a través de la colaboración en investigación. De hecho Honduras es el país líder en investigación agronómica del PRM.

En general los resultados presentados en la Tabla A2 proveen una medida confiable de las diferencias en rendimientos a nivel experimental de acuerdo con los diferentes arreglos institucionales respecto a las variedades tradicionales no mejoradas. Además, los resultados sugieren que los materiales originados por los arreglos CIMMYT-PRM-PRIVADO y CIMMYT-PRM producen los rendimientos mas altos en la región. Estos hallazgos tienen importantes implicaciones para la investigación en mejoramiento de maíz en CAC y serán examinados más de cerca cuando se analicen los efectos de desborde reales. El próximo paso es usar los coeficientes estimados de ventajas en rendimientos para analizar los efectos de desborde realizados en la región durante 1996.

3.3 Efectos de desborde reales e impacto de la investigación

La Tabla 4 presenta los beneficios de la investigación en mejoramiento de maíz por origen institucional en 1996 medidos como el cambio en el excedente económico (EE). Considerando a la región como un todo, el cambio en el excedente económico fue cercano a 78 millones de dólares. El impacto del CIMMYT-PRM fue el mayor con un 38% del total seguido de CIMMYT-SNIA (18%), SNIA (15%), PRIVADO (15%), CIMMYT-PRM-PRIVADO (7%), y CIMMYT-PRIVADO (7%).

Tabla 4. Impacto de la investigación en maíz en 1996 medido por el excedente económico clasificado por tipo de institución (en miles de \$ de 1996)

País o Región	CIMMYT-PRM	SNIA	PRIVADA	CIMMYT-SNIA	CIMMYT-PRIVADO	OTROS SNIA	CIMMYT-PRIVADO-PRM	Total
<i>Costa Rica</i>	1,033	-	501	63	1,612	-	331	3,540
<i>Caribe</i>	5,286	10,766	166	903	-	250	-	17,373
<i>El Salvador</i>	3,347	-	2,170	9,792	-	41	747	16,097
<i>Guatemala</i>	14,149	-	334	210	2,886	-	3,600	21,179
<i>Honduras</i>	2,630	-	832	706	433	-	32	4,634
<i>Nicaragua</i>	1,211	-	17	-	57	111	-	1,396
<i>Panamá</i>	171	-	6,508	858	35	-	-	7,572
Total por institución	27,828	10,766	10,529	12,935	5,024	771	4,710	71,793

Entonces, cuando se considera a CAC la investigación de origen público es responsable por casi el 70% de los beneficios. Entre los impactos de la investigación pública, los proyectos de colaboración (PRM) están de primeros, demostrando que la colaboración ha tenido un impacto importante durante el período de análisis.

Sin embargo, aunque el nivel del germoplasma de origen privado es todavía pequeño en la región, este se ha vuelto mas importante en los últimos años. Es interesante que el 15% de los beneficios se generen en arreglos institucionales entre organizaciones públicas y privadas (CIMMYT-PRM-PRIVADO, y CIMMYT-PRIVADO). Como se verá más adelante es probable que este tipo de arreglos se vuelva más y más importante en el futuro ya que los países están buscando estructuras de organización más comprensivas para realizar investigación en respuesta a los declinantes fondos públicos asignados a la investigación.

El examen de los impactos del mejoramiento por institución permite identificar tres diferentes grupos de países. En el primer grupo se encuentran Guatemala, Honduras, y Nicaragua, países en los cuales el impacto del PRM es predominante con respecto a otros arreglos institucionales (los beneficios atribuidos al PRM aportan el 66, 57, y 87 % del total respectivamente). En el segundo grupo están El Salvador y el Caribe, donde el germoplasma originado en los SNIA (Caribe) y en CIMMYT-SNIA (El Salvador) tienen el mayor impacto. Se debe notar sin embargo, que aún en estos países el impacto del PRM es importante, quedando en ambos casos en segundo término con 21 y 30 % del total de beneficios respectivamente. Un tercer grupo consiste en Costa Rica y Panamá, donde los materiales de origen privado contabilizan los mayores beneficios. En Panamá, por ejemplo, 87 % del total de beneficios vienen de materiales originados por el arreglo PRIVADO, mientras que en Costa Rica el germoplasma de origen CIMMYT-PRIVADO da cuenta del 46 % del total de beneficios.

Es interesante que el impacto del germoplasma originado por el PRM y el sector público sea mayor en aquellos países que producen maíz principalmente para consumo humano. Mientras que por el contrario los beneficios generados por el sector privado sean mayores en Costa Rica y Panamá, donde la demanda por consumo directo es menor en relación con la demanda para consumo indirecto. Esto no es de sorprender, ya

que la inversión pública se orienta a aumentar el bienestar social mientras que la inversión privada está más orientada a maximizar los beneficios.

Que sugieren estos resultados respecto al nivel de efectos de desborde en CAC? Ciertamente, el nivel de estos efectos no es solamente importante sino también predominante en la región. Las VM desarrolladas domésticamente (categorías SNIA y CIMMYT-SNIA) suman sólo 32 % del total de beneficios de la investigación, el resto puede ser atribuido a los efectos de desborde provenientes de: i) los proyectos en colaboración a través del PRM, ii) del sector privado, iii) del sistema de investigación externo, y iv) de combinaciones de estas instituciones. Si se examinan los efectos de desborde por países individuales, los resultados muestran que su contribución al impacto de la investigación es más del 90% en cinco de los países mientras que en El Salvador y el Caribe explican 39 y 28 % del total del impacto respectivamente. Más aún, los proyectos en colaboración a través del PRM (materiales CIMMYT-PRM) son los más importantes entre los arreglos institucionales que generan estos efectos de desborde. Los efectos de desborde originados por el arreglo institucional CIMMYT-PRM son además los mayores en aquellos países donde el sector de producción de maíz está menos orientado a la producción comercial ya que estos mercados no son muy atractivos para la inversión privada en investigación.

Otro hallazgo de la investigación es que la mayoría de los beneficios son originados mediante la interacción entre institutos públicos y privados, en vez de serlo por entidades individuales que desarrollan un programa de mejoramiento completo. Organizaciones públicas y privadas se están especializando cada vez más en diferentes etapas del proceso de investigación en donde la investigación pública se concentra principalmente en el desarrollo de poblaciones básicas y en las etapas iniciales del proceso de mejoramiento etapas en las cuales la probabilidad de éxito es baja y los productos obtenidos son productos intermedios no listos para uso comercial. Por el otro lado, la inversión privada juega un papel importante en la investigación adaptativa con poca participación en el proceso de mejoramiento.

Un análisis más en profundidad de los efectos de desborde se realiza a continuación mediante la estimación de las TIR a la inversión en mejoramiento de maíz en CAC. La Tabla 5 presenta los resultados de comparar las TIR estimadas para cada país y para toda la región, ignorando y tomando en cuenta los efectos de desborde. La Tabla presenta también la TIR estimada para los proyectos del PRM.

Cuando se comparan las TIR que ignoran los efectos de desborde con aquellas que sí los toman en cuenta los resultados son muy diferentes. Examinando el mejoramiento de maíz en la región como un todo, ignorar los efectos de desborde lleva a una TIR estimada de 37%, cifra muy por arriba que la estimada teniendo en cuenta estos efectos (22%). Es decir que, aunque la investigación realizada por los SNIA ha tenido beneficios positivos el impacto se sobreestima considerablemente si se ignoran los efectos de desborde. Estos resultados se suman a otros reportados en la literatura que documenta el peligro de obtener medidas erróneas de los impactos de la investigación cuando estos efectos son ignorados (Englander 1991; Maredia *et. al.* 1996; Traxler y Byelree 1998).

Los resultados de la Tabla 5 contribuyen también a probar la hipótesis de si el PRM ha contribuido a mejorar la eficiencia financiera de la investigación en mejoramiento de maíz en CAC. La TIR estimada para los proyectos del PRM es del 32.0% mucho mayor que aquella estimada para CAC cuando los efectos de desborde son tomados en cuenta en el análisis. Nótese que si los efectos de desborde no fueran tomados en cuenta se

podría concluir en forma errónea que la cooperación en investigación no es financieramente atractiva para los países (la TIR ignorando los efectos es de 36.8%).

Tabla 5. Tasas interna de retorno (TIR) estimadas con y sin considerar los efectos de derrame provenientes del exterior por país para la inversión en mejoramiento de maíz en CAC.

País/región	TIR sin considerar efectos desborde	TIR considerando efectos desborde	Cambio en TIR
Costa Rica	20.4	< 0	- 20.4
Caribe	45.1	41.3	-3.8
El Salvador	41.7	28.5	-13.2
Guatemala	42.3	15.0	-27.3
Honduras	19.6	< 0	-19.6
Nicaragua	26.9	< 0	-26.9
Panamá	42.4	5.2	-37.2
TOTAL REGION	36.8	22.1	-14.7

En el total los resultados sugieren que: 1) Los proyectos del PRM fueron financieramente más eficientes que los esfuerzos de investigación desarrollados por los propios países; y 2) se confirma la predominancia de efectos de desborde tecnológicos en la región. Por lo tanto los resultados apoyan la hipótesis de trabajo de este estudio de que CAC ha recibido un fuerte impacto positivo de la cooperación en la investigación en mejoramiento genético del maíz.

Si se examinan las TIR por país en forma individual sin considerar los efectos de desborde éstas van desde 19.6 a 45.1 %. Sin embargo cuando se consideran estos efectos los resultados son bastantes diferentes. En la mayoría de los países las TIR declinan fuertemente y tres de ellos presentan TIR negativas. Así, Panamá, Guatemala y Nicaragua son los países que más se han beneficiado de los efectos de desborde, el primero de aquellos provenientes del sector privado, y los otros dos de los proyectos en colaboración con el PRM. Por el otro lado el Caribe y El Salvador reciben relativamente menos beneficios de estos efectos de desborde cuando se los compara con el resto de los países de CAC.

Concluyendo, los resultados muestran que los impactos de la inversión en investigación en mejoramiento de maíz en CAC ha sido substancial y que el potencial para aumentarlos radica en una mayor participación entre instituciones públicas, privadas, nacionales e internacionales. Más aún, el hecho de que los efectos de desborde tengan una alta participación en la generación de los beneficios tienen implicaciones importantes en la planificación, organización y planeamiento de la investigación en maíz en la región. Finalmente los hallazgos indican que los países se han beneficiado por la colaboración regional ya que los proyectos del PRM han aumentado la eficiencia financiera de la investigación en la región.

4. La Experiencia del PRM en un Contexto más Amplio

El papel que el PRM ha jugado en CAC puede ser analizado en el contexto de un nuevo paradigma sobre como se ve el desarrollo futuro de los SNIA en los países en vías de desarrollo. Este nuevo paradigma es una consecuencia directa de la crisis de financiamiento por las que pasan las instituciones públicas, que obliga a los países en vías de desarrollo a buscar estrategias para adaptar a sus SNIA a las nuevas condiciones del entorno de la investigación agrícola (Byerlee 1998). A medida que disminuye el apoyo público a la investigación y no hay claridad sobre si el sector privado es la mejor alternativa en los países de la región la pregunta relevante es ¿cuál es el papel del PRM en este nuevo ambiente?. Para contestar esta pregunta se requiere la conceptualización de los desafíos de los SNIA en el futuro y las capacidades del PRM para contribuir a este proceso de ajuste.

Los elementos constituyente del paradigma emergente sobre los desafíos que enfrentan los SNIA pueden ser resumidos en los siguientes Byerlee (1998): 1) el reconocimiento de que estructuras institucionales pluralistas pueden tener un papel importante en la investigación agrícola tanto en la parte de financiamiento como en la ejecución; 2) el potencial del sector privado para llenar el vacío que dejan las instituciones publicas; 3) el movimiento de los mecanismos de financiamiento hacia nuevas estrategias de financiamiento que promueven la eficiencia tales como fondos competitivos y otros arreglos contractuales; 4) la búsqueda de la eficiencia y la eficacia de las instituciones públicas; y 5) la globalización de la investigación agrícola obliga a las organizaciones de investigación a buscar estrategias para mantenerse al ritmo de las innovaciones a nivel mundial.

Dado este paradigma, ¿cuál es la contribución de una red de investigación para ajustar a los SNIA a esta nueva realidad? Los resultados de este trabajo sugieren que los proyectos del PRM han contribuido a alinear a la investigación en CAC de acuerdo a este nuevo paradigma y en cierta medida a llenar el vacío dejado por el nivel vacilante de los fondos públicos asignados a la investigación. Los proyectos del PRM han contribuido a mejorar el impacto de la investigación en la región mediante el aprovechamiento de las ventajas comparativas y mediante la creación de economías de escala en el proceso de investigación. Ha ayudado a los países a compartir información y germoplasma, que de otra manera no se hubiera estado disponible para todos los participantes de la red de colaboración. Mas aun, se demostró que el PRM ha servido de facilitador del flujo de efectos de derrame tecnológico en la región.

Es importante entender la contribución pasada y potencial de las redes de investigación agrícola a la transformación de los SNIA de acuerdo al nuevo paradigma. Primero el PRM ha articulado una amplia gama de instituciones en actividades de mejoramiento juntando el apoyo financiero de agencias donantes (COSUDE), el apoyo técnico del CIMMYT, el capital humano existente en los países, universidades y la industria privada de producción de semilla. Además, los resultados de investigación del PRM han contribuido a facilitar la participación del sector privado en la investigación adaptativa. Aunque la participación de las tecnologías originadas en el arreglo CIMMYT-PRM-PRIVADO es aún pequeña (7 % del total de beneficios), debido principalmente a su corta vida, el potencial para su éxito futuro es evidente. Los rendimientos experimentales de los materiales de este origen son superiores a los rendimientos de materiales originados en otros arreglos institucionales lo que da un indicio de su potencial para mejorar el impacto de la investigación en mejoramiento en CAC.

Otro aspecto importante del PRM es su estrategia innovadora para financiar los proyectos de mejoramiento. Tres partes contribuyen a financiar las actividades: COSUDE cubre los costos operativos, los SNIA financian los salarios de los científicos y la planta física y el CIMMYT financia los salarios de los científicos que proveen la asistencia técnica. Es importante destacar que en esta estructura de financiamiento no está presente el sector privado que se beneficia directamente con la comercialización de la semilla mejorada.

Los resultados también demuestran que la colaboración ha mejorado la eficiencia financiera de la investigación pública en mejoramiento genético del maíz en la región. Mientras que la TIR de la inversión de los SNIA en mejoramiento es de 22%, la TIR de los proyectos colaborativos es de 32%. Finalmente, el apoyo que el PRM recibe del CIMMYT sirve para facilitar el flujo de tecnologías desde el sistema internacional hacia los países pertenecientes a la red, este ha sido el caso de las recientes innovaciones en biotecnología en la región.

Aun así, la adopción de VM en la región es relativamente baja y se necesitan mayores esfuerzos para generalizar el uso de semilla mejorada en la región. Existe un gran potencial para aumentar los beneficios económicos a la investigación si se generaliza el uso de materiales mejorados. Para ello es necesario crear nuevas estrategias para llevar las nuevas tecnologías a los productores de maíz. Los esfuerzos para incorporar al sector privado a los SNIA contribuyen a ese fin ya que las compañías privadas que comercializan semillas mejoradas pueden desarrollar mejores estrategias de mercadeo de la semilla mejorada.

El PRM puede contribuir a fortalecer los lazos entre la investigación pública y privada. Actualmente la red busca transformar su estructura institucional para permitir lazos más fuertes con un arreglo más amplio de instituciones (públicas y privadas, nacional e internacional).

Resumiendo, el PRM es una red de colaboración en investigación agrícola que sirve como mecanismo para que los pequeños países de la región se ajusten mejor a las nuevas realidades que la investigación pública debe enfrentar. Como tal puede servir como ejemplo para otros países en condiciones similares. La colaboración en investigación ha ayudado no solo a mantener viva la investigación pública en la región, sino también a mejorar el impacto económico de la investigación mediante el ajuste al nuevo paradigma de la investigación pública de cara al futuro.

5. Conclusiones

Los resultados muestran que aunque los SNIA han tenido altos niveles de retornos, el hecho de ignorar los efectos de desborde tecnológicos, sobredimensiona considerablemente los beneficios económicos provenientes de la investigación en mejoramiento de maíz en la región. Sólo un tercio de los impactos de la investigación viene de tecnologías producidas domésticamente dejando dos tercios atribuibles a los efectos de desborde desde el exterior (*spillovers*). Examinando las TIR por países, en forma individual, se nota que son mucho más pequeñas cuando se toman en cuenta los efectos de desborde y en tres casos son negativas. Estos resultados demuestran que el impacto de la investigación ignorando estos efectos pueden conducir a conclusiones erróneas ya sea sobrevalorando

o subvaluando el desempeño de las instituciones de investigación. Más aún, el PRM es el mayor contribuyente en la generación de efectos de desborde entre todas las instituciones que generan germoplasma mejorado. Los resultados proveen una fuerte evidencia de que los proyectos de colaboración del PRM han mejorado la eficiencia financiera de los fondos de investigación comparados con la investigación pública. Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que los países se han obtenidos grandes beneficios de la cooperación regional en mejoramiento de maíz.

Bibliografía

- Alston, J.M., P.G. Pardey, and J. Roseboom 1998. "Financing Agricultural Research: International Investment Patterns and Policy Perspectives." *World Development*, 26(6), 1057-1071.
- Brennan, J.P. 1984 "Measuring the Contribution of New Varieties to Increasing wheat Yields." *Review of Marketing and Agricultural Economics* 52(3), 175-95.
- Brennan, J.P. 1989 "Spillover Effects of International Agricultural Research: CIMMYT-based Semi-Dwarf Wheats in Australia." *Agricultural Economics*, 3:323-332.
- Byerlee, D.. 1998 "The Search for a new Paradigm for the Development of National Agricultural Research Systems." *World Development* 26(6), 1049-1055.
- Byerlee, D. and G. Traxler 1996 "The Role of Technology Spillovers and Economies of Size in the Efficient Design of Agricultural Research Systems," *Global Agricultural Science Policy for the Twenty-first Century. Conference Proceedings*. Melbourne-Australia.
- CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center). 1987 1986 *CIMMYT Research Highlights*. Mexico City.
- Englander, A.S. 1991 "International Technology Transfer and Agricultural Productivity." In R.E. Evenson and C.E. Pray (Editors) *Research Productivity in Asian Agriculture*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Griliches, Z. 1958 "Research Costs and Social returns: Hybrid Corn and related Innovations." *Journal of Political Economy* Vol.66: 419-431
- López Pereira, M.A.. 1998 *Impacto de la Investigación en Maíz en América Central y el Caribe*, paper presented at the PCCMCA meetings, Montelimar, Nicaragua.
- Maredia, M.K., and D. Byerlee. 1996 "Efficiency of Research Investments in the Presence of International Spillovers: A Case Study of Wheat Research". Unpublished Manuscript.
- Maredia, M.K., R. Ward, and D. Byerlee 1996 "Econometric estimation of a Global Spillover Matrix for Wheat Varietal Technology" *Agricultural Economics*. 14: 159-73.
- Pray, C.E., and D. Umali-Deininger. 1998 "The Private Sector in Agricultural Research Systems: Will it Fill the Gap?" *World Development*, 26(6):1127-1148.

ANEXO

El Modelo Econométrico

El análisis usa información experimental como un conjunto de datos agrupados en panel (observaciones tomadas en diferentes localidades durante un cierto periodo de tiempo) para estimar las ventajas o desventajas en términos de rendimientos de las variedades desarrolladas localmente sobre aquellas que se importan del exterior. Modelos similares se han aplicado para estimar matrices globales de efectos de derrame para trigo (Maredia *et al.* 1996, Traxler y Byerlee 1998). El modelo que se usa en este trabajo representa una mejora sobre los estudios anteriores en tres formas. Primero, los estudios anteriores usan información sobre rendimientos de materiales mejorados, sin importar si éste es usado en forma comercial¹². Esto tiene el problema de introducir un sesgo potencial en las estimaciones ya que los agricultores sólo adoptaran los materiales que aumentan la rentabilidad de la producción. Este problema se evita en el presente estudio mediante la selección del material de maíz que se cultiva actualmente en los campos de los agricultores en CAC. Segundo, el estudio incorpora una clasificación flexible del origen institucional del material mejorado que es esencial para el caso del maíz. El modelo identifica las contribuciones de instituciones públicas y privadas así como también distingue entre los usos del maíz. Tercero, el modelo incorpora efectos de interacción entre las variables independientes que aumenta considerablemente la capacidad explicativa del modelo. A continuación se presenta el modelo econométrico usado para estimar los elementos de la matriz de efectos de desborde del maíz. Consiste en j ecuaciones, una para cada país (región) de la forma siguiente:

$$Y_{hgt} = a + \sum_{h=1}^H b_{hj} LOC_h + \sum_{t=1}^T c_{jt} AÑO_t + \sum_{i=1}^I \omega_{ij} INST_i + v_j USO + g_j HIB + \sum_{h=1}^H \sum_{t=1}^T f_{htj} LOC_h AÑO_t + \varepsilon_{hgt}$$

para $j=1, \dots, 7$ (número de países),

donde,

j es el país de prueba donde el dato de rendimiento es observado.

Y_{hgt} es el rendimiento observado (kg. ha^{-1}) de la variedad g en la localidad h en el país j en el año t .

LOC_h es un vector de variables indicadoras que toma el valor 1 si la observación pertenece a la localidad h , y 0 si no pertenece.

$AÑO_t$ es un vector de variables indicadoras que toma el valor 1 la observación fue tomada en el año t , y 0 si no lo fue.

$INST_k$ es un vector de variables indicadoras que toma el valor 1 la variedad fue desarrollada por la institución k , y 0 de otra manera. Las variedades se clasificaron de acuerdo a su origen institucional en las siguientes categorías: TRADICIONALES, SNIA, PRM-CIMMYT, CIMMYT, PRIVADO, o cualquier combinación de estas organizaciones.

12 Traxler y Byerlee (1998) es una excepción.

USO es una variable indicadora que toma el valor 1 si la variedad es usada para consumo indirecto y 0 de otra manera.

HIB es una variable indicadora que toma el valor 1 si se trata de un material híbrido y 0 si es una variedad de polinización libre.

El modelo explica el desempeño de una variedad como una función de variables ambientales y tecnológicas. Dos variables: la localización de la estación experimental (LOC) y el año del experimento (AÑO) controlan las condiciones ambientales. Finalmente el coeficiente asociado con la variable *USO* identifica diferencias en rendimiento asociados con el uso del maíz para consumo humano directo o para consumo indirecto.

La variable clave del modelo es el conjunto de variables indicadoras asociadas con el origen institucional del germoplasma $INST_k$. El vector $INST_k$ distingue entre variedades desarrolladas por diferentes instituciones incluyendo aquellas privadas, públicas, nacionales, internacionales y combinaciones de ellas de acuerdo a los diferentes arreglos institucionales existentes para producir germoplasma mejorado. Los coeficientes asociados con esta variable capturan los rendimientos diferenciales definidos como:

$$w_y = Y_{ly} - Y_{jy}$$

donde w_y representa la ventaja (desventaja) de rendimiento en el país j entre la variedad desarrollada por la institución l y variedades desarrolladas por el SNIA del país j . Con estos valores estimados los coeficientes de la matriz de efectos de desborde c_y se calculan como:

$$c_y = w_y / Y_{jy}$$

Los valores de Y_{jy} se aproximan como el promedio de los rendimientos de todas la variedades originadas por el SNIA en el país j .

Resultados

Los resultados de estimar el modelo se presentan en las dos tablas que siguen.

Tabla A1. Resultados del análisis de regresión para determinar los efectos de desborde potenciales entre los países pertenecientes al PRM^{1, 2}

Variable dependiente es el rendimiento de las variedades probadas en el país							
	CR	Caribe	ES	GUA	HON	NIC	PA
NARS	—	Int	—	—	—	—	—
NARS-CIMMYT	Int	1.34	Int	Int	Int	Int	Int
Otros NARS-							
CIMMYT	-2.91	0.57	-9.52**	2.37	4.50	—	-0.19
PRIVADO	-5.83	-7.42*	-5.50**	2.31	5.72	-7.04**	2.25
CIMMYT-PRM	-3.48	1.00	-5.16**	2.31	4.84	0.01	0.25
CIMMYT-PRIVADO	-2.54	-11.44**	-1.27	4.04	6.54	-2.13*	2.24
CIMMYT-PRM-	-2.98	-10.16**	-3.30	8.10**	9.15	-1.40	7.28*
TYPE	16.60**	7.88**	1.01	20.42**	14.66**	11.93**	6.01**
USE	10.89**	3.22	0.96	6.00**	5.33**	4.14**	0.61
1991	0.29	-1.55	2.46	26.69**	-8.30**	15.49**	-20.20**
1992	—	-8.67*	12.56*	26.90**	-4.15	53.37**	-7.04*
1993	15.11*	4.68	5.03	9.00**	13.14**	37.82**	-4.05
1994	-1.22	4.80	-1.72	12.61**	-9.44**	24.21**	19.15
1995	—	—	-22.36	-7.84**	-3.56	13.54**	3.64
1996	—	1.36	5.65	11.77**	-9.85**	43.70**	-5.53*
1997	0.47	18.21**	7.92	7.10**	-9.69	25.88**	13.83**
LOC2	12.87	1.44	7.91	19.21**	-16.29**	40.09**	7.45**
LOC3	-5.16	-8.00**	46.56**	-21.72**	25.01**	16.18**	
LOC4	—	3.42	14.61**	-17.46**	-3.87	8.07*	
LOC5	-28.46**			16.28**	-5.98	8.90	-7.87*
LOC6				-3.80	-25.76**	-16.43**	x
LOC7				31.29**	-7.12		
LOC8				36.56**			
Intercepto	44.55**	31.87**	38.51**	8.62**	45.08	11.05**	43.42**
R ²	0.57	0.58	0.43	0.72	0.62	0.71	0.57
n	313	163	453	1651	867	543	398

*, y ** indican que los coeficientes difieren de cero con un nivel de confianza de 95 y 99% respectivamente.

- 1 El análisis de regresión incluyó términos de interacción entre años y localidades que no se reportan en la tabla para mantener la claridad.
- 2 Los errores estándar se calcularon mediante el procedimiento de White usando estimadores consistentes heterocedásticos.

Tabla A2. Resultados del análisis de regresión para estimar las ventajas de rendimiento de los materiales mejorados de acuerdo a su origen institucional 1, 2

Variable dependiente es el rendimiento de las variedades probadas en el país							
	CR	Caribe	ES	GUA	HON	NIC	PA
Programa Nacional	—	9.38**	—	—	—	—	—
Otro NARS-							
CIMMYT	14.46**	6.34**	4.59	19.35**	7.30**	8.77**	10.22**
PRIVADO 16.04**	1.61	10.50**	21.43**	12.30**	4.20*	14.36**	
NARS-CIMMYT	11.47**	5.87**	15.25**	1.91	-5.81	—	10.29**
CIMMYT-PRM	16.17**	8.99**	9.84**	20.93**	9.75**	10.10**	12.30**
CIMMYT-PRIVADO	18.23**	-1.98	13.86**	23.17**	12.24**	9.44**	15.24**
CIMMYT-PRM-							
PRIVADO	17.17**	-0.48	10.96**	26.88**	15.02**	10.10**	19.87**
USO	7.11**	2.37	0.24	4.73**	6.08**	4.57**	0.49
1991	12.81**	-3.63	-5.35	22.49**	-11.83**	14.08**	-18.12**
1992	-6.58	-8.01*	3.76	23.24**	-1.11	35.36**	-11.46**
1993	-13.48*	4.05	-2.25	7.16**	8.90**	35.33**	-2.32
1994	-11.09*	-4.28	-9.44**	9.86**	-9.67**	13.83**	18.30**
1995	-15.25**	7.89*	-28.50**	-7.76**	-7.83*	8.85**	2.39
1996	-5.27	5.79	-1.69	8.04**	-10.38**	43.25**	-5.68**
1997	-10.03*	16.94**	-0.32	5.40*	-12.14**	23.43**	11.63**
LOC2	35.45**	3.33	-0.69	18.48**	-17.06**	39.53**	7.85**
LOC3	-2.10	8.15**		45.44**	-25.26**	17.97**	-0.90
LOC4	-6.15	-1.10		12.61**	-18.32**	20.96**	1.31
LOC5	-4.98			15.82**	-18.90*	3.80	-8.86**
LOC6				-2.79	-27.57**	1.71	x
LOC7				19.22*	-25.30**		
LOC8				24.27**			
Intercepto	32.07**	24.92**	33.08**	12.52**	54.26**	12.23	34.84**
R ²	0.64	0.55	0.43	0.70	0.57	0.67	0.58
n	387	239	528	1840	1003	648	503

*, y ** indican que los coeficientes difieren de cero con un nivel de confianza de 95 y 99% respectivamente.

1 El análisis de regresión incluyó términos de interacción entre años y localidades que no se reportan en la tabla para mantener la claridad.

2 Los errores estándar se calcularon mediante el procedimiento de White usando estimadores consistentes heterocedásticos.

TECNOLOGIAS PARA LA CONSERVACION DE SUELOS EN CA. ¿RESPUESTAS A LA DEMANDA O A LA OFERTA?

M. Zurek y G. Sain.

1. Introducción

Los países de Centro América, como muchos países en desarrollo, enfrentan la degradación de sus recursos naturales en muchas áreas rurales. La pérdida del potencial productivo del suelo, relacionada con eso, amenaza la seguridad alimentaria, especialmente de los pequeños productores de subsistencia que muchas veces no tienen la información y el capital para invertir en la fertilidad de sus suelos. Enfrentados con rendimientos bajos y una limitación en el área disponible por la presión de la población, solamente tienen la opción de emigrar a la ciudad o abrir nuevo terreno en la frontera agrícola.

Para detener este círculo, pueden servir como un punto muy importante el desarrollo y la promoción de técnicas de conservación de suelos y aguas. Con un manejo eficiente de la fertilidad del suelo se baja también la presión sobre otros recursos naturales escasos como el agua y los bosques. Este pensamiento se refleja también en la gran cantidad de instituciones que en los últimos 20 ó 30 años han realizado investigación y han promovido un conjunto numeroso de técnicas dirigidas a la conservación de suelo en los diferentes países de Centro América. Sin embargo y a pesar de la considerable inversión en la generación y promoción de este tipo de tecnologías existen razonables dudas acerca de si este esfuerzo ha dado frutos (Lutz *et al.*, 1994). Una de las preocupaciones principales surge de la duda de si las tecnologías que se han promovido y se siguen promoviendo en Centro América han sido generadas como respuesta a una demanda de los agricultores en el sentido de que ellas han sido diseñadas como respuesta a problemas reales y que se han tenido en cuentas las circunstancias en que se desenvuelven los agricultores en su diseño.

1.1. El concepto de tecnología apropiada

El concepto de que el desarrollo de nuevas tecnologías debe responder a una demanda real de los agricultores no es nuevo (citas en el marco de las innovaciones inducidas). En el marco de la Investigación en Fincas, un concepto importante para aumentar la probabilidad de que las tecnologías generadas sean adoptadas por los agricultores es el de *tecnologías apropiadas* (Byerlee, Harrington *et al.* 1982; Byerlee 1987). Una tecnolo-

gía se considera apropiada si sus características no entran en conflicto con las circunstancias de los agricultores a los cuales está dirigida. Los conceptos básicos en esta definición son aquellos de *características de las tecnologías* y de *circunstancias de los agricultores*. Las características de las tecnologías incluyen los aspectos agronómicos y económicos que ofrecen. En las circunstancias de los agricultores, se entienden todos los factores que influyen sobre las decisiones del uso de los agricultores de la tecnología investigada. Aquí se incluye factores naturales como suelos, clima etc. y económicos como mercados, metas del agricultor etc. (Byerlee et al. 1984).

Si se supone que el programa de investigación ha sido capaz de identificar los problemas técnicos más importantes para la producción de un determinado cultivo, lo que garantiza la existencia de una demanda potencial por una solución tecnológica, entonces el concepto de tecnología apropiada garantiza que la probabilidad de adopción de la nueva tecnología sea máxima. Es decir que las soluciones provistas responden a necesidades de la demanda: presentan soluciones a problemas importantes, y son diseñadas teniendo en cuenta las limitaciones y recursos de los futuros usuarios. La lógica detrás de este proceso es que los conflictos entre características y las circunstancias generan costos asociados a la decisión de adopción, que a veces elevan demasiado el costo total, y la tecnología no se adopta. De esta manera cuanto más apropiada sea la tecnología a los circunstancias de los agricultores, menores serán los costos de transacción asociados con su adopción y mayor será la probabilidad de que sea adoptada.

La Tabla 1 presenta una lista bastante general de las circunstancias de los agricultores y de las características de las tecnologías que han demostrado ser importantes en las decisiones de los agricultores de adoptar o no una nueva tecnología.

Tabla 1. Circunstancias de los agricultores y características de las tecnologías.

Circunstancias de los agricultores	Características de la tecnología
Externas	✓ Compatibilidad con el sistema
Mercados	✓ Complejidad de manejo
Instituciones	✓ Divisibilidad
Internas	✓ Rentabilidad
Objetivos	✓ Riesgo
Dotación de recursos	

1.2. El concepto de tecnología apropiada y técnicas de conservación

Si uno sigue esta lógica de la investigación en fincas y la aplica para técnicas de conservación usadas en CA uno puede notar que la baja adopción de estas técnicas significa que existe una brecha entre las características que las ofrecen y los circunstancias de los agricultores. Todas las técnicas responden a un problema agronómico que es la pérdida del suelo y con eso la reducción en el potencial productivo. Pero parece que algunas de sus características económicas sirven como un obstáculo importante en la adopción, porque éstas no están de acuerdo con las circunstancias de los agricultores.

Esta brecha puede existir por varias razones: Muchas de las técnicas promovidas se han desarrollado bajo condiciones muy diferentes que en los países de CA. Por ejemplo, la labranza mínima se desarrolló en los EE.UU. para sistemas mecanizados con tractores. Las terrazas se han desarrollado en Asia bajo sistemas sofisticados de intercambio de mano y control social de agua y tierra. Así era posible construir y mantener estas estructuras que requieren mucho de obra y conocimiento técnico. Todaro (1985) describió este proceso de traslado de teorías y técnicas inapropiadas como el "modelo de paradigma falso" bajo de la teoría de la dependencia internacional del desarrollo. "Expertos" de los países industriales y organizaciones internacionales con buenas intenciones pero muchas veces pocos informados dan consejos inapropiados a los países en desarrollo. Esto resulta en políticas incorrectas o inapropiadas. Además la mayoría de los tomadores de decisiones e intelectuales de los países en desarrollo han sido educados en los países industriales y llevan con ellos ideas y teorías que pueden tener resultados diferentes bajo circunstancias políticas e institucionales totalmente diferentes que en los países desarrollados. Para las técnicas de conservación en CA esto puede significar que la selección de técnicas promovidas no era hecha suficientemente con consideración en las circunstancias económicas e institucionales diferentes.

Otra razón para la existencia de la brecha descrita, puede ser que el desarrollo en CA de las técnicas y tecnologías para la conservación de suelo y agua no se ha orientado hacia la demanda existente de los agricultores. Según el "modelo de la innovación inducida" de Hayami y Ruttan (1985) el desarrollo de nuevas tecnologías es influido por los cambios en precios relativos de los factores de producción. Primero los agricultores van a adoptar las tecnologías nuevas, con las que obtienen la misma producción que la tecnología tradicional, pero con uso de menos recursos. Es decir, que tienen la misma curva de isocuantas que la tecnología tradicional, pero una línea de isocostos menor. De esta manera el cambio tecnológico es visto como una variable intrínseca del desarrollo económico. Segundo, la dirección de las innovaciones técnicas depende de la elasticidad de la oferta de los factores de la producción y por ello de los cambios de sus precios relativos. Por ejemplo, si la cantidad de la mano de obra disponible se reduce en un área, y con eso sube su precio, una tecnología nueva que reduce la cantidad de mano de obra necesaria para las actividades agrícolas, será adoptada más rápidamente que una tecnología que ahorra capital. Así Hayami y Ruttan (1985) explican las diversas vías del desarrollo de tecnologías, como producto de circunstancias económicas diferentes en los países. Además ellos establecen la hipótesis de que el cambio de instituciones sigue la misma regla que el desarrollo tecnológico. Si uno aplica este modelo de desarrollo de tecnologías a las técnicas de conservación en CA se puede ver por su baja adopción que en el desarrollo, no se han tomado suficientemente en cuenta las implicaciones económicas de las técnicas. Es decir, su desarrollo no ha respondido a la demanda de los agricultores.

Una tercera razón para la brecha se puede encontrar en las fallas de los mercados o de las instituciones, que amplían o extienden las brechas.

En este trabajo se sigue el enfoque de la investigación en fincas. En primer lugar se identifican algunas características clave de las tecnologías dirigidas a la conservación del suelo que se han generado y promocionado y se las clasifica de acuerdo con ellas. Luego se determinan cuáles serían las circunstancias de los agricultores que conllevarían a una adopción, con un mínimo de conflicto. Es decir, cuáles serían las circunstancias de los agricultores que harían mínimos los conflictos con las características de las tecnologías. Luego se procede a comparar estas circunstancias con las circunstancias

actuales bajo las cuales se desempeñan los pequeños agricultores productores de granos básicos en las laderas de Centro América y se identifican posibles fuentes de conflictos. Este proceso permite identificar medidas de política que faciliten la adopción de las tecnologías promovidas por este grupo de agricultores mediante la reducción de los costos de transacción relacionados con la decisión de adopción.

2. Técnicas de Conservación Seleccionadas para la Clasificación

Se tomó un total de dieciséis tecnologías de conservación del suelo más promovidas en CA. La mayoría de ellas provenientes de la lista compilada por Karen Ann Dvorak del proyecto CIAT Laderas en Honduras (Dvorak 1996). Las técnicas están agrupadas en tres grandes categorías: a) obras físicas, b) técnicas que involucran cambios en las prácticas del cultivo y c) técnicas que introducen un nuevo sistema.

a) Obras físicas

- Terrazas individuales
- Terrazas de banco
- Barreras de piedra
- Camellones
- Diques
- Zanjas
- Acequias

b) Técnicas que involucran cambios en las prácticas del cultivo

- Siembra en curvas a nivel
- Barreras vivas
- Cambios en distancia de siembra
- Abonos verdes / cultivos de cobertura
- Cero labranza con mantillo
- Composte
- Fertilizantes químicos
- Barbecho sembrado

c) Técnicas que introducen un nuevo sistema

- Agroforestería

Para una descripción de cada técnica y algunas técnicas mas hay que referirse a la versión larga de esta publicación.

3. Los Criterios de la Clasificación

Para que la clasificación de las tecnologías tenga sentido, es necesario definir un conjunto relevante de características de las tecnologías dirigidas a conservar el suelo. Este tipo de tecnologías posee ciertas características específicas, que hacen particularmente difícil su adopción, dada las circunstancias actuales bajo las cuales se desenvuelven los pequeños agricultores de las laderas centroamericanas. Estas son: i) el perfil de costos y beneficios, ii) la intensidad de uso de factores de producción, iii) el impacto sobre el

riesgo, y *iv*) el grado de complejidad. En lo que resta de esta sección cada una de ellas es primeramente descripta y justificada, luego se define un procedimiento empírico para medirla, para finalmente proceder a clasificar el conjunto de tecnologías identificadas de acuerdo con cada una de sus características.

Criterio 1. El perfil de costos-beneficios

Desde el punto de vista económico la característica más importante que diferencia a las tecnologías dirigidas a la conservación de suelo, de aquellas dirigidas a aumentar la productividad del cultivo, es el hecho de que las consecuencias derivadas de la decisión de adopción (costos y beneficios) se extienden por más de un período (ciclos o años agrícolas).

En el caso de las tecnologías dirigidas a aumentar la productividad de cultivos anuales, tanto los costos como los beneficios de la adopción de la nueva tecnología (por ejemplo una nueva variedad), ocurren en el mismo ciclo de producción. En estos casos, una medida común para establecer la rentabilidad económica de la nueva tecnología es calcular la tasa marginal de retorno (TMR) de la inversión. La TMR entre dos tecnologías (*a*= agricultor) y (*n*= nueva) o TMR_{an} se calcula como la relación entre el incremento en beneficios netos y el incremento en costos que varían (CIMMYT 1991)¹³.

$$TMR_{an} = \frac{\Delta BN_{an}}{\Delta CV_{an}}$$

La TMR_{an} puede ser vista como la tasa de descuento que hace que el incremento en los beneficios al final del ciclo de producción sea exactamente igual al incremento en los costos que varían¹⁴. Este parámetro se compara con la tasa mínima que los agricultores requieren para invertir en el cambio a la nueva tecnología, la cual refleja entre otras cosas el costo de oportunidad del capital para el agricultor y si la TMR_{an} es mayor que la tasa mínima, entonces al agricultor le convendrá realizar el gasto en la adopción de la nueva tecnología. De esta manera, en el caso de un solo ciclo de producción el nivel de rentabilidad depende esencialmente de los niveles de los incrementos de costos y beneficios, mientras que la tasa de descuento o tasa de preferencia temporal de los agricultores es un parámetro exógeno.

En el caso de las tecnologías dirigidas a la conservación del suelo en las cuales las consecuencias económicas se extienden por más de un período, el concepto equivalente a la TMR es el de tasa interna de retorno (TIR), que se define como la tasa de descuento a la cual el flujo descontado de beneficios es igual al flujo descontado de costos de manera que el valor presente del flujo de beneficios netos sea cero. Al igual que en el caso de un solo período el valor de la TIR se compara con la tasa mínima de retorno requerida por los agricultores. Es importante señalar que el flujo de beneficios y costos sobre el cual se calcula la TIR se refiere a los incrementos en costos y beneficios entre las dos alternativas tecnológicas que están siendo comparadas.

¹³ Se supone que la nueva tecnología requiere mayores costos que varían y produce mayores beneficios netos que la tecnología del agricultor.

¹⁴ Para verificar esto basta intercambiar los términos en la ecuación [1] como sigue:

$$\Delta CV_{an} = \frac{\Delta BN_{an}}{TMR_{an}}$$

Es decir que para el caso de tecnologías dirigidas a la conservación del suelo es necesario tener en cuenta dos factores importantes: la magnitud de los costos iniciales o inversión inicial y la longitud del intervalo de tiempo que transcurre entre el momento en que se realiza la decisión de adoptar y el momento en que se comienzan a recibir los beneficios de la tecnología en términos de ingresos monetarios¹⁵

La medición del primer factor, la magnitud de los costos iniciales presenta el problema que su categorización se vuelve arbitraria si se eligen categorías tales como grande, mediana y pequeña. Para reducir el nivel de arbitrariedad se recurre al supuesto razonable de que existe una estrecha correlación entre la magnitud de los costos iniciales y la necesidad de realizar una inversión inicial durante el primer periodo.

Es decir que en los costos de las tecnologías se distinguen entre gastos corrientes y gastos de inversión. Los primeros corresponden a gastos en insumos y bienes no durables que son usados totalmente en un ciclo de producción por lo que es necesario volver a comprarlos en el siguiente, mientras que los gastos de inversión, son aquellos que se realizan en bienes durables que producen un flujo de servicios que son usados en sucesivos periodos de producción, hasta agotar la vida útil del bien durable. Entonces bajo este supuesto aquellas tecnologías que requieran de una inversión inicial para su ejecución, tales como los proyectos que requieren de la construcción de obras físicas, estarán asociados con tecnologías con una magnitud de costos iniciales grandes, mientras que aquellos que no lo requieran se consideran con costos iniciales bajos.

Con respecto al segundo factor, la longitud del tiempo que transcurre hasta que se comienzan a recibir los beneficios en términos de aumento en el ingreso, se distinguen dos clases. Por un lado, aquellas tecnologías donde la brecha es de uno o dos periodos y aquellos donde se requieren más de dos periodos. En esta definición, cada período comprende un año calendario. Aquí la definición de la longitud es también arbitraria, y justificada para incluir en el primer caso a las tecnologías con efectos en el mismo ciclo y aquellas con efectos residuales sobre el cultivo del ciclo de producción siguiente (considerando un periodo de verano o descanso).

De acuerdo con los dos indicadores adoptados se pueden definir cuatro tipos de tecnologías o cuatro clases de perfiles de estructuras de costos y beneficios (Tabla 2). Las tecnologías tipo A y C son aquellas que comienzan a generar beneficios en 2 años o menos mientras que las tipo B y D necesitan mas de 2 años. En forma similar, las tecnologías tipos A y B no requieren una inversión inicial mientras que las C y D sí la requieren.

15 Aunque el criterio de la TIR puede llegar a no dar resultados consistentes con el de calcular el valor neto presente (VNP) en el caso de proyectos cuyos flujos de costos y beneficios tengan ciertas características, su calculo, al igual que en caso de la TMR, está libre del uso de una tasa de descuento para poner los costos y beneficios futuros en el presente. Esta tasa de descuento debe reflejar las preferencias temporales de la familia campesina y por lo tanto es una de las circunstancias internas importantísimas en la decisión de adopción de tecnologías de conservación.

Tabla 2. Tipos de tecnologías de acuerdo con el criterio del perfil de costos y beneficios.

<i>Longitud del intervalo</i>	<i>Se necesita inversión</i>	
	No	Sí
Uno o dos periodos	A	C
Más de dos	B	D

En general, se puede decir que cuanto más altos sean los costos iniciales y más largo sea el periodo de tiempo necesario para generar beneficios, menor será la probabilidad de adopción; particularmente de los pequeños agricultores con recursos escasos que no tienen acceso al crédito. Es decir que las principales circunstancias que influyen en la adopción de este tipo de tecnologías son factores relacionados con el horizonte de planeamiento de los agricultores, y con su tasa de descuento¹⁶, tal como la tenencia de la tierra, el nivel de ingreso o de riqueza, y el tamaño de la finca (Fedder y Umali 1993).

La propiedad de la tierra, ya sea titulada o no, es una condición necesaria para que el agricultor tenga un horizonte de planeamiento prolongado y una tasa de descuento no muy elevada y juega un papel importante en la adopción de este tipo de tecnologías. Agricultores sin seguridad en la tenencia de la tierra por el contrario, no tienen un periodo de planeamiento de más de 1 ó 2 años y poseen tasa de descuento altas (para ejemplos en América Central véase Buckles *et al* 1998, Pereira de Herrera y Sain 1997).

Cuando más alto se nivel de ingreso o de riqueza del agricultor, mayor será su horizonte de planificación y menor su tasa de descuento. El tamaño de la finca es un indicador altamente correlacionado con el nivel de riqueza y será usado en este trabajo.

Otras circunstancias externas al sistema de finca que juegan un papel importante en la determinación del horizonte de planeamiento y la tasa de descuento del agricultor son la estabilidad política, económica e institucional del país o región y de las restricciones en los mercados de capital. Un ambiente externo estable favorece el planeamiento a más largo plazo y reduce la incertidumbre asociada con el futuro, bajando de esa manera la tasa de descuento. En forma similar un mercado de capital que trabaje en forma apropiada y sea accesible al pequeño agricultor favorece la confianza, reduce los costos asociados al capital y permite planificar a más largo plazo.

Criterio 2. Intensidad de uso de los factores

Partiendo de una función de producción por unidad de tierra (Y) con dos factores : capital (K) y trabajo (L), la intensidad de uso de factores (k) se define como la relación entre K y L. El concepto se ilustra en la Figura 1 donde la línea de 45° muestra los puntos donde $K/L=1$. Los puntos a la derecha de la línea, como el punto B, usa más trabajo que

¹⁶ Aunque ambos factores están muy relacionados hasta el punto que se puede afirmar que el horizonte de planeamiento llega hasta el punto en que la tasa de descuento se hace demasiado elevada, en este trabajo se prefiere mantenerlos separados.

capital y por lo tanto $K/L < 1$ y corresponden a alternativas tecnológicas intensivas en trabajo. Conversamente, puntos a la izquierda de la línea, como el A, usan más capital que trabajo y corresponden a tecnologías intensivas en capital ($K/L > 1$).

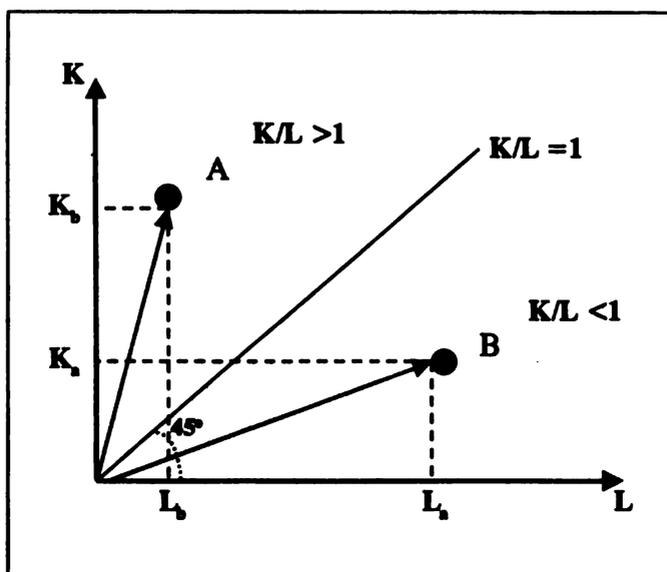


Figura 1. El concepto de intensidad de uso de factores

De acuerdo con este criterio las tecnologías se clasifican en dos tipos:

Tipo A: Intensiva en capital. Tecnologías con $k = K/L > 1$ por unidad de tierra

Tipo B: Intensiva en trabajo. Tecnologías con $k = K/L < 1$ por unidad de tierra

Las circunstancias asociadas con este criterio se encuentran relacionadas con la teoría de las innovaciones inducidas (Ahmad 1966; Hayami y Ruttan 1985). En forma simplificada la teoría dice que las nuevas tecnologías que se generen serán intensivas en el factor que sea relativamente más barato o para decirlo de otra manera, las nuevas tecnologías serán ahorradoras del factor que sea relativamente más caro. En otras palabras, cambios en los precios relativos de los factores inducirán el cambio tecnológico sesgado hacia el factor que se volvió relativamente más barato (De Janvry y Martínez 1972).

Es decir, las tecnologías tipo A (intensivas en capital, ahorradoras de mano de obra) encajarán mejor en aquellos agricultores con escasez relativa de mano de obra, ya sea familiar o contratada, mientras que aquellas tipo B (intensivas en mano de obra y ahorradoras de capital) se ajustarán mejor en sistemas de finca con disponibilidad de mano de obra relativamente abundante.

El concepto se asemeja al de compatibilidad con el sistema en la literatura de investigación en fincas. Se debe notar que en este caso, la disponibilidad relativa de capital

y mano de obra son las circunstancias más importantes en relación con este criterio. En general, los pequeños agricultores de las laderas de América Central tienen una escasa disponibilidad de capital relativa a la de mano de obra, por lo que en sus sistemas preferirán tecnologías tipo A a las B.

Criterio 3 Impacto sobre el nivel de riesgo

La agricultura es un negocio riesgoso. Usualmente la actividad agrícola enfrenta un cierto grado de incertidumbre, en relación con el resultado final de la operación. Con el correr del tiempo los agricultores han seguido un patrón de comportamiento bajo el cual han ajustado el sistema de cultivo, de manera que el nivel de riesgo que enfrentan es al menos tolerable. Es decir que en un momento determinado los agricultores en una región determinada enfrentan un cierto nivel de riesgo, el cual podría modificarse si el agricultor adopta una nueva tecnología en el sistema de cultivo.

Esta acción provee una base para agrupar las tecnologías de acuerdo a como ellas modifican el nivel de riesgo que el agricultor enfrenta. Para ello es necesario hacer un supuesto sobre la fuente principal de incertidumbre de los beneficios que reciben los agricultores. En este trabajo se supone que la fuente principal de incertidumbre proviene de la variabilidad en los rendimientos y que esta variabilidad está fuertemente asociada con la variabilidad en las lluvias.

En la literatura se reconoce que en la agricultura de secano, el agua en general, y la escasez o falta de agua en particular, es el principal factor limitante que enfrentan los agricultores (Heisey y Edmeades, en prensa). Por ejemplo para el cultivo de maíz la incertidumbre en las lluvias es crítica en dos épocas. El comienzo de la estación lluviosa cuando los agricultores comienzan la siembra, y el momento de la floración, en lo que se denomina la canícula. En general los agricultores adaptan el sistema de producción para reducir el impacto negativo de estos eventos mediante la adopción de tecnologías que los protejan mediante la reducción del daño que puedan producir (por ejemplo el manejo del mantillo para conservación de humedad) o para reducir la probabilidad de que el daño se produzca, como puede ser cambiar la época de siembra, o la variedad.

La Figura 2 ilustra los conceptos necesarios para clasificar a las tecnologías de acuerdo con su impacto sobre el nivel de riesgo inicial que enfrentan los agricultores. Para ello se supone que sólo pueden ocurrir dos estados de la naturaleza: el año normal y el año malo. Sean entonces B_1 y B_0 los beneficios que el agricultor obtiene si el año es normal y si es malo respectivamente, entonces se define la pérdida potencial (P) como los beneficios que el agricultor pierde por la ocurrencia del año malo, es decir la diferencia entre B_1 y B_0 . La pérdida potencial inicial P_i será:

$$P_i = B_1^i - B_0^i$$

donde B_1^i y B_0^i corresponden a los beneficios en ambos estados de la naturaleza antes de la introducción de la nueva tecnología.

En la Figura 2, si el agricultor se encuentra inicialmente en el punto A, su pérdida potencial inicial (P_i) estará dada por la distancia vertical a la línea de certidumbre o sea la distancia AE. Nótese que la línea de certidumbre une los puntos donde la pérdida es cero y el agricultor será indiferente a cual estado de la naturaleza ocurre.

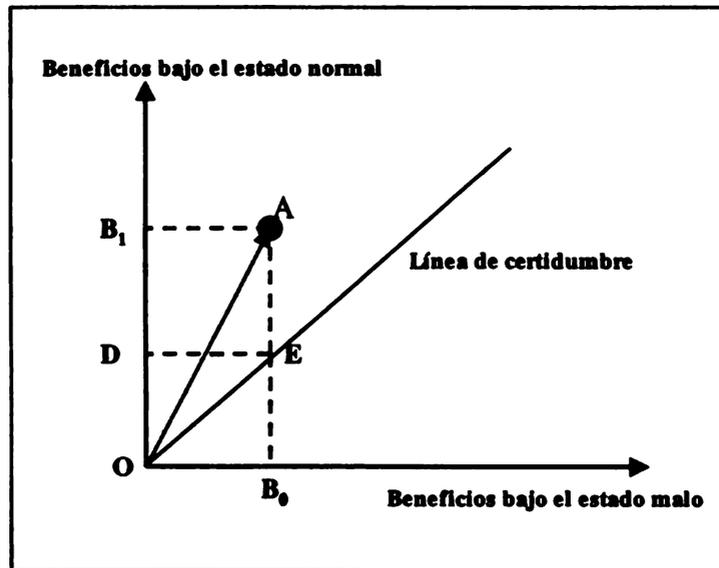


Figura 2. El concepto de pérdida potencial inicial.

Si p_1 y p_0 representan las probabilidades de ocurrencia del año normal y del malo, respectivamente, entonces en el estado inicial el valor esperado de los beneficios son:

$$E(B^i) = (1 - p_0) \cdot B_1 + p_0 \cdot B_0 = B_1 - (p_0(B_1 - B_0)) = B_1 - p_0 \cdot p^i$$

La ecuación anterior dice que el valor esperado de los beneficios en el estado inicial son iguales a los beneficios en el año normal, menos la magnitud de la pérdida multiplicada por la probabilidad de que el año malo ocurra. Mediante el cambio tecnológico el agricultor puede aumentar los beneficios esperados mediante el incremento de los beneficios en el año normal, y la reducción de la magnitud de la pérdida. Si el cambio aumenta los beneficios en el año normal, pero mantiene constantes los beneficios en el año malo, entonces la pérdida aumenta su magnitud y el impacto final sobre los beneficios esperados dependerá de las magnitudes relativas y la probabilidad de ocurrencia del año malo.

Tres tipos de tecnologías se pueden distinguir de acuerdo a su impacto sobre los beneficios en cada estado de la naturaleza (Tabla 3).

Tabla 3. Tipos de tecnologías de acuerdo a su impacto sobre el riesgo

Beneficio en el estado normal B1	Beneficio en el estado malo B0	Tipo
Baja	Aumenta	A
Aumenta	Baja	B
Aumenta	Aumenta	C

Tecnologías tipo A. Incrementan los beneficios en el año malo (B_0) pero los reducen si el año es bueno (B_1), como resultado el tamaño de la pérdida se reduce.

Tecnologías tipo B. Incrementan los beneficios en el año normal (B_1) pero los reducen si el año es malo (B_0), como resultado el tamaño de la pérdida aumenta.

Tecnologías tipo C. Incrementan los beneficios en el año malo (B_0) y también incrementan los beneficios en el año normal (B_1), como resultado el tamaño de la pérdida puede aumentar o disminuir dependiendo de las ganancias relativas en cada uno de ellos.

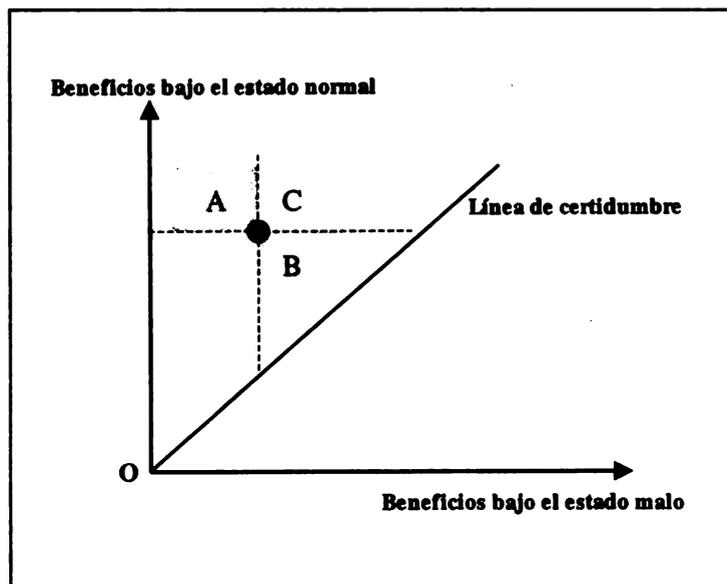


Figura 3. Impacto sobre el nivel de pérdida inicial

Las circunstancias asociadas con la adopción de estos tipos de tecnologías están asociadas a factores que afectan el grado de aversión al riesgo de las familias campesinas tales como el tamaño de la finca, nivel de ingreso riqueza, el nivel de educación, edad, tamaño y composición de la familia.

Criterio 4 Magnitud de los costos de transacción

Este criterio se encuentra muy asociado con el concepto de complejidad usado en la literatura de la IFA, y se refiere básicamente a la cantidad de información sobre el manejo de la tecnologías que debe ser aprendida por el agricultor, para que la tecnología pueda ser implementada en forma correcta. No existe un indicador directo para clasificar las tecnologías de acuerdo con este criterio, por lo que un cierto grado de subjetividad es necesario.

De acuerdo con este criterio se pueden reconocer dos categorías de tecnologías:

Tecnologías tipo S. Simple. En este tipo se engloban aquellas tecnologías que pueden ser aplicadas directamente por el agricultor sin que requieran un trabajo especial por

parte del agente de extensión. En estos casos el cambio tecnológico está contenido en la tecnología.

Tecnologías tipo C. Compleja. Este tipo de tecnologías requiere de una cantidad considerable de aprendizaje por parte del agricultor para poder aplicar la técnica de manera correcta. Es decir requieren de un esfuerzo considerable por parte del agente de extensión para transferir la tecnología a los agricultores.

Las circunstancias que se encuentran asociadas a esta característica de las tecnologías son factores como la edad, el nivel de educación, e indicadores de los costos de adquirir información tales como la participación en actividades sociales, y/o comunales, distancia a centros poblados, etc.

4. Aplicación de los Criterios Clasificación de las Tecnologías

Para la clasificación de algunas de las técnicas se usó también los datos obtenidos de una encuesta enviada a diferentes organizaciones centroamericanas que trabajan en la conservación de suelos.

Criterio de la estructura de costos y beneficios

El uso de este criterio para clasificar el conjunto de tecnologías identificadas requiere de la especificación de ciertas condiciones iniciales. Dado que el proceso de pérdida de suelo por erosión es un proceso dinámico, el momento en el tiempo en que se comienzan a percibir los beneficios de la conservación es dependiente de las condiciones iniciales del suelo. Para especificar estas condiciones se supone que la productividad de la tierra es una función de la profundidad del suelo y que esta función tiene una forma lineal y alcanza una meseta, como se ilustra en la Figura 4.

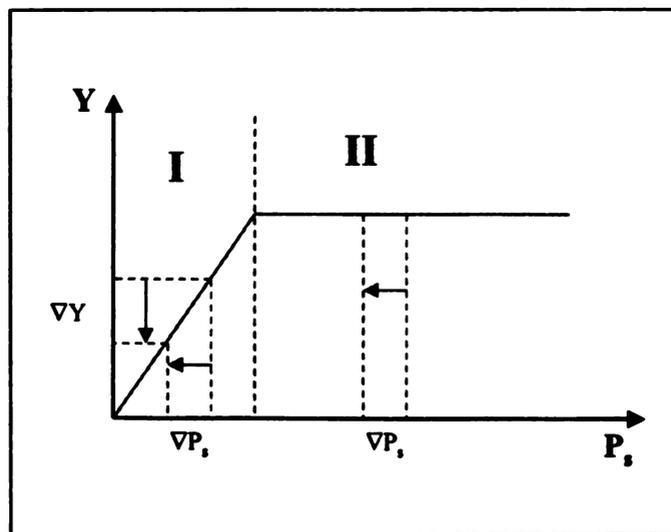


Figura 4. Productividad como función de la profundidad del suelo.

Si los agricultores están cultivando en suelos poco profundos, situados en la región I, una pérdida de suelo trae aparejada una pérdida inmediata en la productividad y por lo tanto las medidas de conservación tendrán impactos casi inmediatos. Por otro lado, si los suelos de los agricultores son profundos, situados en la región plana (II) de la función, las pérdidas de suelo por erosión no se reflejarán en pérdidas inmediatas en la productividad, sino más hacia el futuro, de manera que las medidas de conservación tendrán efectos en el largo plazo.

De esta manera, la clasificación de las tecnologías de acuerdo con el perfil de costos y beneficios reconoce dos estados iniciales de las condiciones del suelo: aquellos agricultores para los cuales la profundidad del suelo es limitante para la productividad (región I) y aquellos para los cuales no lo es (región II). La Tabla 4 muestra la clasificación.

Tabla 4. Clasificación de las tecnologías de acuerdo al perfil de costos y beneficios

Tecnologías	Inversión inicial*	Duración de la brecha**		Tipo	
		I	II	I	II
Terrazas individuales	1	1	0	C	D
Terrazas de banco	1	1	0	C	D
Barreras de piedra	1	0	0	D	D
Camellones	0	0	0	B	B
Diques	1	0	0	D	D
Zanjas	1	0	0	D	D
Acequias	1	0	0	D	D
Barreras vivas	0	0	0	B	B
Siembra en curvas a nivel	0	0	0	B	B
Distancia de siembra	0	1	1	A	A
Abono verde	0	1	1	A	A
L ₀ con mantillo	0	1	0	A	A
Compost	0	1	1	A	A
Barbecho sembrado	0	0	0	B	B
Fertilizantes químicos	0	1	1	A	A
Agroforestería	1	0	0	D	D

* 1=si se necesita, 0= no se necesita

** 1 = dos años o menos, 0= más de dos años.

Los resultados de la clasificación muestran que si las condiciones iniciales corresponden a los agricultores de suelos marginales, poco profundos, entonces las técnicas en el mercado se distribuyen en proporciones aproximadamente iguales entre las categorías A, B, y D, con un porcentaje menor en la categoría C (Tabla 5). El cambio de condiciones iniciales elimina las tecnologías tipo C e incrementa las tipo D que entonces predominan y casi alcanzan al 45% de las tecnologías estudiadas (Tabla 6).

En general, predominan las tecnologías que no necesitan una inversión inicial, lo que apoya la tesis de que estas responden a las necesidades de los pequeños agricultores. Desgraciadamente, dada la naturaleza de las tecnologías dirigidas a la conservación del suelo, predominan aquellas que necesitan más de dos años para comenzar a reeditar beneficios, y esta condición se agrava si los agricultores tienen suelos profundos, donde no se puede esperar una respuesta inmediata a la adopción de la tecnología.

Tabla 5. Porcentaje de tecnologías en cada tipo de acuerdo con el perfil de costos y beneficios, si la profundidad del suelo es limitante.

<i>Longitud del intervalo</i>	<i>Se necesita inversión</i>		
	No	Sí	
Uno o dos años	A (31%)	C (13%)	44%
Más de dos años	B (25%)	D (31%)	56%
Total	56%	44%	100

Tabla 6. Porcentaje de tecnologías en cada tipo de acuerdo al perfil de costos y beneficios, si la profundidad del suelo no es limitante.

<i>Longitud del intervalo</i>	<i>Se necesita inversión</i>		
	No	Sí	
Uno o dos años	A (31%)	C (0%)	31%
Más de dos años	B (25%)	D (44%)	69%
Total	56%	44%	100

Criterio de la intensidad de uso de factores

El uso de este criterio requiere información sobre la estructura de costos de las tecnologías. Para ello se procedió a estimar para cada una de ellas un presupuesto sencillo para el primer año (implantación) y para los años siguientes. Estos últimos se suponen constantes a lo largo de su vida útil. Los procedimientos seguidos y los presupuestos parciales resultantes de las tecnologías descritas se presentan en el Anexo. La Tabla 7 presenta la clasificación de las tecnologías de acuerdo con este criterio.

Tabla 7. Clasificación de las tecnologías de acuerdo al criterio de intensidad de los factores.

Tecnologías	Intensivo en capital*	Tipo
Terrazas individuales	0	B
Terrazas de banco	0	B
Barreras de piedra	0	B
Camellones	0	B
Diques	0	B
Zanjas	0	B
Acequias	0	B
Barreras vivas	0	B
Siembra en curvas a nivel	0	B
Distancia de siembra	0	B
Abono verde	0	B
L _o con mantillo	1	A
Compost	0	B
Barbecho sembrado	0	B
Fertilizantes químicos	1	A
Agroforestería	1	A

*) 1 = intensivo en capital, 0 = intensivo en mano de obra

Criterio del impacto sobre el riesgo

La aplicación de este criterio requiere de un supuesto acerca de cuál es la principal fuente de incertidumbre en la formación de los beneficios. Aunque se reconoce que en la agricultura de Centro América, los precios que reciben los agricultores por sus productos y los que pagan por los insumos se encuentran sujetos a un grado alto de incertidumbre, en este trabajo se supone que la principal fuente de incertidumbre proviene de la variabilidad en los rendimientos, la cual es a su vez afectada principalmente de la variabilidad en la lluvia. El supuesto se basa en el amplio reconocimiento de que el agua es la fuente principal de estrés abiótico en la agricultura de los países en vías de desarrollo (Heisey y Edmeades, en prensa).

Para aplicar el criterio a la clasificación de tecnologías se necesita el supuesto que todas las tecnologías sean rentables en el sentido de que si hay un aumento en rendimientos en cualquiera de los dos estados de la naturaleza, este aumento es suficiente para que los beneficios netos (de costos) aumenten. De esta manera si los rendimientos aumentan los beneficios netos aumentan y si los rendimientos no son afectados en cualquiera de los estados de la naturaleza, los beneficios netos caen como consecuencia del aumento en costos que la tecnología implica. Las tecnologías se clasifican entonces de acuerdo con la tabla 8.

Tabla 8. Clasificación de las tecnologías de acuerdo a su impacto sobre el riesgo

Tecnologías	Beneficios estado normal	Beneficios estado malo	Tipo
Terrazas individuales	▽	△	A
Terrazas de banco	▽	△	A
Barreras de piedra	▽	△	A
Camellones	▽	△	A
Diques	△	△	C
Zanjas	△	△	C
Acequias	▽	△	A
Barreras vivas	▽	△	A
Siembra en curvas a nivel	△	▽	B
Distancia de siembra	△	▽	B
Abono verde	△	D	C
L ₀ con mantillo	△	▽	A
Compost	▽	△	B
Barbecho sembrado	¿?	¿?	¿?
Fertilizantes químicos	▽	△	B
Agroforestería	¿?	¿?	¿?

De acuerdo con este criterio la mitad de las tecnologías pertenecen a la categoría A, es decir que protegen los beneficios en los años de malas condiciones naturales, mientras que un tercio de ellas pertenecen al tipo que necesitan de buenas condiciones para manifestar su bondad, pero que en años malos reducen los beneficios. Solo un quinto de las tecnologías pertenece a la categoría denominada *win-win* las cuales aumentan los beneficios en ambos estados de la naturaleza (Figura 5).

Criterio de la complejidad de la tecnología

Por su naturaleza este criterio es el más subjetivo de todos. La descripción de las tecnologías dadas en secciones previas sirve de base para la clasificación que se presenta

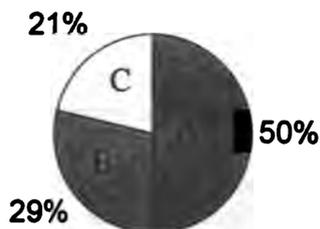


Figura 5. Porcentaje de las tecnologías de acuerdo con su impacto sobre el nivel de riesgo.

en la Tabla 9. Para dar un ejemplo, aquellas tecnologías que requieren el aprendizaje por parte del agricultor de alguna habilidad especial, tal como lo es el manejo del marco en A, se clasifican como compleja.

Tabla 9. Clasificación de las tecnologías de acuerdo a su complejidad.

Tecnologías	Tipo*
Terrazas individuales	C
Terrazas de banco	C
Barreras de piedra	C
Camellones	C
Diques	C
Zanjas	C
Acequías	C
Barreras viva	C
Siembra en curvas a nivel	C
Distancia de siembra	S
Abono verde	S
L ₀ con mantillo	S
Compost	C
Barbecho sembrado	S
Fertilizantes químicos	S
Agroforestería	C

*S= simple, C = compleja

La mayoría (casi 70%) de las tecnologías que se promocionan en CA requieren un cierto grado de conocimiento y habilidad por parte del agricultor para ser ejecutada en forma correcta (Figura 6). Esta característica eleva los costos de transacción relacionados con la adopción de este tipo de tecnologías y pone presión sobre los servicios de extensión. Es quizás por esta razón que la mayoría de las instituciones que promocionan este tipo de tecnologías son proyectos manejados o asociados con ONG que tienen técnicos y extensionistas en el campo para apoyar y promover el uso de la tecnología.

Compleja

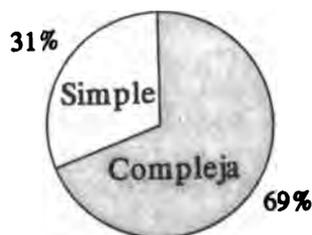


Figura 6. Porcentaje de tecnologías de acuerdo con su complejidad en el manejo.

5. Resumen de las Circunstancias de los Pequeños Agricultores de CA

Los pequeños agricultores (de microfincas y de fincas subfamiliares) presentan en todos los países centroamericanos casi la mitad de todos los agricultores. En los países del triángulo del norte (Guatemala, El Salvador, Honduras) este porcentaje es todavía más alto con casi dos tercios de los agricultores que se puede clasificar como pequeño.

Las fincas de los pequeños agricultores están caracterizadas por la escasez de la tierra y del capital y abundancia de mano de obra, debido a la gran cantidad de miembros de la familia. El tamaño de la finca normalmente no supera 5 ha y lo más común es que el agricultor cultive entre dos y tres ha (microfincas: < 2.5 ha, fincas subfamiliares: entre 2.5 ha y 5 ha). Esto en muchos casos no es suficiente para satisfacer las necesidades básicas de la familia y el agricultor tiene que alquilar terreno o diversos miembros de la familia tienen que buscar trabajo fuera de la finca. Además la tenencia de la tierra es a menudo inestable, por falta de títulos legales de propiedad. Esto significa por un lado que el pequeño agricultor es reacio de invertir en su finca y en la fertilidad de sus suelos. Tiene además dificultades para planificar hacia el futuro y solicitar crédito, porque los bancos demandan la tierra como garantía colateral. Por eso el pequeño agricultor normalmente puede conseguir crédito solamente con los prestamistas privados, que aplican tasas de interés dos o tres veces más altas que los bancos o que lo obligan a venderles su cosecha por un precio bajo.

El nivel de ingreso del pequeño agricultor es relativamente bajo. Esto resulta de los pocos excedentes que obtiene para vender en el mercado. Para ello existen diferentes razones: En general, el pequeño agricultor está involucrado principalmente en la producción de granos básicos y no de los productos de la exportación. Esto resulta de la necesidad de satisfacer las necesidades de la familia. Además los rendimientos obtenidos son tan bajos que la mayor parte se usa para el consumo familiar. Una razón para los bajos rendimientos es que la mayoría de los pequeños agricultores están localizados en áreas marginales, como laderas, donde la calidad de los suelos en general es menor que en las áreas planas, esto produce problemas con la erosión hídrica si no se usan técnicas de producción apropiadas y es más difícil introducir mecanización. Al mismo tiempo se usan tecnologías de producción tradicional o la producción está solamente semitecnificada. En el sistema tradicional, aplicado básicamente por las microfundistas, no se utilizan las variedades mejoradas, los fertilizantes ni los plaguicidas. Todos las labores en el terreno se hacen manualmente y el chapeo con la quema es todavía la técnica preferida para preparar el suelo. En el sistema semitecnificado, usado más en las fincas subfamiliares, el nivel de la mecanización es también muy bajo. Sin embargo, los agricultores de este tipo usan con mayor intensidad nuevas tecnologías como fertilizantes, mayor densidad de plantas etc., y no queman, sino que usan herbicidas. El nivel relativamente bajo de la tecnología usada resulta del hecho que el pequeño agricultor tiene, como se mencionó antes, muchas dificultades para obtener crédito. Además es relativamente difícil para él obtener informaciones sobre nuevas técnicas de producción, por a carencias institucionales y a que en general, el nivel de la educación es muy bajo. Al mismo tiempo no existen suficientes canales de comercialización, debido a carencias infraestructurales, para los productos excedentes que el agricultor obtiene.. Así es más difícil para el pequeño agricultor vender sus excedentes por un precio aceptable porque el número de compradores es muy limitado, o porque el tiene muchas dificultades para llegar al mercado.

En la tabla 10 se da un resumen de las características importantes de los pequeños agricultores, para verificar si corresponden a las características de las técnicas de conservación investigadas.

Tabla 10: Nivel de las características de los pequeños agricultores en CA

Característica	Nivel
Tamaño de la finca	Menos de 5 ha
Tenencia de la Tierra	Inestable, muchas veces falta de títulos legales
Ubicación geográfica de la finca	En general en laderas
Nivel de Ingresos	Bajo
Acceso al Crédito	Difícil
Dotación de mano de obra	Abundante
Dotación de capital	Baja
Nivel tecnológico	Bajo
Nivel de educación	Bajo
Acceso a información	Difícil

6. Análisis de Congruencia entre Características de las Técnicas de Conservación y las Circunstancias de los Pequeños Agricultores en CA

Para facilitar la adopción de técnicas de conservación de suelos por parte de los pequeños agricultores existen diversas posibilidades. Una vía importante, como se explicó antes, es diseñar y promover técnicas adecuadas lo más posible a las circunstancias de los usuarios, para que el cambio en el sistema de producción sea fácil de hacer. Con esto puede ser posible minimizar uso de medidas adicionales, a veces muy costosas, para difundirlas. Considerando las circunstancias de los pequeños agricultores en CA ¿qué características de las técnicas de conservación se corresponden más con estas circunstancias? ¿Y cuál son las técnicas investigadas que las tienen?

6.1 La combinación mas apropiada de los tipos de características

Perfil de Costos-Beneficios: Corresponden con este criterio las técnicas que no requieren inversión inicial y donde el intervalo hasta que se genera beneficios es menor a 2 periodos (**tipo A**). Son las más apropiadas para los pequeños agricultores, porque no tienen fácil acceso al crédito. Además sus horizontes de planificación no son muy largos, debido a la tenencia de la tierra inestable y el nivel bajo de ingresos. Por eso, cuanto más rápido se puede ver el efecto del uso de la técnica, es tanto más atractiva.

Intensidad de uso de los factores: Debido a la baja dotación de capital, a causa del bajo nivel de ingresos y las dificultades de obtener crédito, las técnicas que son intensivas en el uso de capital no son muy atractivas para los pequeños agricultores. Debido a

que en la mayoría de estas fincas existe abundancia de la mano de obra, las técnicas del **tipo B** (intensivas en uso de la mano de obra) corresponden más a las circunstancias de los agricultores.

Impacto sobre el Riesgo: El bajo nivel de ingresos y el tamaño pequeño de la finca, que muchas veces no es suficiente para satisfacer las necesidades básicas de la familia, no permiten al agricultor tomar grandes riesgos. Dada también la incertidumbre sobre la cosecha por factores climáticos, el cambio en el sistema de producción debe lograr un aumento de los rendimientos, o por lo menos mantenerlos estables, para que este cambio sea una buena opción para el agricultor. Por eso las técnicas que aumentan los beneficios en un año normal y en un año malo (**tipo C**) son las más apropiadas por el pequeño agricultor.

Complejidad de la técnica: Cuanto menor el conocimiento técnico o conocimiento de relaciones biológicas complejas necesarias para entender y implementar una técnica de conservación, tanto más fácil que los pequeños agricultores la puedan adoptar (técnicas de **tipo S**). En relación con este tema, se debe también tomar en cuenta el nivel bajo de la educación formal de muchos pequeños agricultores. Esto significa que se puede observar que muchas veces ellos tienen un buen conocimiento de fenómenos observables, pero que en general existe menor conocimiento de fenómenos e interacciones no observables.

Para resumir se puede decir que las técnicas de los **tipos A, B, C, S** son las que más corresponden con las circunstancias de los pequeños agricultores en CA.

Sin embargo, hay que decir que no es suficiente que una técnica de conservación combine estos tipos de características para garantizar su adopción. Para facilitar la adopción es importante que la técnica haya sido adaptada y sea muy compatible con todas las condiciones específicas en un área (clima, sistema de producción, etc.). Además los agricultores tienen que obtener informaciones sobre la técnica en una manera fácil y bien comprensible (charlas, días de campo, etc.) para que ellos puedan ver las ventajas y desventajas de esta técnica. Adicionalmente tiene que existir por parte de los agricultores un conocimiento del problema de la degradación de suelos, los efectos de la erosión y su conexión con la pérdida de productividad. Si no existe esta sensibilidad por el problema de la degradación de recursos naturales es difícil que el agricultor comprenda por qué él tiene que invertir capital y tiempo para resolver un problema que no existe para él. Sin embargo se puede evitar este problema parcialmente, por medio del desarrollo y la promoción de técnicas de conservación que al mismo tiempo aumenten, o por lo menos estabilicen, la producción agraria. Es decir en el desarrollo de estas técnicas se tomó en cuenta el perfil de costos-beneficios. Por eso el agricultor tiene también un incentivo económico para adoptar estas técnicas.

Como técnicas del tipo **A** del criterio de costos-beneficios se pueden clasificar en total cinco técnicas: abonos verdes, uso de *compost*, cambios en la distancia de siembra, fertilizantes químicos y la cero labranza con mantillo. Estos representan 31% de las técnicas investigadas.

Sin los dos criterios de la complejidad y del impacto sobre el riesgo hay en total tres técnicas del tipo **A, B**: abonos verdes, el uso de *compost* y cambios en la distancia de siembra. Estas representan 19% de las técnicas investigadas.

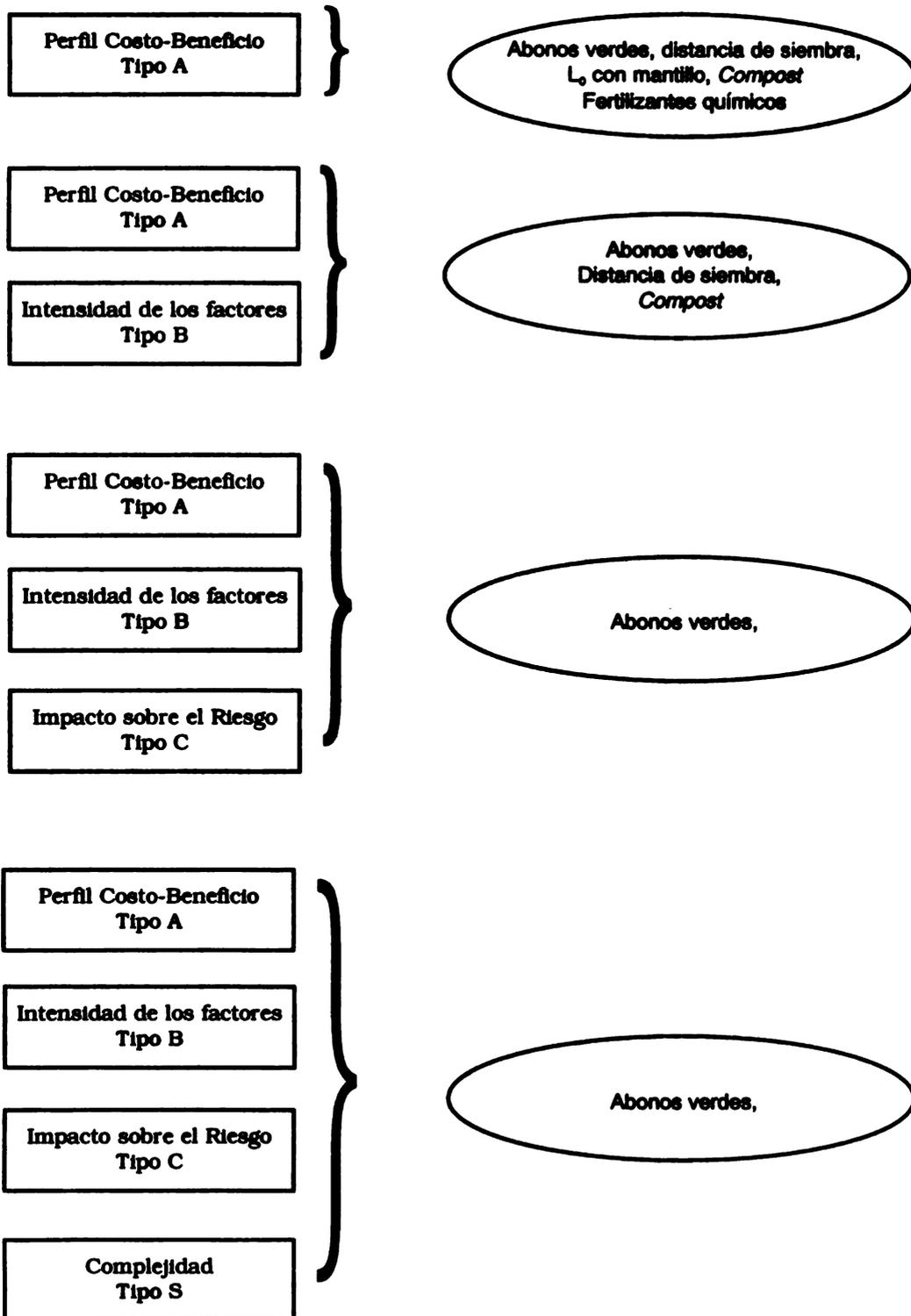


Figura 7: Resultados de la análisis de congruencia

Si no se toma en cuenta el criterio de la complejidad, la combinación de tipos de características es **A, B, C**. No cambia la cantidad de técnicas apropiadas para el uso de los pequeños agricultores en CA. Incluso solamente una técnica, el uso de abonos verdes, cumple con todos los requerimientos.

7. Implicaciones

Los resultados muestran que casi 70% de las técnicas de conservación más importantes y promovidas por una gran cantidad de organizaciones en CA, de una manera u otra, no corresponden a las circunstancias de los pequeños agricultores. Esto hecho puede ser una de las razones más importantes para explicar la baja adopción de estos tipos de técnicas. Esto significa, por una parte, que los pequeños agricultores que quieren proteger sus suelos, pero que no pueden dejarlos en descanso por suficiente tiempo, solamente tienen una selección muy limitada de opciones. Además es casi imposible para un agricultor combinar técnicas preventivas y correctivas, porque casi todas las técnicas correctivas (todas las obras físicas) requieren una gran inversión inicial o más de dos periodos hasta que se ve su efecto. Por otra parte, falta en muchas técnicas un incentivo económico de corto plazo para su adopción. Este incentivo es importante para atraer a los agricultores que tal vez no pueden preocuparse tanto por la degradación de sus suelos, porque ya tienen dificultades para satisfacer las necesidades básicas de la familia y su tenencia de la tierra es insegura.

Los resultados del análisis muestran además que las técnicas que involucran cambios en el manejo de los cultivos en general, exhiben la mayor congruencia con las circunstancias de los pequeños agricultores. Tanto las obras físicas como la introducción de un nuevo sistema de la producción requieren una gran cantidad de capital y mano de obra y un buen conocimiento técnico, mientras que los cambios en el sistema de producción tienen un buen perfil de costo-beneficio y se basan en un mayor uso de mano de obra, más que en el uso de capital. Además es más fácil entender los cambios, cuando están basados en un sistema que los agricultores ya conocen.

Se evidencia la necesidad de más investigación en técnicas de conservación de suelos en CA. Esta investigación puede resultar en una adaptación de técnicas ya conocidas o en el desarrollo de nuevas técnicas más apropiadas para el uso de los pequeños agricultores en CA. Un punto importante aquí es la incorporación del concepto de la rentabilidad de las técnicas, a corto plazo también, para que el agricultor tenga un incentivo económico en adoptarlas.

Como muchos de los problemas de la degradación de suelos tienen varios componentes específicos del área, un punto clave en el diseño y/ó la adaptación de las técnicas es la incorporación de sus usuarios en el proceso de la investigación. Así se puede asegurar que las nuevas técnicas den una respuesta a los problemas importantes que enfrentan los agricultores allí. Además la solución del problema de la erosión muchas veces requiere la cooperación de diferentes agricultores y también de las autoridades de la comunidad para desarrollar soluciones conjuntas y remover obstáculos al nivel de la comunidad.

Bibliografía

- Ahmad, S. 1966: *On the theory of Induced Invention*. *Economic Journal* 76, pp. 344-357.
- Buckles, D, Triomphe, B y Sain, G., 1998: *Cover Crops in Hillside Agriculture*, CIMMYT, México D.F.
- Dvorak, Karen A.. 1996: *Catalogue of soil conservation practices and projects in Central America*. Hillside Program, International Center for Tropical Agriculture. Internal Report, July 1996, Tegucigalpa, Honduras.
- Feder, G y Umali L. 1993: *The Adoption of Agricultural Innovations. A Review*, *Technological Forecasting and Social Change* 43, 215-239
- Hayami, Y. y Ruttan, V. 1985: *Agricultural Development*, John Hopkins University Press, Baltimore
- Lutz, E., Pagiola, S. y Reiche, C. 1994: *Economic and Institutional Analyses of Soil Conservation Projects in Central American and the Caribbean*, in: Lutz, E., Pagiola, S. y Reiche, C., 1994: *Economic and Institutional Analyses of Soil Conservation Projects in Central American and the Caribbean*, World Bank Environment Papers No. 8, The World Bank, Washington, D.C.
- Todaro, M. P. 1985. *Economic Development in the Third World*. Longman New York 3rd Edition.

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL ESTADO ACTUAL Y FUTURAS TENDENCIAS EN LA LEGISLACION CENTROAMERICANA

Jorge Cabrera Medaglia

1. Introducción

En el transcurso de los últimos años los países de Centro América (CA) han iniciado un largo camino hacia la puesta en marcha de la protección a los derechos de propiedad intelectual (DPI) en general y de aquellos relacionados con las plantas y animales en particular. El camino de los países centroamericanos hacia la implementación de los DPI está marcado por varios importantes hitos relacionados principalmente con el proceso de apertura comercial e integración de las economías al mercado mundial. En particular se pueden mencionar los siguientes:

- 1 El GATT y la Ronda Uruguay
- 2 El Tratado de Libre Comercio con México
- 3 El Area del Libre Comercio de las Américas
- 4 El Convenio Centroamericano sobre Propiedad Industrial (invenciones y diseños industriales) y
- 5 El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)

A continuación se presenta en forma breve el estado presente de la legislación sobre este tema en los países centroamericanos y su posible impacto sobre varios aspectos relacionados con la política de investigación agrícola. Un análisis mas detallado sobre estos temas puede encontrarse en Sain, Cabrera y Quemé (1999).

2. Conceptos Básicos Sobre Tres Sistemas de Protección de los Derechos de Propiedad Intelectual

En esta sección se explica brevemente el funcionamiento y los derechos implicados en los tres sistemas de protección de los DPI relevantes para este trabajo: el sistema de patentes, el sistema de los derechos de obtención vegetal y el sistema de los secretos comerciales o industriales.

2.1. El sistema de patentes

Para obtener una patente de invención se deben cumplir con una serie de requisitos:

Novedad: Se exige que la invención no se encuentre en el "estado de la técnica", el cual comprende todo lo que haya sido divulgado o hecho accesible al público en cualquier lugar del mundo y por cualquier medio antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente. También es usual considerar dentro del "estado de la técnica" el contenido de la solicitud de patente en un registro de propiedad intelectual o industrial o la publicación de la solicitud.

Nivel inventivo: Se considera que una invención tiene nivel inventivo, si para una persona capacitada en la técnica correspondiente la invención no resulta obvia, ni se habría derivado de manera evidente del estado de la técnica pertinente.

Aplicación industrial: Una invención se considerará que posee aplicación industrial cuando su objeto pueda ser producido o utilizado en cualquier tipo de industria o actividad productiva. El término "industrial" se entiende en sentido amplio, comprendiendo la artesanía, la agricultura, ganadería, pesca, servicios, etc. Como un invento se conceptúa como la solución técnica de un problema específico, meras elucubraciones sin aplicación práctica se encuentran fuera del derecho de patentes.

2.2. El sistema de los derechos de obtención vegetal (DOV)

La protección de las plantas (variedades vegetales) se ha efectuado por medio de un sistema alterno, diferente al de las patentes de invención. En términos generales, aunque este sistema pretende igualmente conferir un derecho de exclusión a terceros de una serie de actos, los principios básicos que rigen el mismo son diferentes. Este sistema de derechos de obtención vegetal se regula a nivel internacional en la Unión Internacional para la Protección de las Variedades Vegetales (UPOV)¹⁷, firmada en 1961 y revisada en 1972, 1978 y 1991. Precisamente, las dificultades de tutelar estas nuevas variedades mediante las patentes de invención, condujeron a países como los Estados Unidos y varias naciones europeas a emitir leyes especiales destinadas a brindar a los fitomejoradores determinados derechos. Las iniciativas nacionales en estos países llevaron a la negociación y aprobación del Convenio de la UPOV en el año de 1961.

De acuerdo con la UPOV, la variedad vegetal que se pretende proteger debe cumplir con una serie de requisitos:

- 1) Claramente distinguible por uno o varios caracteres importantes de cualquier otra variedad cuya existencia sea notoriamente conocida.
- 2) Suficientemente homogénea, teniendo en cuenta las particularidades que presenta si es de reproducción sexual o de multiplicación vegetativa.
- 3) Estable en sus caracteres esenciales de forma que pueda permanecer fiel a su tipo después de reproducciones o multiplicaciones sucesivas.

¹⁷ Pocos países son miembros de UPOV. No obstante varios países en desarrollo contienen mecanismos de tutela similares a UPOV, aun sin ser parte de este Convenio, cfr. Lesser (1991).

- 4) Nueva en el sentido de que no haya sido comercializada o entregada a terceros con el consentimiento del obtentor, sus derechohabientes y causahabientes en el país en el cual se solicita protección durante un determinado plazo antes de la fecha de solicitud (normalmente un año), o en un país diferente en un determinado plazo (normalmente cuatro años).
- 5) Debe poseer una denominación.

El procedimiento de inscripción es relativamente sencillo y se debe realizar un examen sobre la variedad materializada o en algunos países resulta suficiente la confrontación de los datos suministrados por el solicitante con los existentes para verificar la novedad (distinción) de la variedad. Igualmente, los derechos temporales conferidos son menores, básicamente se limitan a la comercialización de la variedad.

En términos generales se requiere su autorización, sujeta a condiciones como el pago de regalías, para:

- 1) La producción o reproducción (multiplicación)
- 2) La preparación con fines de reproducción o multiplicación
- 3) La oferta en venta
- 4) la venta o cualquier forma de comercialización
- 5) La exportación
- 6) La importación
- 7) La posesión para cualquiera de los fines anteriormente indicados

Esta autorización se aplica igualmente a variedades esencialmente derivadas de la variedad protegida, cuando ésta no sea a su vez una variedad esencialmente derivada, en caso de que los países establezcan disposiciones sobre este tipo de variedades, como también se aplica a una variedad que no se distinga claramente de la variedad protegida y a variedades cuya producción necesite del empleo repetido de la variedad protegida.

Además, la UPOV contiene algunas reglas de importancia en lo tocante a su forma de funcionamiento. Según la UPOV, el uso de una variedad vegetal para crear nuevas variedades y la explotación comercial de éstas permanece libre (Excepción del Mejorador). También se permite a los agricultores el uso de sus propias semillas de variedades protegidas para la siembra de la siguiente cosecha en su propia granja (Privilegio del Agricultor). Los derechos del obtentor no se hacen extensivos a los productos obtenidos con las semillas protegidas, los cuales pertenecen al agricultor.

Por las características del desarrollo agrícola, la protección de las variedades vegetales bajo el sistema de patentes puede resultar negativa para los agricultores y sus prácticas tradicionales y para los institutos de investigación agrícola públicos. Ello por razones obvias que parten de una realidad incontestable: las prácticas agrícolas tradicionales se han sustentado largo tiempo en el libre flujo de germoplasma vegetal y en la posibilidad de utilizar este material para producir nuevas semillas y variedades. Esta es la forma como ha funcionado y funciona el mejoramiento de los campesinos y agricultores, precisamente el mejoramiento más importante para la agricultura.

Debido a que las empresas privadas prefieren el patentamiento al sistema de la UPOV, tiene lugar la lucha por acercar este último al primero. De esta manera en la revisión anterior del Convenio en marzo de 1991 pero que aún no se encuentra en

vigencia, se ha limitado el libre uso de variedades protegidas y puede tener efectos restrictivos sobre las prácticas agrícolas de difusión. Por ende las diferencias a nivel de derechos conferidos son cada vez más escasas, entre los sistemas de patentes y los sistemas de obtención vegetal¹⁸.

2.3. El sistema de secretos comerciales

Otra de las formas de protección de las variedades que puede ser utilizada son los denominados secretos comerciales o industriales. Sin embargo, a diferencia de derechos de propiedad intelectual tales como patentes de invención, los secretos comerciales son difíciles de establecer, proteger y cumplir (Gollin 1993). Primero, para que pueda existir válidamente un secreto comercial se requiere el cumplimiento de diversos requisitos. Uno de estos requisitos radica en haber tomado las medidas del caso para mantener confidencial la información, tales como sellos, etiquetas, cerrojos, etc. Otro de los requerimientos para proteger los secretos comerciales o la información que proporciona una ventaja competitiva consiste en el carácter de secreto de la información y mientras ello ocurra gozará de la protección, incluso a perpetuidad si es del caso. Pero una vez que la información se divulga al público pierde el carácter de secreto y deja de ser tutelable, por ejemplo cuando se publica.

El tercer requerimiento lo constituye el valor económico de la información. Adicionalmente, los secretos comerciales no se inscriben ni requieren para su protección de formalidad alguna, con las salvedades antes apuntadas. No obstante, en caso de revelación no autorizada o de acceso a la información confidencial de valor comercial, debe acudir a un litigio para demostrar la violación al derecho conferido y es frecuente que se manifiesten diversas posiciones respecto a los esfuerzos para mantener el secreto, el carácter público o no del mismo.

A la fecha la utilización de secretos comerciales se ha radicado en la protección de las líneas parentales de híbridos. Sin embargo en el tanto exista una apropiada protección para las variedades vegetales, las empresas pueden buscar ésta en lugar de los secretos comerciales. Recientemente en los Estados Unidos, la Corte de Justicia condenó a una compañía a pagar 46 millones de dólares por la violación del secreto comercial de una línea parental de un híbrido, pese a los argumentos de la demanda en el sentido de que al no existir patente o derecho de obtención, no era posible argumentar transgresión a derecho alguno (Hamilton 1996). Algunos sostienen que ante las dificultades derivadas de la protección por la vía de los secretos comerciales y ante las posibilidades de obtener la información necesaria, por ejemplo, a través de la ingeniería en reversa y otras, se recurrirá cada vez más a la protección por patentes o por derechos de mejoradores en sustitución de los secretos.

En resumen, de acuerdo con las normas especificadas por los compromisos adquiridos, los países de CA pueden elegir entre un sistema de protección basado en el concepto de patente o en un sistema *sul generis*. En este último caso la elección se ha basado en las especificaciones de la UPOV de 1978, o en sus modificaciones realizadas en 1991. La Tabla 1 resume las principales diferencias y similitudes entre los sistemas. (Astudillo y Alarcón 1997; van Wijk y otros 1993).

¹⁸ Algunos citaban como las diferencias más relevantes, el privilegio del agricultor, la excepción del fitomejorador y el alcance de las licencias de utilidad pública.

Tabla 1. Comparación entre las principales provisiones de los derechos de obtención según el convenio de UPOV y las patentes de invención.

Disposiciones	UPOV 78	UPOV 91	Patentes
Cobertura	variedades de plantas de especies nacionalmente definidas	Variedades de plantas de todos los generos y especies	Inventiones
Requisitos	Distintas Uniformes Estabilidad	Novedad Distintas Uniformes Estables	Novedad nivel inventivo aplicación industrial
Periodo de protección	mínimo 15 años	Mínimo 20 años	17 a 20 años
Materia protegida	uso comercial del material reproductivo de la variedad	uso comercial de todo el material de la variedad	uso comercial de la materia protegida
Excepción del fitomejorador	sí	no para variedades esencialmente derivadas	No
Privilegio del agricultor	sí	depende de cada legislación nacional	No
Prohibición de doble protección	no puede coexistir doble protección		

Fuente: van Wijk y otros 1993.

3. Estado actual y perspectivas futuras de los DPI en los países de Centro América¹⁹

En esta sección se analiza el estado actual y las perspectivas del establecimientos de nuevos regímenes de propiedad intelectual en los diversos países de la región. Como se expresara anteriormente, debido al artículo 27. 3 del Acuerdo sobre los Aspectos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio (TRIPS) de la OMC, de las negociaciones políticas del ALCA y de los propios programas nacionales de modernización y reforma estructural, los países se encuentran orientados la fortalecimiento de sus derechos de propiedad intelectual. Sin embargo, como también indicamos, el Acuerdo TRIPS confiere a las Partes un cierto margen de discrecionalidad para otorgar patentes o no a las plantas y los animales o para establecer un sistema *sul generis* efectivo. Este sistema *sul generis* puede basarse en el Convenio de UPOV en sus versiones de 1978 o de 1991 o en una mezcla de disposiciones de ambos, etc. Ello demuestra que aunque los cambios

¹⁹ Nos limitaremos a describir el estado y perspectivas de la legislación, en el tanto la explicación de las patentes y los derechos de obtención se ha hecho en forma previa y las consecuencias de las normas legales, se discutirán en la sección siguiente del trabajo.

vendrán, la naturaleza exacta de los mismos y sus efectos no serán tan homogéneos en la región. Por ejemplo, como mencionamos, la decisión de patentar variedades vegetales y plantas, trae consigo consecuencias diversas a la de establecer derechos del obtentor. Estos últimos pueden asimismo ser diferentes en el tanto se basen en UPOV 78 o en UPOV 1991, o bien en un sistema ideado para satisfacer las necesidades propias de cada país. Cabe destacar que a la fecha de la investigación ningún país tiene en curso legislativo el Convenio de UPOV.

3.1. Panamá

Quizá Panamá constituya uno de los principales ejemplos de la forma como los acuerdos de comercio exterior, conllevan cambios importantes en los regímenes de propiedad intelectual. Panamá fue el último país de la región en ser parte de la OMC y por ende en estar obligado por las disposiciones de los TRIPS. Como parte de la legislación promulgada en el proceso de adhesión a la citada OMC, Panamá contempló la protección de las variedades vegetales, a través de un sistema basado en UPOV Acta de 1978.

La legislación panameña sobre patentes, la Ley No. 35 del 10 de mayo de 1996, expresamente exceptúa de la patentabilidad (art. 15):

- 1) Los casos esencialmente biológicos para la obtención o reproducción de plantas, animales o sus variedades siempre que la Dirección General de la Propiedad Industrial (DIGERPI) del Ministerio de Comercio considere que atentan contra la moralidad, integridad o dignidad del ser humano.
- 2) Las especies vegetales y las especies y razas animales.
- 3) Las variedades vegetales.

Es evidente la exclusión de las variedades del ámbito de protección, incluso de forma un tanto reiterativa y confusa.

Para cumplir con lo establecido en el acuerdo sobre TRIPS, Panamá, en la Ley 23 publicada en La Gaceta del 26 de julio de 1997, estableció un sistema de obtenciones vegetales basado en el Convenio de UPOV Acta de 1978. Se crea un Registro de Variedades Protegidas a cargo del DIGERPI.

El título que trata de las Normas para la Protección de las Obtenciones Vegetales, dispone claramente que tiene por objeto " reconocer y garantizar el denominado "Derecho del Obtentor", al obtentor de una variedad vegetal en las condiciones citadas a continuación"(art. 231).

Las condiciones requeridas para la variedad son: que sea nueva, distinta, estable, homogénea y que haya recibido una denominación (art. 243).

El derecho del obtentor será comercializable, transferible y heredable y por ende podrán concederse licencias a terceros (art. 237).

Los alcances del derecho son (art. 238):

Requerir la autorización del titular, respecto del material de reproducción o de multiplicación vegetativa, para:

- 1) La producción.
- 2) La oferta en venta, la venta o cualquier otra forma de comercialización.
- 3) El repetido uso de la nueva variedad para la producción comercial de otra variedad.
- 4) El uso de plantas ornamentales o partes de dichas plantas, que normalmente son comercializadas para fines distintos de la multiplicación, en caso de que se utilicen comercialmente como material de multiplicación con vista a la producción de plantas ornamentales o flores cortadas.

El obtentor puede supeditar la autorización a condiciones y limitaciones.

El derecho del obtentor se extiende a todas las especies y géneros botánicos y será aplicado en general a la planta completa, incluyendo todo tipo de flores, frutas o semillas y cualquier otra parte de ella que pueda ser utilizada como material de reproducción o multiplicación (art. 239).

Se recoge la excepción del agricultor siempre y cuando se trate del uso en su propia finca, pero se prohíbe cualquier venta, comercialización y transferencia, como semilla o material de multiplicación (art. 239).

Estipula el privilegio del fitomejorador, al disponer que no será necesaria la autorización del titular para emplear la variedad como origen inicial de variación para crear otras variedades ni para comercializarlas. Sólo se requerirá en caso de que se haga uso repetido de la variedad para la producción comercial de otra variedad (art. 240). Lo importante radica en que no se establece el sistema de variedad esencialmente derivada para limitar el privilegio del fitomejorador, acorde con UPOV 1978.

El derecho será de 20 años a partir de la fecha de concesión del título y para árboles, vides, frutales, etc. de 25 años (art. 249), pasados los cuales pasarán al dominio público.

Por último se establecen condiciones para el otorgamiento de licencias obligatorias por razones de interés público (art. 250), la procedencia del examen técnico de la variedad (art.260), causales de extinción y de nulidad del título y sanciones penales, civiles y administrativas.

En general, la nueva ley panameña se acerca mucho a UPOV 1978 y no considera muchas de las nuevas reglas de UPOV 1991, lo cual es absolutamente legítimo.

3.2. Costa Rica

La Ley de Patentes No. 6867 data de 1983, ésta no solo excluye de la patentabilidad las variedades vegetales y las razas animales y los procedimientos esencialmente biológicos para su obtención, sino que agrega los procedimientos microbiológicos. El proyecto

de ley de patentes de invención , publicado en la Gaceta No. 224 del 24 de noviembre de 1995 (la cual pretende cumplir con los compromisos del Acuerdo TRIPS), en el artículo 2 inciso a expresamente considera fuera de la posibilidad de dar esta clase de protección a las plantas y los animales, excepto los microorganismos, y los procedimientos esencialmente biológicos para la producción de plantas y animales, que no sean procedimientos no biológicos o microbiológicos.

En ese mismo artículo se dispone que las obtenciones vegetales tendrán protección por la vía de los derechos de obtentor vegetal.

Con el fin de dar sustantividad a la anterior propuesta, se ha trabajado en un proyecto de Ley para la Protección de las Obtenciones Vegetales, cuyo principal impulsor es la Oficina Nacional de Semillas. Ello no es de extrañar debido a que la Ley de Semillas y el reglamento, contienen algunas referencias a la existencia de un registro de variedades vegetales, específicamente el artículo 8 incisos c y d de la citada ley y en el artículo 61 del reglamento.

Esta propuesta, que se espera modificar para eliminar algunos conceptos propios de Convenio UPOV 1991 como el de variedad esencialmente derivada, contiene diversas estipulaciones de interés.

Los requisitos para la obtención de un derecho de obtención son la novedad, la distinción, la homogeneidad, la estabilidad (art. 5) y además se exige que posea una denominación (art. 33 y ss.).

Los derechos asignados son los de (artículo 12):

1. Producir y vender en forma exclusiva el material reproductivo de una nueva variedad, pudiendo conceder licencias de explotación a terceros.
2. Se requerirá la autorización del obtentor para la reproducción, oferta de venta, venta y exportación e importación de:
 - a- El material reproductivo de la variedad protegida
 - b- El producto de la cosecha (incluidas plantas enteras o partes de ellas) cuando éste fuese obtenido por utilización no autorizada del material de reproducción de la variedad protegida
 - c- Las variedades esencialmente derivadas de la variedad protegida, siempre que ésta no sea a su vez una variedad esencialmente derivada
 - d- Variedades que no se distingan claramente de la variedad protegida
 - e- Variedades cuya reproducción necesite del empleo repetido de la variedad protegida

Como parte de las limitaciones se establece el privilegio del fitomejorador de utilizar variedades protegidas para mejora o investigación y la protección, en caso de obtener una variedad distinta y la excepción del agricultor para reproducir semilla de la variedad protegida para se utilizada únicamente en su propia explotación (arts. 14 y 15). Se reafirma la posibilidad de otorgar licencias a terceros (art. 16) así como la procedencia de licencias obligatorias en casos de interés público comprobado (art. 17).

El plazo de vigencia del derecho será de 15 años para las plantas anuales y de 20 años para los perennes a partir de la fecha de expedición del título por la Oficina

Nacional de Semillas (art. 29), tendiendo carácter provisional durante los dos primeros años (art. 27).

Se regulan aspectos tales como la extinción del derecho por nulidad y otras causas, así como la suspensión del mismo (arts. 31 y 32).

Se contemplan disposiciones sobre infracciones y sanciones civiles, penales y administrativas (arts. 40 y ss.).

En relación con el sistema de examen puede ser tanto sobre la variedad (por la propia Oficina o por terceros) como sobre los datos e información aportados por el solicitante (art. 7).

En el ordenamiento jurídico de Costa Rica existe una Ley de Biodiversidad que contiene normas (arts. 80 y siguientes) para la tutela del conocimiento indígena y las innovaciones, conocimientos y prácticas campesinas (derechos de los agricultores)²⁰, que se protegerían por medio de un sistema de registro. Previo al establecimiento de tal sistema se procedería a una consulta sobre:

- 1) Identificación de los requisitos y procedimientos exigidos para que sea reconocido el derecho *sui generis* y la titularidad del mismo.
- 2) Estructuración de un sistema de registro para los derechos *sui generis*, de conformidad con las prácticas culturales de los interesados.
- 3) Obligaciones y derechos que confiere el registro, incluyendo la posibilidad de otorgar licencias y su registro respectivo.
- 4) Identificación de las causales de nulidad o cancelación del derecho y las causales o cancelaciones de derechos individuales otorgados sobre el conocimiento, prácticas e innovaciones colectivas.

Adicionalmente, se crearía el "Registro de Derechos *sui generis*". Se dispone entonces que el " Registro de Propiedad Intelectual establecerá, de conformidad con lo dispuesto en el artículo anterior, un Registro de derechos de propiedad *sui generis* para la tutela de los conocimientos, prácticas e innovaciones de las comunidades locales e indígenas referentes a la conservación o el uso sostenible de la diversidad biológica. El Estado protegerá estos derechos y procurará que sus titulares sean compensados por el uso que de él se haga."

Este proyecto se encuentra en curso legislativo, aunque existe una Subcomisión Especial Mixta de la Asamblea Legislativa trabajando en un nuevo texto.

3.3. Nicaragua

La legislación nicaragüense en la materia se remonta a 1899, razón por la cual la temática que acá nos ocupa, no resulta tomada en consideración en la misma. Si bien

²⁰ Este derecho de los agricultores, se discutirá en la sección relativa a los efectos.

esta ley no excluye las variedades vegetales y las plantas, tampoco establece la posibilidad de su tutela.

Asimismo, la recién Ley de Producción y Comercio de Semillas (No. 280 del 9 de febrero de 1998), contiene algunas disposiciones generales sobre la protección de las variedades vegetales, pero cuyo alcance y dimensiones sólo podrán conocerse una vez que se reglamente apropiadamente.

Sin embargo, se encuentra una versión preliminar elaborada por el Ministerio de Economía y Desarrollo, sobre una ley de patentes, basada (en ocasiones resulta una copia literal) en el proyecto de Convenio Centroamericano citado.

La ley tiene como objeto establecer el régimen jurídico para la protección legal de las invenciones, modelos de utilidad y de los diseños industriales, la represión de la competencia desleal en lo que atañe a esta materia. (art. 1)

El Registro de la Propiedad Industrial será la dependencia administrativa encargada de la aplicación de esta ley.

Se considera que no constituirán invenciones, entre otros (art. 4):

- 1) los simples descubrimientos,
- 2) las materias o las energías en la forma en que se encuentren en la naturaleza;
- 3) los procedimientos biológicos tal como ocurren en la naturaleza y que no supongan intervención humana, salvo los procedimientos microbiológicos;
- 4) las teorías científicas y los métodos matemáticos;
- 5) las creaciones puramente estéticas, las obras literarias y artísticas;
- 6) los planes, principios, reglas o métodos económicos, de publicidad o de negocios, y los referidos a actividades puramente mentales o intelectuales o materia de juego;
- 7) los programas de ordenador.
- 8) No se concederán patentes para (art. 5):
 - i) los métodos terapéuticos, quirúrgicos o de diagnóstico aplicables a las personas o a los animales;
 - ii) una invención cuya explotación sea contraria al orden público o a la moral, salvo en los casos que prevalezca el bien común.

Los requisitos de patentabilidad son los comunes de novedad, nivel inventivo, y susceptibilidad de aplicación industrial.

En relación con la descripción de material biológico, repite el Convenio y dispone:

- 1) Cuando la invención se refiera a un producto o a un procedimiento relativo a un material biológico que no se encuentre a disposición del público, y la invención no pueda describirse de manera que pueda comprenderse y ser ejecutada por una persona capacitada en la materia técnica, se complementará la descripción mediante un depósito de una muestra de dicho material.
- 2) El depósito de la muestra del material biológico deberá efectuarse en una institución de depósito dentro o fuera del país reconocida por el Registro de la Propiedad Industrial, quedando en todo caso reconocidas las Autoridades Internacionales de Depósito designadas conforme al Tratado de Budapest sobre el Reconocimiento Internacional

del Depósito de Microorganismos para Efectos de Procedimiento en Materia de Patentes, de 1977. Tal depósito se efectuará a más tardar en la fecha de presentación de la solicitud en el Estado Contratante o, cuando se invoque un derecho de prioridad, a más tardar en la fecha de prioridad.

- 3) Cuando se efectuara un depósito de material biológico para los efectos de una solicitud de patente, ello se indicará en la descripción junto con el nombre y dirección de la institución de depósito, la fecha del depósito y el número de depósito atribuido por la institución. También se describirá la naturaleza y características del material depositado cuando ello fuese necesario para efectos de la divulgación de la invención.
- 4) El depósito de material biológico sólo será válido para efectos de la concesión de una patente si se hace bajo condiciones que permitan a cualquier persona interesada obtener muestras de dicho material, a más tardar a partir de la fecha de publicación de la solicitud de patente correspondiente, sin perjuicio de las demás condiciones que pudiera determinar el Reglamento.

Los derechos conferidos por la patente son (art. 40):

"La patente conferirá a su titular el derecho de impedir a terceras personas explotar la invención patentada. A tal efecto el titular de la patente podrá actuar contra cualquier persona que sin su consentimiento realice alguno de los siguientes actos:

a.i. cuando la patente reivindica un producto:

- a.i.1. fabricar el producto;
- a.i.2. vender, usar, importar, almacenar el producto para fines comerciales;
- a.i.3. cuando la patente reivindica un procedimiento:
- a.i.4. emplear el procedimiento;
- a.i.5. ejecutar cualquiera de los actos indicados en el inciso a) respecto a un producto obtenido directamente del procedimiento."

En forma específica y de conformidad con el referido proyecto de tratado, existe un artículo sobre biotecnología. Según éste (artículo 41):

- 1) Cuando la patente proteja un material biológico que posea determinadas características reivindicadas, la protección se extenderá a cualquier material biológico derivado por multiplicación o propagación del material patentado y que posea las mismas características.
- 2) Cuando la patente proteja un procedimiento para obtener un material biológico que posea determinadas características reivindicadas, la protección prevista en el Artículo 40 inciso b) apartado ii) se extenderá también a todo material biológico derivado por multiplicación o propagación del material directamente obtenido del procedimiento y que posea las mismas características.
- 3) Cuando la patente proteja una secuencia genética específica o un material biológico que contenga tal secuencia, la protección se extenderá a todo producto que incorpore esa secuencia o material y exprese la respectiva información genética.

No obstante, en el ámbito de las limitaciones al derecho de patente, el proyecto se aparta del Convenio a la hora de establecer excepciones cuando se trata de patentes que

hagan uso del material biológico. De esta forma, según el artículo 42 " La patente no dará el derecho de impedir:

- 1) actos realizados en el ámbito privado y con fines no comerciales;
- 2) actos realizados exclusivamente con fines de experimentación respecto al objeto de la invención patentada;
- 3) actos realizados exclusivamente con fines de enseñanza o de investigación científica o académica respecto al objeto de la invención patentada;
- 4) actos referidos en el Artículo 5 del Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial;"

Con ello, al no regular expresamente la excepción del agricultor ni, en los términos que antes explicamos, el privilegio del fitomejorador, se asume un sistema de patentes "puro". No cabe duda de que en este aspecto la ley de Nicaragua es aún mucho más favorable al inventor y más restrictiva para el resto de la sociedad.

Como causal de agotamiento de la patente considera (art. 43):

"cuando la patente proteja material biológico capaz de reproducirse, la patente no se extenderá al material obtenido por multiplicación o propagación del material introducido en el comercio conforme al párrafo 1), siempre que la multiplicación o propagación en consecuencia necesaria de la utilización del material conforme a los fines para los cuales se introdujo en el comercio, y que el material derivado de tal uso no se emplee para fines de multiplicación o propagación."

La ley también regula los secretos comerciales (art.115 y ss.).

El anterior borrador a la fecha no ha sido presentado a la Asamblea Legislativa, razón por la cual es posible que se le introduzcan modificaciones. En definitiva, en lo que acá nos interesa constituye prácticamente una transcripción del Proyecto de Convenio pero va aún más allá, al no recoger ciertas excepciones al alcance del derecho tratándose de material biológico. Es decir no recoge la excepción del agricultor ni en cierta medida el privilegio del fitomejorador.

Por su parte, en Nicaragua existe una propuesta de Ley de Biodiversidad para proteger el " derecho del agricultor", la cual resulta prácticamente idéntica a la de Costa Rica.

3.4. El Salvador

La legislación salvadoreña sobre semillas no contiene disposiciones relativas a los DPI sobre variedades. Sin embargo, un proyecto de Ley de Semillas literalmente establece:

"A efecto de asegurar los derechos de propiedad intelectual que toda persona física o jurídica tenga sobre creaciones fitogenéticas deberá solicitar su respectiva patente de invención al Registro de Comercio. En lo que respecta a la normati-

dad de los aspectos generales, derechos, requisitos para la tramitación de la solicitud y en todo aquello que le fuere aplicable a la patente de creaciones fitogenéticas, se estará a lo que sobre Propiedad industrial se regula en el título tercero de la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Intelectual" (art. 6).

En forma tajante el proyecto de ley ha decidido proteger las variedades por la vía del sistema de patentes y no mediante derechos de obtención.

La Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Intelectual de 1993, es una de las pocas que no excluye en forma expresa de la patentabilidad a las variedades vegetales ni a los procesos esencialmente biológicos para su obtención (art. 107).

Por ende, al permitir la tutela del obtentor por esta vía deberán cumplirse los requisitos de patentabilidad, a saber aplicación industrial, novedad y nivel inventivo (art. 111). Como observamos anteriormente, estos requisitos son más difíciles de cumplir que los requeridos en las leyes de variedades (estabilidad, homogeneidad, novedad y que la variedad sea distinta) y por ciertas "creaciones fitogenéticas", pueden no cumplir con el requisito de nivel inventivo o bien no ser nuevas (en el sentido del derecho de patentes), etc.

Sin duda los derecho conferidos con mayores y se trata de impedir que terceros sin su consentimiento realicen los siguientes actos:

- a. cuando la patente se haya concedido para un producto:
 - a.i. fabricar el producto;
 - a.ii. ofrecer en venta, vender o usar el producto importarlo o almacenarlo para algunos de estos fines;
- b. cuando la patente se haya concedido para un procedimiento:
 - b.i. emplear el procedimiento;
 - b.ii. ejecutar cualquiera de los actos indicados en el literal anterior , respecto a un producto obtenido directamente del procedimiento." (art. 115).

No existen limitaciones ni excepciones especiales tratándose de patentes que hagan uso del material biológico (como sucede en el proyecto de Convenio Centroamericano). Las excepciones se refieren a actividades en ámbitos privados y sin fines comerciales, a fines de investigación y enseñanza y al agotamiento de los derechos una vez que el producto ha sido comercializado por primera vez en forma legal (art. 116). Ello implica que el derecho de guardar y reutilizar semillas no se confiere, que el privilegio del fitomejorador queda bastante debilitado y que el agotamiento de los derechos se da con la primera comercialización legal, sin excepciones.

Se contempla la posibilidad de complementar la descripción con el depósito del material biológico, en una institución de depósito que cumpla con los requisitos del reglamento de la ley (art. 138).

La patente tendrá una duración de 20 años a partir de la fecha de solicitud y de 15 años tratándose de medicamentos (art. 109).

La ley también regula en los términos usuales los secretos industriales o comerciales (arts. 177 y ss.).

3.5. Honduras

La legislación de Honduras sobre propiedad industrial (142-93) de diciembre de 1993 expresamente considera que no son patentables los procesos esencialmente biológicos para la obtención o reproducción de plantas, animales o sus variedades, incluyendo procesos genéticos o relativos a material capaz de conducir su propia duplicación, por sí mismo o por cualquier otra manera indirecta, cuando consistan en seleccionar o aislar el material biológico disponible y dejarlo que actúe en condiciones naturales (art. 6 inciso a). La misma consecuencia se dispone para las variedades y especies vegetales y las especies y razas animales (art. 6 inciso b) y para el material biológico que existe en la naturaleza y su réplica (art. 6 inciso c).

No obstante, la ley sí reconoce la posibilidad de depositar material biológico como complemento a la descripción (art. 46) y protege los secretos industriales (art. 69 y ss.).

Por su parte, la legislación sobre semillas no contempla ninguna protección a las obtenciones vegetales.

A la fecha, si bien la Secretaría de la UPOV ha enviado una ley modelo basada en el Convenio de 1991 a los funcionarios del Registro de Propiedad Industrial, no existe ningún trabajo para su revisión o implementación. Tampoco se ha asignado una prioridad a este tema por parte de los funcionarios respectivos. Ello deberá iniciarse en los próximos años, para cumplir con lo estipulado en el Acuerdo TRIPS en el plazo establecido. De comenzar este análisis, es posible que la ley modelo constituiría la base de discusión, pero ello no es del todo seguro.

3.6. Guatemala

La Ley de Patentes de Invención, Modelos de Utilidad, Dibujos Industriales y Diseños Industriales, No 153-85 de 1985, dentro del acápite de exclusiones a la patentabilidad considera a las variedades vegetales y las razas animales, así como los procedimientos esencialmente biológicos para su obtención que no sean procedimientos microbiológicos y los productos obtenidos por ellos (art. 2 inciso b).

La legislación sobre semillas data de 1961 y en ella no se establecen normas sobre derechos de obtención. Actualmente se trabaja en un borrador de reforma a la ley de semillas, basado en UPOV 1978, pero su redacción final es bastante incierta.

En todo caso, son válidos los comentarios y explicaciones brindados al comentar el sistema de UPOV y la legislación panameña, por lo que remitimos a ellos.

4. Impactos Potenciales del Incremento en la Estructura de los DPI

En esta sección se analizan los impactos potenciales que el fortalecimiento de los DPI puedan tener sobre cinco aspectos de interés a los programas nacionales de investigación: El nivel de intercambio de germoplasma; el mercado de semilla; los recursos silvestres y variedades locales; la transferencia privada desde fuera de la región y sobre el nivel de I&D.

4.1 Impacto sobre el nivel de intercambio de germoplasma

Hasta la fecha no existe evidencia concluyente sobre un impacto negativo de la nueva estructura de DPI sobre los diferentes aspectos de la colaboración en I&D. No obstante, la asignación de DPI puede restringir los incentivos de colaborar, en la medida en que esta asignación permita recuperar la renta o beneficios de los nuevos materiales. El incremento en la perspectiva comercial de los centros tiene una influencia negativa sobre el tradicional libre acceso al germoplasma de los centros. Mientras más dependan del éxito comercial de las variedades de plantas que generen, más valor estratégico les asignarán a su germoplasma. Consecuentemente, un centro aumentará la negativa a terceros al acceso al tradicional germoplasma vegetal público. Además, la colaboración con el sector privado también llevará a los centros a restringir el acceso al germoplasma de acuerdo con van Wijk. Pero debido a los cortes presupuestarios, en combinación con el conocimiento de que el sector privado era beneficiario de su trabajo, hizo que los institutos traten de retener los resultados comerciales de su trabajo. La mayoría de los centros en los cinco países (Argentina, Chile, Colombia, México y Uruguay) protegen sus nuevas variedades por medio de derechos de obtención o están intentando hacerlo tan pronto como la ley les ofrezca tal oportunidad. Ellos consideran la protección de derechos de obtención una importante herramienta para defender su existencia y mantener la competitividad *vis-à-vis* el sector privado. Esta orientación más comercial no ha tenido aún un impacto en la agenda de mejoramiento del sector público...." (van Wijk 1996)

La medida en que estas conclusiones, derivadas de un estudio en los países de América del Sur y México, sean aplicables a la región centroamericana dependerá de una serie de factores, tales como conocimiento de la utilidad y funcionamiento de los derechos de obtención o patentes, naturaleza de la colaboración con el sector privado, estructura institucional, etc.

4.2 Impacto sobre el mercado de semilla

Del análisis efectuado parece quedar claro que el titular de los derechos de obtención, sea nacional o una empresa transnacional o eventualmente un PNIA, verá fortalecida su posición en varios sentidos. En el Acta de UPOV versión 1991, la denominada excepción del agricultor depende de cada legislación nacional. Ello quiere decir que en determinados casos es perfectamente válida la prohibición de reutilizar las semillas, si así lo dispone la ley nacional. En todo caso, la conferencia diplomática que aprobó la nueva versión de UPOV, claramente estableció que su intención no era legitimar esa práctica en sectores en los cuales ella no se producía.

Dos ejemplos de limitaciones a esta excepción podemos observarlos en el Régimen Común de Obtenciones de la Unión Europea y en las reformas a la Ley de Protección de Variedades de Plantas (PVPA) de 1970 en los Estados Unidos.

Así, de conformidad con el Régimen Comunitario, los agricultores no pueden reutilizar sus semillas libremente, debiendo cancelar un *royalty* menor a los obtentores. Se excluyen de esta obligación los pequeños agricultores y algunas especies de plantas. En todo caso, la venta resulta igualmente prohibida.

La legislación estadounidense sobre Protección de Variedades de Plantas de 1970 (PVPA), reformada en 1994, contiene algunas disposiciones similares. De conformidad con la legislación reformada, el derecho de los agricultores a vender las semillas guardadas, deviene prohibida. La legislación, emitida en gran medida por las presiones de la industria estadounidense de comercio de semillas, contiene diversos cambios tendientes a ponerla en orden con el Convenio de UPOV 1991. Entre ellos están:

- 1) Se incorpora el concepto de variedad esencialmente derivada.
- 2) Se extiende el período de protección a 20 años según el criterio del primer solicitante.
- 3) Se revisa el término obtentor, se define variedad y se modifica la palabra distinta.

Sin embargo, el cambio más importante radica en la supresión del derecho del agricultor a vender sus semillas "sobre la cerca" a sus vecinos. Puede guardarla para su utilización en su propia siembra.

Esta excepción había sido ya sujeta a una considerable limitación. Según el caso fallado por la Suprema Corte de los Estados Unidos, en *Asgrow Seed vrs Winterboer* en 1995, la Corte interpretó la excepción del agricultor de la PVPA de 1970 en forma restrictiva, limitándola a la cantidad de semillas que le restan luego de plantarlas en su granja. Con ello, la posibilidad de vender cantidades importantes de semillas fue suprimida. La Corte ratificó el derecho del agricultor a reutilizar sus semillas o a venderlas para propósitos diferentes a la reproducción. Sin embargo, ello no se aplica en los casos en que la semilla se utilice como fuente de multiplicación para el mercado.

Ello ha creado dos sistemas en los Estados Unidos, para aquellas variedades que sean certificadas después del 4 de abril de 1995, se aplican las reglas de la PVPA de 1994 y por ende es prohibida la venta de semillas. Para los certificados, con un promedio de duración de 17 años, antes de esa fecha, las reglas sentadas en el precedente judicial de *Asgrow* son las que se aplican.

Otra forma como el titular de un derecho de obtención verá favorecida su posición es a través de un mecanismo diferente a los derechos de propiedad intelectual pero que resulta de interés al menos mencionar. No obstante, como menciona Hamilton (1996) "La tendencia hacia la producción por contrato ahora llevada a cabo en la agricultura de los Estados Unidos está directamente relacionada con el desarrollo de mejoramientos genéticos vegetales para producir cultivos y granos de alto valor genéticamente modificados para usos especiales. Existe también un vínculo entre la producción por contrato y los derechos de propiedad intelectual disponibles para los cultivos agrícolas". Las empresas buscan entonces mecanismos diversos para obtener mejores retornos de sus inversiones en ingeniería genética y en mejoramiento vegetal. Uno de estos mecanismos son los denominados acuerdos de compra. Según éstos las productoras de semillas venden a los agricultores éstas, bajo la obligación de no guardar o vender ninguna de las semillas cosechadas. Estas cláusulas pueden coexistir con la protección de derechos de propiedad intelectual o existir por sí solas. Estas se agregan en las bolsas de las semillas y se solicita leerlas cuidadosamente. En virtud de ellas el agricultor se compromete a usar las semillas solamente para alimento o procesamiento y no podrán ser utilizadas ni vendidas como semillas ni para cualquier mejoramiento varietal. El incumplimiento de ello da lugar a una demanda por incumplimiento de contrato.

Una tercera forma de magnificar el papel del titular se da por medio del sistema de patentes. Como vimos el sistema no sólo no contempla la excepción del agricultor sino que además, en la práctica, el ejercicio de la excepción de investigación es mucho más limitado. Es ilegal para los agricultores reutilizar las semillas de las variedades, lo cual puede no ser tan importante si la mayoría de las patentes se concentran en los híbridos. En muchos casos, el otorgamiento de amplias reivindicaciones de patentes como efectivamente sucede en el campo de la ingeniería genética, probablemente traiga consigo una mayor dependencia de patentes, más licenciamientos y un aumento en el costo de los litigios ante argumentaciones de violación a las patentes de otra empresa.

La medida en que ello influencie la disponibilidad de semillas para los agricultores, sus costos de producción, el mercado de intercambio de granos y semillas, etc., es otro de los tópicos de mayor discusión, pero se encuentra fuera de los objetivos de este estudio.

4.3 Impacto sobre los recursos silvestres y variedades locales

Generalmente se ha reconocido la estrecha relación existente entre los pueblos indígenas y las tierras que estos habitan, incluido dentro del concepto de éstas, el uso de los recursos naturales a través de prácticas tradicionales o consuetudinarias. Por ello, no es de extrañar que este ligamen se encuentre incluido en diferentes instrumentos legales, que tienden a asegurar a los pueblos indígenas derechos adecuados sobre sus tierras y sobre su identidad cultural. Igualmente, se ha destacado el mismo vínculo entre las comunidades locales campesinas y los recursos que éstas custodian y mejoran día con día. En una conocida Resolución (5/89 de 1989) de la FAO, se establece la existencia de los denominados " derechos de los agricultores".

El hecho de que durante centurias, los pueblos indígenas y campesinos han desarrollado sus propios sistemas, prácticas y conocimientos en materia agrícola, combate de plagas, manejo de recursos naturales, medicina tradicional, etc., es reconocido por las sociedades actuales. Por supuesto que este conocimiento es de valor y de utilidad para sectores sociales diferentes a quienes los crearon y desarrollaron con su esfuerzo intelectual. De esta forma, el uso de esas prácticas tradicionales ha traído consigo enormes beneficios económicos y sociales para el resto de las habitantes de cada Estado e inclusive de otras naciones del planeta.

Paralelamente al surgimiento de una conciencia internacional de rechazo al concepto de Patrimonio Común de la Humanidad, las nuevas biotecnologías de la Tercera Generación (básicamente ADN recombinante y fusión celular) y los avances en el campo de la microelectrónica y las técnicas de ensayo de materiales biológicos, han revitalizado el interés de las empresas farmacéuticas, químicas, biotecnológicas y de semillas, tanto por los recursos genéticos en estado silvestre como por el conocimiento tradicional de los pueblos indígenas y comunidades locales. A ello debe sumarse la alarmante desaparición tanto de la diversidad biológica como de las comunidades autóctonas y sus conocimientos y tradiciones²¹.

21 Tómesese en cuenta que algunos estudios indican que las comunidades campesinas conservan más diversidad biológica que algunas áreas protegidas. Por ello, se ha venido hablando de una tercera forma de conservación al lado de la conservación ex situ e in situ, denominada a falta de otro nombre mejor, conservación en manos campesinas.

No obstante, esta iniciativa relativa a reconocer, respetar y compensar el conocimiento y prácticas tradicionales de los pueblos indígenas y campesinos, tendrá como principal sustento uno de los instrumentos legales producto de la Cumbre : la Convención sobre la Diversidad Biológica. El preámbulo de este instrumento internacional, reafirma el valor de los recursos genéticos y el derecho soberano de cada Estado sobre su diversidad biológica.

Asimismo, los objetivos del convenio están constituidos por la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías.

Quizá, el artículo más controversial de este Convenio es el 16 (Acceso a la tecnología y transferencia de tecnología). El origen de esta norma, demuestra cuál ha sido la discusión de fondo de este convenio: los países en desarrollo utilizaron su potencial de dueños de los recursos biológicos, para negociar un convenio que se refiera a una preocupación común desde los años 70: la transferencia de tecnología en particular la situación de la biotecnología. Ello, no sólo por la importancia de esta tecnología para el desarrollo, sino también porque su propiedad se ubica esencialmente en manos privadas.

4.4. Efectos sobre la transferencia de material de empresas fuera de la región a países de América Central

Existe alguna evidencia de que las empresas transnacionales se encuentran más dispuestas a transferir información y materiales a aquellos países (o mejor dicho los agricultores de los mismos) donde se protejan adecuadamente los derechos de propiedad sobre los materiales e información. Además constituye una de las más sonadas justificaciones de por qué se deben de proteger los DPI como una condición para la transferencia de tecnología.

Una de las causas que condujeron a la implementación de DPI sobre variedades sería la presión de subsidiarias de compañías foráneas de semillas o de empresas nacionales que han recibido presiones para proteger a través de DPI las variedades y así mejorar la transferencia y acceso de líneas mejoradas y variedades (van Wijk 1996b). En este orden de ideas un estudio de Juma y Ojwang (1989) encontró que las mayores restricciones en el intercambio de germoplasma es con países no miembros del sistema de UPOV.

Los mismos resultados, es decir posibilidad de mejorar el acceso a germoplasma de empresas de países desarrollados a empresas en países en desarrollo, parecen ser sostenidos por Jaffé y van Wijk (1995) agregando que este impacto positivo en el acceso al germoplasma privado, puede verse limitado por el hecho de que muchas de las formas de explotación del mismo requieren autorización del titular (Jaffé y van Wijk 1995; van Wijk 1996a).

4.5 Impacto sobre la I&D

Existe alguna evidencia relacionada con el aumento de la cantidad de dinero que se gasta en investigación y desarrollo, debido a la introducción de derechos de obtención vegetal. No obstante, la afirmación no es absolutamente concluyente. En Argentina luego de la introducción y la efectiva aplicación de derechos de esta naturaleza, se ha podido determinar que no ha habido una reducción en los montos destinados a la investigación en ciertos cultivos como el maíz y la soya. A pesar de que el monto de *royalties* colectado por las empresas titulares de derechos de obtención, ha aumentado, no es posible concluir que ello ha producido un incremento en la cantidad de dinero invertida en investigación. Un aumento general de la investigación y desarrollo no ha sido comprobado. Butler en la actualización del estudio llevado a cabo en 1983, concluye que los resultados son de carácter similar para los Estados Unidos, país en el cual si bien se ha registrado una importante elevación de las cantidades de títulos conferidos, no se ha producido ese incremento en cultivos diferentes de maíz y soya.

Tampoco se ha probado un aumento en la cantidad de recursos destinados por parte del sector público derivado de la posibilidad de apropiarse de la renta. Ello puede deberse a que en general, la visión de los miembros de los programas de investigación agrícola nacionales, que podrían no observar (o desconocer) en esta protección un instrumento importante para su trabajo o a otros factores de naturaleza institucional. Ello, debe balancearse con la necesidad de los Programas de generar cada vez una mayor cantidad de dinero.

Otro probable efecto, que quizá sea demasiado especulativo radica en la mayor participación del sector privado en las actividades de investigación y desarrollo en detrimento del sector público. La medida en que ello sea así dependerá de que tan rentable sea en definitiva la venta de semillas o el licenciamiento de material genético mejorado y de la información relevante. Puede pensarse que aunado a los problemas de reforma de Estado y disminución del aparato estatal, tal y como ha pasado en el área de la comercialización de semilla, el papel estatal disminuya o inclusive desaparezca. Por ejemplo, Butler concluye que si bien es cierto, los derechos de obtención en los Estados Unidos no han tenido un impacto significativo en el mejoramiento vegetal público, algún redireccionamiento aparece evidente. Así cada vez las instituciones públicas se concentran en investigación más básica abandonando programas más aplicados. Asimismo, se nota una mayor dependencia de las universidades y estaciones experimentales agrícolas de contratos y donaciones de fuentes públicas y privadas, lo cual puede traer consigo problemas tales como conflictos de intereses con la misión de las estaciones y las universidades (por ejemplo, en la difusión del conocimiento, etc.)

También existe el riesgo de que fitomejoradores del sector público emigren al sector privado (Lesser 1991).

Por otra parte, debe apuntarse que resulta lógico considerar que en la medida en que las patentes restrinjan el uso de material patentado (recuérdese que este material debe de ser nuevo, no puede ser algo preexistente y debe tener nivel inventivo), las patentes pueden limitar la investigación. Ello es particularmente cierto en el campo de la ingeniería genética y debido a las amplias reivindicaciones acordadas por oficinas administrativas o cortes, los acuerdos de licencia para el uso de tecnologías patentadas y los litigios y conflictos han aumentado en forma considerable en los últimos años. Por

ejemplo, existen múltiples patentes y grandes cantidades de solicitudes en curso, sobre uso de *Bacillus thuringiensis (Bt)* mediante técnicas de ingeniería genética en agricultura, así como frecuentes prácticas de licencias y de licencias cruzadas

En su mayoría estas conclusiones provienen de la introducción y efectiva aplicación de derechos de obtención y tienen poco que ver con patentes de invención, las cuales son aún mucho más recientes.

Bibliografía

- Astudillo, F. y Alarcón, E. 1997. *Consideraciones sobre derechos de propiedad intelectual como barrera no arancelaria en el comercio internacional agropecuario*, IICA.
- Butler, L.J. 1996.. Plant breeders' rights in the US: Updated of a 1983 study in *Intellectual Property Rights and agriculture in developing countries*. Van Wijk y W. Jaffé (eds). Universidad de Amsterdam..
- Gollin, M. 1993. An Intellectual Property Rights Framework for Biodiversity Prospecting. En *Biodiversity Prospecting*. World Resources Institute. New York.
- Hamilton, N. 1996. Possible effects of recent developments in plant related intellectual property rights in the US. *Intellectual Property Rights and agriculture in developing countries*, ed. Wijk, J. y Jaffé, W. Universidad de Amsterdam.
- Jaffé, W. y van Wijk J. 1995. *The Impact of plant breeders rights in developing countries*. Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture and University of Amsterdam.
- Juma, C. y Ojwang, J.B.. 1989. *Innovation and sovereignty: the Patent debate in Africa development*. Nairobi: African Center for Technology Studies.
- Lesser W. 1991. *Equitable Patent Protection for Developing Countries. Issues and Approaches*. Eubios Ethics Institute.
- van Wijk, J., Junne, G., Cohen, J.I., and Komen, J. 1993. *Intellectual property rights for agricultural biotechnology: Options and implications for developing countries*. Research Report No. 3. The Hague: ISNAR.
- _____ 1996a. The impact of plant breeders' rights in developing countries: the result of a study in five Latin American countries. *Intellectual Property Rights and Agriculture in Developing Countries*, ed. Wijk, J. y W. Jaffé. Universidad de Amsterdam.
- _____ 1996b. How does stronger protection of intellectual property rights affect seed supply? Early evidence of impact. En *Natural Resource Perspective* 13. ODI.

MEJORANDO LA DIVERSIDAD DEL GERMOPLASMA A TRAVES DE LA COORDINACIÓN INTERNACIONAL DE LA INVESTIGACION

Greg Traxler y Prabhu L. Pingali²²

1. Introducción

La capacidad científica para explotar recursos genéticos ha sido el motor del crecimiento de la productividad en gran parte de la agricultura mundial en los últimos 35 años. Los rendimientos de trigo en los países en desarrollo han aumentado con una tasa anual de 3.4% entre 1969 y 1995 (CIMMYT 1996) y los rendimientos de arroz han aumentado en más del 2% anual (Pingali y Heisey 1996). Los niveles más altos de insumos y las inversiones de riego hicieron una contribución importante, pero el catalizador para el aumento de la productividad ha sido la tecnología biológica mejorada. El impulso continuo de la Revolución Verde puede explicarse en grande parte por la colaboración y cooperación sin precedentes entre el sistema internacional de investigación agrícola (SIIA) y los sistemas nacionales de investigación agrícola (SNIA) en el desarrollo e intercambio de germoplasma mejorado. Esta cooperación ha facilitado la diseminación global de germoplasma moderno de alto rendimiento. Una segunda responsabilidad importante del sistema global de investigación es mejorar la diversidad dentro de los cultivos de sus mandatos. En este trabajo se examina el sistema internacional de investigación que enfrenta el doble desafío de aumentar la productividad agrícola y mejorar al mismo tiempo la diversidad genética.

Con anterioridad a 1960, ningún sistema formal estuvo en condiciones de proveer a los fitomejoradores con el acceso a germoplasma disponible más allá de sus fronteras. La diversidad dentro de países individuales se limitó casi enteramente a variedades tradicionales y variedades indígena derivadas de la combinación de germoplasma nativo. El actual sistema SIIA-SNIA de cooperación para el mejoramiento de cultivos ha aumentado el número de variedades liberadas en los países en desarrollo, así como también el número y la diversidad geográfica de variedades tradicionales representada por las variedades liberadas, contribuyendo así a la diversidad, tanto temporal como espacial

²² Se agradecen los valiosos comentarios de Sanjay Rajaram, Tony Fischer, Michael Morris y Paul Heisey. Los autores agradecen también a Douglas Gollin y Robert Evenson por la información proporcionada acerca de la liberación de variedades de arroz. Los puntos de vista expresados en este trabajo son de los autores y no necesariamente reflejan las opiniones del CIMMYT.

(Smale 1998). Una medida de este éxito es el aumento en diversidad temporal. Hacia finales de la década de 1960, en los países en desarrollo se liberaron cada año un promedio de 34 variedades de trigo y 30 variedades de arroz. A fines de la década de 1980 esto había aumentado a 63 variedades de trigo y 76 variedades de arroz.

Hay sin embargo razón para ser prudente cuando se evalúa la potencialidad de los sistemas internacionales de mejoramiento de germoplasma, particularmente el sistema de trigo, para proveer un progreso sostenido en la diversidad genética. Los presupuestos de muchas instituciones del Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (GCI) y de los SNIA han declinado en términos reales en los años recientes. Aunque es difícil definir un nivel preciso de "financiamiento adecuado" para la investigación orientada a mejorar la diversidad genética, parece probable que los sistemas de arroz y trigo estén invirtiendo deficientemente en estas actividades en la actualidad (Evenson 1996). En este trabajo se presenta un modelo de la investigación cooperativa internacional en mejoramiento de cultivos y se identifican los papeles desempeñados por instituciones que participan en los sistemas internacionales de investigación para el mejoramiento de trigo y arroz (SIIMTA). El modelo pone énfasis en que un sistema internacional eficiente y estable puede estar formado por instituciones miembros con un espectro limitado de actividades de investigación, particularmente cuando los presupuestos de investigación están fijos o declinando. La cooperación con instituciones complementarias, el libre intercambio de información científica y el acceso abierto para investigar resultados son las claves para el funcionamiento apropiado de tal sistema. En este trabajo se examina la experiencia del sistema internacional en las tres décadas pasadas y se discute cómo podrían ser reasignados los recursos para aumentar la cantidad de investigación "hacia arriba" en diversidad genética.

2. El Sistema Internacional de Investigación en Mejoramiento de Trigo

La transformación de recursos genéticos en tipos de plantas que son útiles para los agricultores es una empresa cooperativa que vincula a los científicos y a las instituciones en prácticamente todos los países que producen trigo y arroz. El desarrollo de una nueva variedad involucra muchos pasos, desde la colección de variedades tradicionales no mejoradas y especies silvestres, hasta el almacenamiento y caracterización, la mejora del pedigrí y, finalmente, la prueba de líneas avanzadas en las áreas de liberación objetivo. Completar todo el proceso puede tomar treinta años o más. En las secciones siguientes se discute la interrelación de las instituciones que hacen mejoramiento de trigo para desarrollar un modelo conceptual de nexo entre los aumentos de rendimiento y el enfoque de investigación del SIA. El modelo se discute con referencia al mejoramiento de trigo, pero el marco institucional y el modelo de rendimiento son similares para el arroz.

Participantes y sus papeles en la investigación para el fitomejoramiento

El SIIMT está comprendido por cuatro clases de actividades de mejoramiento de germoplasma (MG): la investigación básica (IB), la conservación y el manejo de los recursos genéticos (CMRG), la investigación previa al mejoramiento (IPM), y el desarrollo de cultivares (DC) (Figura 1). Los científicos no concuerdan en definiciones precisas de cada

categoría de investigación, o sobre los límites entre categorías²³, pero una definición aproximada sirve para ilustrar el modelo simple que se presenta en la próxima sección de este trabajo.

Las actividades claves para promover la diversidad se incluyen bajo las categorías IPM y CMRG. El germoplasma nuevo, incluyendo variedades tradicionales y las especies silvestres, entra en el sistema de mejoramiento de cultivos y comienza a ser diseñado en una forma que puede ser usado por los agricultores mediante actividades de banco de germoplasma que incluye la recolección, la caracterización y la selección de accesiones. El trabajo de IPM apunta a separar las características deseables de las indeseables en las colecciones básicas, y a desarrollar líneas élites que puedan usarse como material progenitor para el desarrollo de cultivares que apuntan a determinadas circunstancias agroclimáticas. Este es un proceso que puede tomar 20 años o más, y es el trabajo que mayormente genera bienes públicos. En los casos de arroz y trigo no hay mercados comerciales para germoplasma élite, es decir, aún no terminados, y los beneficios de producir este tipo de germoplasma se derraman fuera del país para ser compartidos por muchos otros países. El DC comprende dos actividades principales de fitomejoramiento: cruzamiento de líneas para crear nuevas variedades y evaluación de las variedades desarrolladas en otra parte para una posible liberación. Las actividades de DC se diseñan para obtener determinado germoplasma mejorado, sea desarrollado internacionalmente o nacionalmente, para los ambientes agroclimáticos en que se cultiva el trigo. Los beneficios de la investigación de DC son capturados por los países que conducen la investigación. La prueba y la selección internacional de materiales avanzados de mejoramiento, conducidas en ensayos coordinados por los centros del SIIA constituyen un componente esencial de las actividades de DC. El flujo internacional de germoplasma ha tenido un impacto enorme sobre la velocidad y el costo de estas actividades.

Tres tipos de instituciones de investigación²⁴ participan en el sistema internacional de investigación en mejoramiento de trigo - instituciones públicas de países desarrollados (universidades y otras instituciones), SIIA (CIMMYT e ICARDA) y SNIA de países en desarrollo (Figura 1). Los 31 SNIA pueden ser adicionalmente subdivididos por la amplitud y el rendimiento de sus programas de investigación (Byerlee y Traxler 1995). Aquí nos referimos a los SNIA de niveles 1, 2 y 3. Los SNIA de nivel 3 hacen algo de investigación premejoramiento para aumentar la diversidad de su material genético de mejoramiento, y desarrollan una cantidad importante de materiales progenitores para sus programas de cruzamiento (Tabla 1). Actualmente sólo Brasil, India, China y Argentina demuestran una capacidad de nivel 3 para el trigo, mientras que diez países productores de arroz parecen estar en este nivel. Los SNIA de nivel 2 tienen programas de cruzamiento que han demostrado un nivel mínimo de éxito en el desarrollo de cultivares, produciendo aproximadamente una nueva variedad cada año a partir de sus propios cruzamientos. Hay dos SNIA de nivel 2 en trigo (Chile y Kenia), y tres países de arroz (Malasia, Filipinas y México). Los demás SNIA, que incluyen 25 SNIA de trigo y 40 SNIA de arroz, no

23 Por ejemplo, podría argumentarse que, para las instituciones de investigación aplicada, la investigación estratégica es un concepto más relevante que investigación básica (Tony Fischer, correspondencia personal).

24 El sector privado también hace un poco de investigación, pero solamente en algunos países, y no es un gran proveedor de investigación de mejoramiento de trigo en ningún país en desarrollo. Esto puede cambiar si se fortalecen las leyes que protegen la propiedad intelectual en cultivos de líneas puras. En los Estados Unidos, por ejemplo, 41% de los mejoradores de trigo y 52% de los mejoradores de arroz son empleados por el sector privado (Frey 1996).

tienen programas efectivos de cruzamientos. Estos SNIA son capaces de liberar variedades útiles probando variedades importadas y liberar las mejores adaptadas a su ambiente²⁵. Los SNIA de niveles 2 y 3 no emprenden actividades de premejoramiento, pero pueden contribuir a la diversidad genética al aumentar la tasa de recambio de variedades.

Las instituciones de los países desarrollados son la fuente principal de investigación básica, porque la investigación básica fácilmente derrama a través de los límites geográficos y entre diferentes especies de cultivos (por ejemplo, entre el trigo de invierno y el trigo de primavera). La investigación de mejoramiento genético en estos países ha tenido también impactos muy grandes, pero sobre una base más esporádica²⁶, dado que en su mayoría no es relevante para las condiciones agroclimáticas en los países en desarrollo. El CIMMYT es mayormente un proveedor de IB, pero es la única fuente importante de derrames internacionales de CMRG, IPM y DC. En 1990, 42% del área de trigo de primavera de los países en desarrollo se sembró con variedades del CIMMYT y otro 24% del área con materiales que tenían progenitores del CIMMYT (Byerlee y Traxler, 1995). Solamente 15% del área en todo el mundo fue sembrada con variedades modernas de los SNIA que no tenían progenitores del CIMMYT, y 90% de esa área ocurrió en la India²⁷. Incluso en la India, los materiales del CIMMYT son claramente evidentes en el pedigrí de los trigos producidos. A la fecha, los intercambios entre los SNIA no han sido una fuente importante de variedades terminadas, con excepción de algunos casos esporádicos en India y Nepal, ni de materiales de premejoramiento.

La prueba y la selección internacional de germoplasma ha reducido enormemente los costos del mejoramiento adaptativo para los SNIA. La eficiencia del desarrollo de cultivares ha mejorado debido a la existencia de la red internacional²⁸. Aprovechando la red, los SNIA han logrado la meta de incrementar la productividad del trigo. Los mejoradores de trigo más exitosos en los SNIA se dedican a probar y seleccionar cultivares importados (Maredia y Byerlee 1998). Incluso los países con programas de mejoramiento exitosos utilizan mucho los cultivares importados para gran parte de su material de premejoramiento.

25 Los países del nivel 1 están enfocados completamente a la selección de variedades de los SIA. Los países del nivel 2 seleccionan variedades de los SIA, pero también desarrollan unas pocas variedades a partir de cruza adaptativas con líneas de los SIA. Los países del nivel 3 también seleccionan y adaptan líneas de los SIA, pero desarrollan un número significativo de variedades que no tienen progenitores de los SIA. Para trigo, la mayoría de los materiales liberados contienen un progenitor del CIMMYT en todos los países excepto Brasil. Mundialmente, 85% de todas las variedades de trigo de primavera liberadas hicieron uso de líneas del CIMMYT por selección o por mejoramiento adaptativo. Ver Byerlee y Traxler (1995) para más detalles de trigo.

26 Por ejemplo, Borlaug creó las primeras VAR de la Revolución Verde mediante la introducción del gen responsable por el enanismo Japonés Norin 10 a partir de material de la Universidad del Estado de Washington (Dalrymple 1986). La investigación coordinada por la Universidad del Estado de Oregon y el CIMMYT fue vital para desarrollar el cruzamiento más exitoso de los años 1980, las líneas Winter x Spring Veery.

27 El 19% restante del área de trigo en los países en desarrollo permaneció con variedades altas. Todos los datos de área excluyen China.

28 Maredia y Byerlee proporcionan evidencia de que la eficiencia de muchos programas de los SNIA podría ser mejorada aún más si se redujera el tamaño de sus programas de cruzamientos. La Tabla 1 muestra que solamente unos pocos programas de cruzamientos de los SNIA han sido eficientes en la liberación de variedades.

El Balance entre la Investigación para el Aumento de la Diversidad y la Investigación para el Desarrollo de Cultivares

El éxito sostenido del SIIMT en producir variedades mejoradas para los agricultores requiere de niveles suficientes de las cuatro clases de investigación. En el largo plazo el aumento del rendimiento no es posible si no hay disponibilidad de material de premejoramiento con potencial de alto rendimiento y si la capacidad de los SNIA para mantener y aumentar la diversidad genética es aun más dependiente del acceso a los resultados de investigación de premejoramiento. En el corto plazo, sin embargo, la investigación para aumentar el rendimiento y la investigación orientada hacia el aumento de la diversidad genética pueden competir por recursos. En esta sección se discute un modelo simple de las implicaciones de balancear el aumento en la diversidad genética y la investigación de desarrollo varietal.

La información precisa sobre la distribución real de fitomejoradores de trigo y arroz no está disponible, pero la evidencia existente para el caso del el trigo sugiere que el balance se inclina fuertemente hacia la investigación en DC, con una carencia potencialmente seria de apoyo para IPM y CMRG. Usando el número de científicos que se presenta en la Figura 1, una estimación gruesa del número total de investigadores en IPM y CMRG sería quizás 7% de los investigadores en el sistema CIMMYT-SNIA. Esto se basa sobre el supuesto que los investigadores de trigo del CIMMYT se dividen igualmente entre investigación de MG e investigación en DC, y que 10% de los investigadores de los SNIA de nivel 3 se dedican a investigación de MG. Si 7% es una estimación correcta, el sistema internacional de trigo dedica menos de la mitad de la proporción del esfuerzo a MG como la distribución predominante en los EE.UU. (Frey 1996). Evenson (1996) sugiere que el sistema internacional de mejoramiento de arroz también enfrenta un problema serio de inversión subóptima en la investigación de MG.

Un número de factores explica las desviaciones de las inversiones en investigación hacia el desarrollo de cultivares. Es difícil que un único país pueda capturar todos los beneficios de inversiones en la investigación de MG. Estos beneficios también ocurren con retrasos largos, son altamente inciertos y requieren una capacidad científica más sofisticada. Los países con pequeñas áreas de cultivo se comportan racionalmente al elegir aprovechar gratis el sistema internacional, más bien que invertir en una gran infraestructura de mejoramiento de trigo (Maredia, Byerlee y Eicher 1994). Mientras exista disponibilidad del bien internacional público, tales decisiones son racionales y aumentan la eficiencia del corto plazo de los SNIA. Tales SNIA pueden percibir la investigación en MG como un lujo para ser respaldado únicamente después que estén satisfechas las necesidades más inmediatas y que se haya realizado la investigación en DC más fácilmente apropiable. Por ser las únicas instituciones con mandatos en todo el mundo, los centros del SIIA son lógicamente las instituciones que deben compensar la carencia de conservación e investigación de premejoramiento en los SNIA, mediante el desarrollo de germoplasma nuevo y cada vez más diverso para abastecer a los programas de investigación en DC de los SNIA.

Los centros del SIIA proveen varios tipos de insumos a los programas de DC en los SNIA. El primer tipo de insumo son las variedades terminadas ampliamente adaptadas. Los SNIA prueban estas variedades, renombrando y liberando aquellas que mejor desempeñan en su ambiente particular. El germoplasma del SIIA se usa también como material progenitor en los programas de cruzamiento de los SNIA. En la Figura 2 se usa una función de producción para modelar la relación entre la investigación de mejora-

miento de cultivos del SIIA y los SNIA. El objetivo es demostrar el efecto del SIIA moviéndose hacia arriba, esto es, reasignando los menos recursos en DC y más hacia las actividades de premejoramiento que aumentan la diversidad genética.

En la Figura 2, el eje de las ordenadas (Y) representa el rendimiento en el ambiente de los SNIA. Cuando el SIIA hace una cantidad importante de investigación en DC, la variedad del SIIA con el mejor desempeño en el ambiente de los SNIA tendrá un rendimiento de meseta, tal como Y_c . Los SNIA operan a lo largo de la función de producción $Y(S)_{SNIA}$, que es una función creciente del tamaño de los programas de los SNIA²⁹. Tal como se ha dibujado, solamente un programa de cruzamiento más grande que el tamaño S_{min} tendrá éxito en producir variedades a partir de sus propios cruzamientos que superen a las variedades ampliamente adaptados del SIIA. La función de producción de investigación eventualmente se nivela donde el empleo de investigadores adicionales no aumenta los rendimientos por encima de Y_{max} . Esto significa que eventualmente se alcanza un potencial máximo de rendimiento, o rendimiento de meseta, dado el acervo de productos de investigación de premejoramiento.

¿Cuál sería el efecto de que el SIIA reasignara sus recursos hacia una mayor investigación en el aumento de la diversidad del germoplasma? Con un presupuesto total fijo para investigación, esto implica que se liberarán a los SNIA menos variedades terminadas y ampliamente adaptadas. Esto significará una reducción en el rendimiento de la variedad no adaptada del SIIA, pero aumentará el potencial de rendimiento de variedades adaptadas. El rendimiento del SIIA disminuirá de Y_c a Y_c' - menos variedades terminadas serán producidas por el SIIA, por lo que el desempeño esperado en el rendimiento de las variedades del SIIA declinará. Pero a causa del aumento de investigación en MG en el SIIA, los SNIA ahora disponen de mejores materiales progenitores para trabajar. Esto cambia la forma de la función de producción de investigación del SNIA de $Y(S)$ a $Y(S)'$. Aunque el nuevo material progenitor del SIIA aumente el potencial de rendimiento de Y_{max} a Y_{max}' , se requiere que los SNIA aumenten su inversión en el desarrollo de cultivares para alcanzar el potencial de rendimiento en sus propios ambientes.

3. Las Fuentes de Variedades Mejoradas de Trigo y Arroz

¿Como se comparten actualmente los esfuerzos de investigación entre los SNIA y el SIIA? Dadas las grandes inversiones en los SNIA durante las tres décadas pasadas, ¿están ahora los SNIA asumiendo una carga más grande de desarrollo de cultivares, para permitir que el SIIA reasigne sus recursos a las actividades que aportan nuevo germoplasma para el sistema? Para examinar estas preguntas, se analizan datos sobre las liberaciones de variedades mejoradas de trigo y arroz³⁰. Los datos de liberaciones de trigo cubren las 1248 variedades liberadas por los SNIA en 31 países desde 1966 hasta 1989. Los datos de arroz cubren 1540 variedades liberadas por los SNIA en 61 países durante el mismo período.

29 Byerlee y Traxler (1996) proporcionan evidencia de que el producto de los programas de mejoramiento de cultivos se incrementa con el tamaño del programa.

30 En 1990 el CIMMYT recolectó datos de liberación de trigo como parte de un estudio de impacto, los que fueron reportados por Byerlee y Moya (1993). Datos de liberación de arroz fueron recolectados por T.R. Hargrove y V. Cabanilla, del IRRI.

Ni el CIMMYT ni el IRRI liberan variedades para el uso directo por los agricultores. Más bien, cada institución pone líneas avanzadas a disposición de los programas de selección de los SNIA. Los investigadores de los SNIA pueden renombrar y liberar estas variedades después de 2-3 años de pruebas en el país. Las líneas del SIIA pueden también ingresar en las colecciones de mejoramiento de los SNIA para ser usadas como materiales progenitores en los programas de cruzamiento de los SNIA³¹. El análisis que sigue se refiere al rendimiento de los programas de prueba de los SNIA, es decir, de variedades cuyo cruzamiento se hizo en el SIIA como variedades seleccionadas por el CIMMYT o el IRRI. Las variedades liberadas a partir de los cruzamientos de los SNIA se dividen en tres de grupos: 1) las variedades liberadas por los "Super-SNIA" (India para el arroz, e India y Brasil para el trigo), 2) las liberadas por otro SNIA, y 3) las transferidas de SNIA a SNIA, o liberadas por un tercer país. El número de variedades en la última categoría es un indicador del nivel de cooperación regional para el fitomejoramiento.

Debe recordarse que si se toma como indicador el incremento en el número de variedades puestas a disposición de los agricultores, los sistemas de investigación tanto de arroz como de trigo han logrado grandes éxitos. Incluso durante la Post Revolución Verde, el número total de liberaciones mundiales a partir de todas las fuentes (es decir, incluyendo tanto los cruzamientos de los SNIA como del SIIA) ha seguido aumentando para cada cultivo. Entre 1975-79 y 1985-89 el número promedio de variedades de trigo liberadas en el mundo cada año aumentó de 50 a 72 y las liberaciones de arroz aumentaron de 74 a 83. Sin embargo, las fuentes institucionales del aumento de los productos de la investigación difieren entre ambos sistemas de investigación de cultivos. El aumento principal en las liberaciones de trigo fue el resultado de una mayor selección de cruzamientos del CIMMYT por parte de los SNIA. Entre 1975-79 y 1985-89, la liberación anual promedio de este tipo de variedad aumentó de 24 a 39. Sólo pequeños aumentos ocurrieron en los productos de los programas de cruzamiento de los SNIA (de 23 a 27 variedades/año), y las liberaciones de terceros países (de 2 a 6 variedades/año). Las liberaciones de variedades de trigo en los Super-SNIA fueron constantes en el tiempo. Para el arroz, por otra parte, el aumento global de productos fue causado principalmente por los aumentos en los cruzamientos de los SNIA, que aumentaron de 30 a 40 variedades/año. El número de variedades seleccionadas del IRRI que fueron liberadas en realidad cayó en un 50%, de 16 a 8 variedades entre 1975-79 y 1985-89. Las liberaciones de los Súper-SNIA también cayeron ligeramente, mientras que las de terceros países se mantuvieron constantes.

También se dispone de alguna información sobre el uso hacia arriba de material del SIIA. Para el trigo, en 1986-90, aproximadamente 70% de las variedades liberadas a partir de cruces de los SNIA tuvieron por lo menos un progenitor del CIMMYT. Aproximadamente 20% de las variedades de arroz liberadas por los SNIA en el período 1986-91 tuvieron un progenitor del IRRI (Evenson, 1996), pero muchas otras variedades de arroz tuvieron un abuelo del IRRI.

¿Dónde colocan estos cambios a los sistemas de investigación en mejoramiento varietal en el mundo cuando se está por entrar en el siglo 21? Una perspectiva se obtiene al revisar las liberaciones varietales en el mundo (Figuras 4 y 5). Estos datos dan a

31 No se dispone de información sobre el uso de material del IRRI como líneas progenitoras, pero más de la mitad de las liberaciones de trigo de los SNIA en los 1980s tenían un progenitor del CIMMYT.

conocer varias cosas sobre cómo se organiza actualmente el mejoramiento varietal. La primera, los sistemas de trigo y arroz difieren mucho en la importancia de los cruzamientos del SIIA como una fuente de liberaciones varietales. En trigo, más de la mitad de todas las liberaciones en el periodo 1985-89 son el resultado de cruzamientos del CIMMYT seleccionados por los SNIA, y la proporción de liberaciones en esta categoría ha aumentado a través del tiempo. De hecho, *no hay países* en los que la selección de variedades del CIMMYT no sean una fuente importante de tecnología para el nivel de finca. El número de variedades liberadas de trigo cada año por parte de los programas de cruzamiento de los SNIA ha aumentado ligeramente a través del tiempo, pero la proporción de las variedades liberadas totales ha declinado significativamente. Por otra parte, el IRRI no es más una fuente importante de variedades terminadas de arroz. La selección de cruzamientos del IRRI corresponde solamente al 9% de las variedades liberadas de arroz en 1985-89, mientras que los cruzamientos de los SNIA corresponden a 85% de las variedades liberadas en el mundo.

La transferencia de germoplasma SNIA -SNIA no es un componente importante de ninguno de los dos sistemas. Parece que la discusión de reemplazar el SIIA con sistemas cooperativos regionales es prematura. Hasta el momento ha habido poca discusión acerca de los complejos temas institucionales de respaldar y operar tales sistemas regionales. Esto sugiere que, cualquiera sea el mérito potencial de moverse hacia sistemas regionales para reemplazar — o más bien para complementar — a los sistemas globales de investigación, el cambio sería dentro de algunas décadas.

El hecho que el IRRI no es más una fuente importante de variedades terminadas le ha permitido despojarse del trabajo en producir variedades terminadas, pasando la responsabilidad de DC a los programas de cruzamiento de los SNIA. Evenson (1996) presenta evidencia de que el IRRI desempeña un papel central en la investigación para el enriquecimiento genético en arroz. Este autor describe el papel que el IRRI ha desempeñado en incorporar variedades tradicionales en el material genético, sirviendo así como un conducto esencial para la distribución global de genes de variedades tradicionales. Aproximadamente 70% de todas las variedades tradicionales que han aparecido en los antecedentes de variedades de arroz de los SNIA han entrado mediante el uso de cruzamientos del IRRI. El IRRI no habría sido capaz de invertir tanto en esta importante actividad que aumenta la diversidad si los SNIA no hubiesen sido tan exitosos en la conducción de sus programas de cruzamiento.

El CIMMYT, por otra parte, se enfrenta con un dilema. El CIMMYT es el único suministrador internacional importante de investigación hacia arriba para el mejoramiento de la diversidad genética, pero aparentemente realiza una inversión subóptima substancial en estas actividades globalmente. Sin embargo, con tan pocos SNIA que han demostrado tener la capacidad para desarrollar variedades a partir de sus propios cruzamientos, sería riesgoso para el CIMMYT reducir sus esfuerzos en producir variedades para los programas de selección de los SNIA a cambio de aumentar la investigación orientada hacia una mayor diversidad. Esto pone una extrema tensión en los recursos del CIMMYT, dado que su mandato implícito es hacer más investigación relacionada con la diversidad sin reducir su investigación en desarrollo de cultivares — todo ello con un presupuesto total para el mejoramiento de trigo que está estancado. El hecho que los presupuestos de investigación de los SNIA ahora también están estancados, o declinando en la mayoría de las áreas, sugiere que los SNIA serán presionados fuertemente para mejorar su desempeño en el desarrollo de cultivares.

4. Resumen y Conclusiones

La comunidad internacional enfrenta el desafío de idear un sistema de investigación de mejoramiento de cultivos que abastezca germoplasma con un siempre creciente potencial de rendimiento, y al mismo tiempo dedicar recursos adecuados a problemas de más largo plazo para la diversidad genética y la conservación de recursos genéticos. En la actualidad se dedican recursos insuficientes al aumento de diversidad genética y la mayor parte de la investigación la está haciendo el SIIA ¿Cómo puede el sistema aumentar la atención dada a la investigación que mejora la diversidad cuando tanto el SIIA como los SNIA tienen presupuestos reales estancados? Una opción podría ser aumentar la coordinación regional de la investigación, pero actualmente no hay ningún sistema regional de esta naturaleza. Parece probable, por lo tanto, que los centros del GICAI serán los proveedores claves de la investigación que apunte a aumentar la diversidad genética en el futuro previsible.

En la actualidad los papeles desempeñados por el IRRI y el CIMMYT difieren de maneras fundamentales. La mayoría de los países que cultivan trigo, exceptuando los más grandes, demandan variedades mejoradas que requieren un trabajo mínimo de adaptación, mientras que los países que cultivan arroz tienen indudablemente una mayor capacidad para hacer mejoramiento adaptativo. El "modelo del IRRI" para incrementar la investigación en mejoramiento de la diversidad ha visto al IRRI mover su agenda de investigación hacia arriba al despojarse a sí mismo de la responsabilidad de realizar investigación en el desarrollo de cultivares. Por otra parte, relativamente pocos SNIA han demostrado la capacidad necesaria para desarrollar cultivares, que permitan mantener la diversidad temporal en trigo, incluso con acceso a materiales progenitores del CIMMYT ampliamente adaptados. Esto ha puesto al CIMMYT en la posición de asumir responsabilidades importantes para todas las áreas de investigación representadas en la Figura 2, a excepción de la investigación básica. Esta es una carga muy grande para una institución con solamente 30 científicos de trigo, y es razonable preguntarse si la distribución actual de las responsabilidades de investigación son sostenibles. En un mundo de presupuestos que se encogen, el sistema internacional de trigo enfrenta una elección difícil; continuar proveyendo variedades terminadas tiene el costo de distraer recursos de la investigación de premejoramiento y el mejoramiento de la diversidad genética, y éstas son dos actividades de investigación en bienes públicos que no tienen proveedores alternativos. Sin niveles adecuados de inversión en investigación de premejoramiento, la capacidad del sistema internacional de investigación para proveer variedades deseables en el a largo plazo es limitada.

Bibliografía

- Byerlee, D. y P. Moya 1993. *Impacts of International Wheat Breeding Research in the Development World, 1966-1990*. México, D.F.: CIMMYT.
- Byerlee, D 1993. "Modern Varieties, Productivity and Sustainability: Recent Experience and Emerging Challenges" Paper presented at pre-conference workshop on "Post-Green Revolution Agricultural Development Strategies: What Next?" American Agricultural Economics Association annual meeting, Orlando, Florida, Julio 30-31, 1993.
- Byerlee, D. y G. Traxler 1996. "The Role of Technology Spillovers and Economies of Size in the Efficient Design of Agricultural Research Systems," presented at the conference *Global Agricultural Science Policy for the Twenty-First Century*, Melbourne, Australia, Agosto 26-28, 1996.

- Byerlee, D. y G. Traxler 1995. "National and International Wheat Improvement Research in the Post-Green Revolution Period: Evolution and Impacts." *American Journal of Agricultural Economics*, 77:2: (mayo)268-78.
- CIMMYT. CIMMYT 1996. 1995/96 World Wheat Facts and Trends: Understanding Global Trends in the Use of Wheat Diversity and International Flows of Wheat Genetic Resources. Mexico, D.F. .
- Dalrymple, D.G 1986. *Development y Spread of High Yielding Wheat Varieties in Developing Countries*. Washington, DC: Agency for International Development.
- Duvick, D. 1984 "Genetic Diversity in Major Farm Crops on the Farm and in Reserve." *Economic Botany*, 38:161-78.
- Evenson, R. y D. Gollin 1997. "Genetic Resources, International Organizations, and Improvement in Rice Varieties." *Economic Development and Cultural Change*:471-500.
- Evenson, R. y C. David 1993. *Adjustment and Technology: The Case of Rice*. Development Centre of the OECD:Paris.
- Evenson, R.E. 1996a "Valuing Agricultural Biodiversity," Presented at the conference Global Agricultural Science Policy for the Twenty-First Century, Melbourne, Australia, Agosto 26-28.
- Evenson, R.E. 1996b "Rice Varietal Improvement and International Exchange of Rice Germplasm." Paper presented at the Conference on the Impact of Rice Research, Bangkok, Thailand, Junio 3-5.
- Evenson, R.E. 1994 "Analyzing the Transfer of Agricultural Technology." , *Agricultural Technology: Policy Issues for the International Community*. J.R. Anderson, ed. Wallingford, U.K.: CAB.
- Evenson, R.E. 1977 "Comparative Evidence on Returns to Investment in National and International Research Institutions" in *Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*, eds. T.M. Arndt, D.G. Dalrymple, and V.W. Ruttan. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Evenson, R.E. 1988. "Technological Opportunities and International Technology Transfer in Agriculture" in *The Agro-Technological System Towards 2000: A European Perspective*. eds. Antonelli, G. and A. Quadrio-Curzio, Amsterdam: North-Holland.
- Frey, K 1996. *National Plant Breeding Study - I: Human and Financial Resources Devoted to Plant Breeding Research and Development in the United States in 1994*. Special Report 98, Iowa Agricultural and Home Economics Experiment Station.
- Fuglie, K. 1997 "Public Policy and Private Investment in Plant Breeding." Draft paper. ERS/USDA.
- Hayami, Y. y V.W. Ruttan 1985. *Agricultural Development: an International Perspective*. Baltimore:Johns Hopkins University.
- Maredia, M.K. y D. Byerlee (Forthcoming). *Research Efficiency in the Presence of Technology Spillovers: The Case of National and International Wheat Improvement Research*. CIMMYT Research Report.
- Maredia, M.K., R. Ward y D. Byerlee. "Econometric Estimation of a Global Spillover Matrix for Wheat Varietal Technology." *Agricultural Economics* 14(3):1996.
- Pardey, P.G., J. Roseboom y J.R. Anderson eds. 1991. *Agricultural Research Policy: International Quantitative Perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pingali, P.L.1997 *From Subsistence to Commercial Production Systems: The Transformation of Asian Agriculture*. Invited Paper for the AEA meetings in New Orleans. January 1997.
- Pingali P.L. y P. Heisey 1996. "Cereal Crop Productivity in Developing Countries: Past Trends and Future Prospects." Presented at the conference Global Agricultural Science Policy for the Twenty-First Century, Melbourne, Australia, Agosto 26-28, 1996.

Smale, M. 1998. Indicators to Genetic Diversity in Bread Wheats: Selected Evidence on Cultivars Grown in Developing Countries. In R.E. Evenson, D. Gollin, and V. Santiniello Oeds.), *Agricultural Values of Plant Genetic Resources*. CAB International, Wallingford, U.K.

U.S. Department of Agriculture: *Information on the Condition of the National Plant Germplasm System* (Chapter Report, 10/16/97, GAO/RCED-98-20), 1997.

Tabla 1. Número de variedades de trigo y arroz liberadas por el propio programa de cruzamiento en cada país, y liberación de variedades seleccionadas del SNIA, por país, 1977-90. Países que producen un total de 10 o más variedades a partir de cruzamientos propios.

	Cruzamiento de los SNIA	Selección por los SNIA	Total de Liberaciones
TRIGO			
SNIA de nivel 3:			
Brasil ^a	84	34	118
India ^a	83	28	111
Argentina	34	35	69
Sur de China	26	10	36
SNIA de nivel 2:			
Chile	14	31	45
Kenya	13	3	16
SNIA de nivel 1:			
Restantes 25 SNIA	61	275	336
Total, trigo	315	416	731
ARROZ			
SNIA de nivel 3:			
India ^a	251	36	287
Corea	88	0	88
Brasil	66	7	73
China	51	2	53
Sri Lanka	32	0	32
Birmania	32	16	48
Nigeria	27	4	31
Costa de Marfil	23	0	23
Indonesia	20	13	33
Tailandia	16	0	16
SNIA de nivel 2:			
Malasia	14	2	16
Filipinas	13	20	33
México	10	2	12
SNIA de nivel 1:			
Restantes 40 SNIA	120	85	205
Total, arroz	763	187	950

a Super-SNIA.

Actividades de Mejoramiento de Trigo	Instituciones del SIIMT y sus papeles
I. Investigación Básica	Países más desarrollados (90 investigadores^a)
II. Manejo de Recursos Genéticos	Investigación básica
A. Adquisición y mantenimiento de germoplasma	Manejo de recursos genéticos
B. Documentación de accesiones	Investigación premejoramiento
C. Selección biótica y abiótica	CIMMYT (30 investigadores)
III. Investigación Premejoramiento	Manejo de recursos genéticos
A. Cruzamiento intergenérico e interespecífico	Investigación de premejoramiento
B. Nuevos tipos de plantas/ investigación en la frontera del rendimiento	Desarrollo de cultivares
C. Reintroducción de genes para obtener resistencia a nuevas enfermedades	SNIA de nivel 3 (658 investigadores)
D. Administración de viveros de selección	Investigación de premejoramiento
E. Administración de viveros de rendimiento	Desarrollo de cultivares
IV. Desarrollo de Cultivares	SNIA de nivel 2 (87 investigadores)
A. Programa de cruzamiento/ mejoramiento del pedigrí	Programa de mejoramiento adaptativo usando progenitores del CIMMYT
1. Mejoramiento del pool	Prueba y selección de cultivares de fuentes externas
2. Desarrollo de líneas avanzadas	SNIA de nivel 1 (409 investigadores)
3. Cruzamiento de líneas propias	Prueba y selección de cultivares de fuentes externas
B. Programa de mejoramiento adaptativo	
1. Cruzamiento o selección de líneas de fuentes externas	
2. Selección de cultivares de fuentes externas	
C. Programa de prueba/selección	
1. Prueba de cultivares desarrollados en otra parte	

a Solamente investigadores de los Estados Unidos de Norteamérica y Australia. Se supone que los investigadores australianos están asignados entre los temas de investigación en la misma proporción que la reportada para los EE.UU. Fuentes de los números de investigadores: Frey (1996) y CIMMYT (1993)

Figura 1. Actividades e instituciones de investigación en mejoramiento del cultivo de trigo.

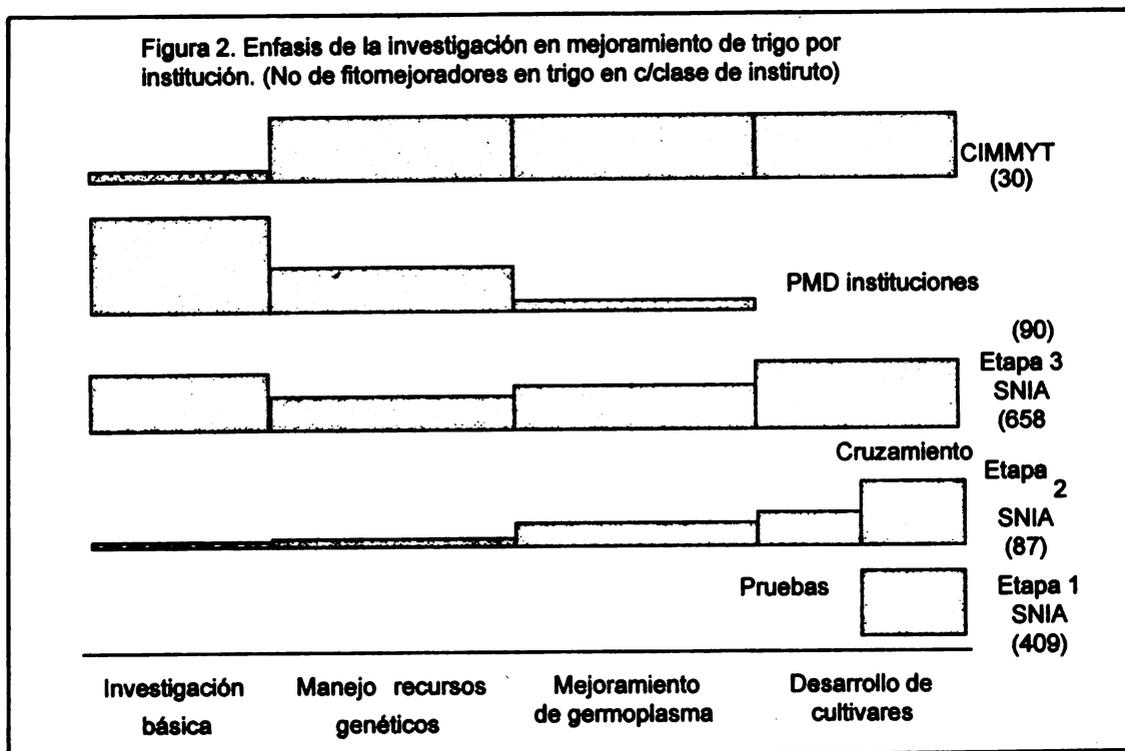


Figura 2. Énfasis de la investigación en mejoramiento de trigo por institución. (No de fitomejoradores en trigo en c/clase de instituto)

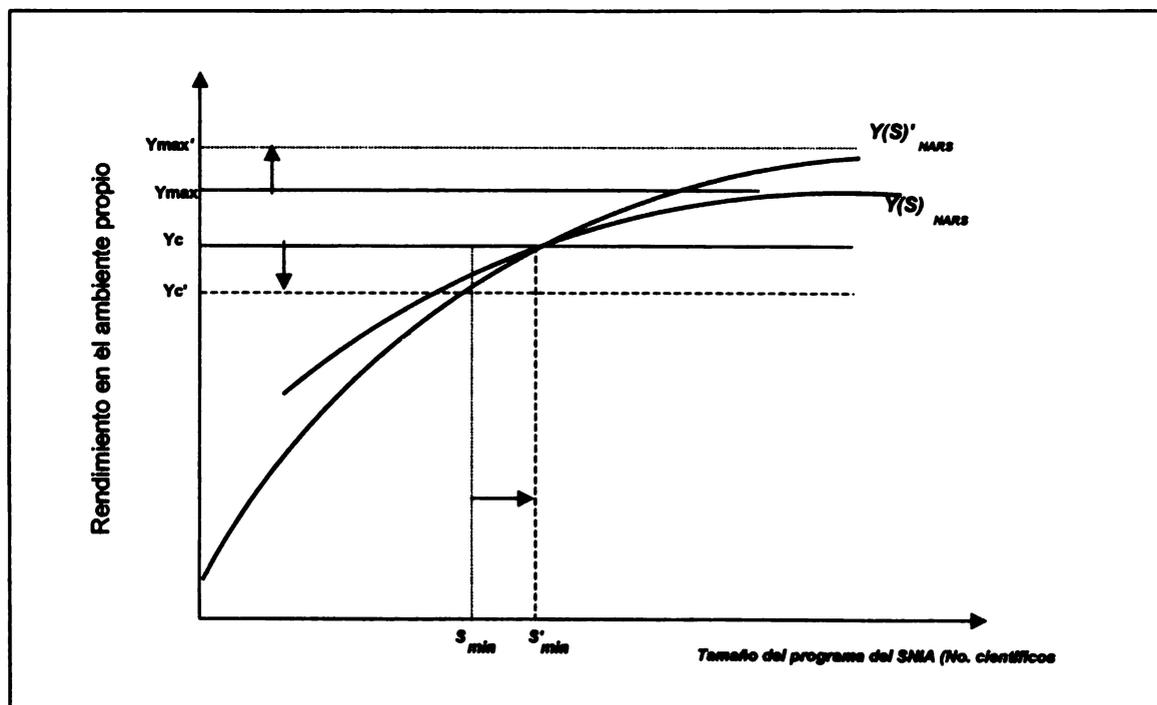


Figura 3. Producción del programa de cruzamiento del SNIA con un incremento en la investigación en diversidad de los CIA.

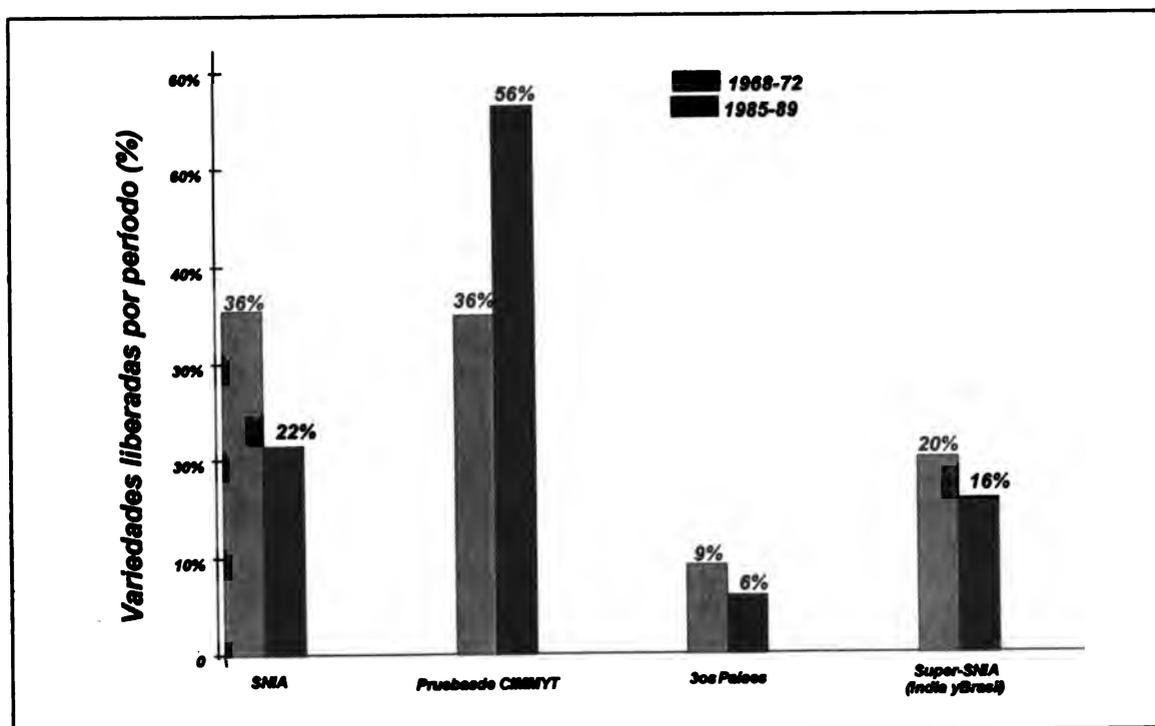


Figura 4. Proporción de variedades liberadas de trigo por fuente de cruzamiento.

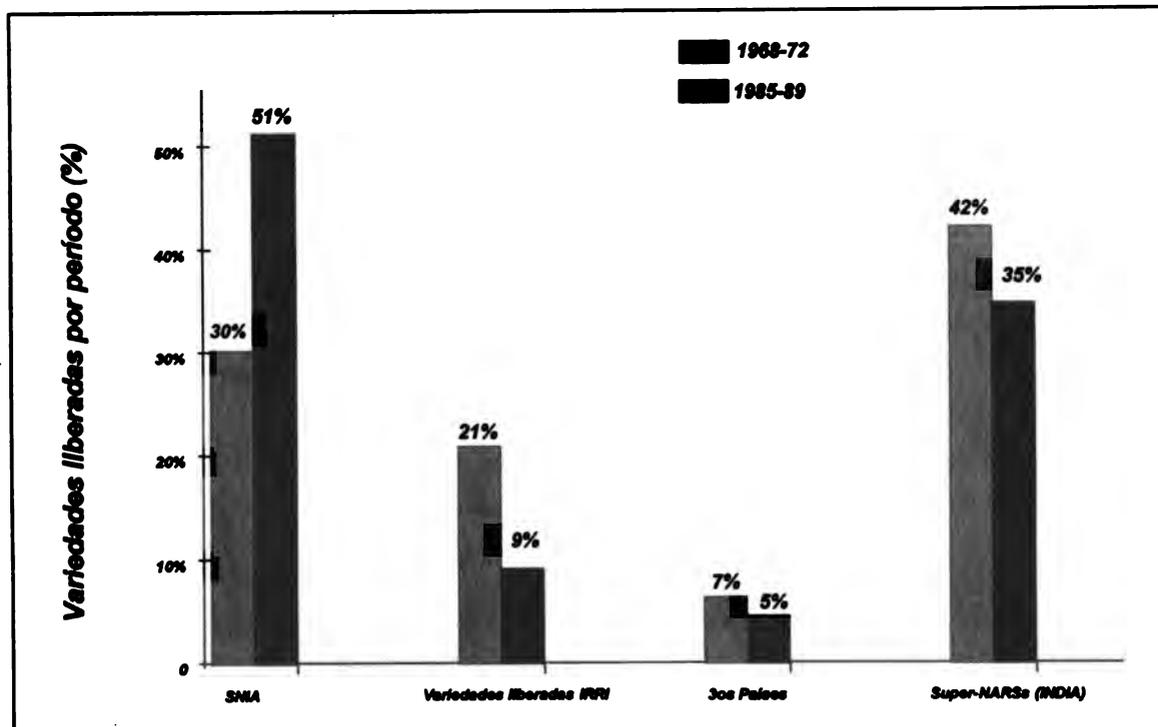


Figura 5. Proporción de variedades liberadas de arroz por fuente de cruzamiento.

LA VISION DE COSUDE RESPECTO A LAS REDES REGIONALES DE INVESTIGACION

Giancarlo de Picciotto y Omar Palacios

1. La Fatiga de los Donantes

Aunque el tema de la fatiga de los donantes que comienza a aflorar en las instituciones de ayuda a la investigación agrícola no es nuevo, el problema se ha agravado en los últimos años debido a diversos factores principalmente relacionados con el ambiente económico y financiero en que estas instituciones se desenvuelven. A continuación se describen brevemente las percepciones y preocupaciones más importantes relacionadas con las redes de colaboración en investigación, tal cual se los percibe en el seno de la COSUDE. Se debe hacer notar desde el comienzo que las preocupaciones que se describen se refieren a una percepción general no particularizada a una o varias de las más de doce redes que COSUDE financia alrededor del mundo.

1.1. Malestar respecto a la sostenibilidad de las redes

Existe la percepción de que a pesar del apoyo constante y continuado (más de 20 años) de la COSUDE, las redes regionales de investigación, no han logrado montar una estructura que les de vida propia.

Algunas de las causas principales para este problema que se manejan son:

- i) **Falta de viabilidad económica.** Las redes han sido incapaces de encontrar fondos adicionales a los del donante por lo que su viabilidad financiera se encuentra atada exclusivamente al apoyo del donante y llevando a este a sentirse muy "solo".
- ii) **Falta estabilidad.** A menudo el personal científico de los PNIA que integran las redes no mantiene un mínimo de estabilidad en la red o en la misma institución. Este accionar, que se ha agravado con los programas de reestructuración a los que se están sometiendo los PNIA, contribuye a la falta sostenibilidad ya que se debilita la continuidad de la investigación.
- iii) **Falta de apoyo institucional.** A menudo, les falta el apoyo o ancla institucional, de manera que la marcha de las redes depende del entusiasmo y de la voluntad de algunos de sus miembros. Esto causa que la ausencia de estos miembros por una razón u otra tiene un impacto grande en el accionar de la red, aumentando así su inestabilidad.

- iv) **Falta de coordinación entre el donante y las instituciones miembros.** Causado quizás por la historia pasada y la poca dinámica institucional, existe la percepción de que un apoyo financiero a una red que para el donante es temporal (de corto plazo) es percibido por los miembros de la red como un compromiso sin fin (*Net for ever*). Esta falta de coordinación crea fricciones que posteriormente atenta contra la viabilidad de la red.

Esta falta de coordinación se manifiesta también en la confusión que existe entre la necesidad de sostenibilidad de los “servicios” de una red, y la sostenibilidad de sus estructuras

1.2. Malestar respecto a al funcionamiento (eficacia y eficiencia) de las redes

Además de la preocupación sobre la sostenibilidad de las redes, COSUDE ha comenzado a dudar sobre el nivel de desempeño de las redes en términos de su eficacia (entendida como la habilidad para cumplir con los objetivos propuestos) y de su eficiencia (cómo se usan los recursos disponibles para alcanzar los objetivos).

Algunas de las causas más importantes que se manejan para explicar este problema son:

- i) **Debilidad de los recursos humanos.** Uno de los resultados más visibles del complejo proceso de deterioro de los PNIA es el deterioro del recurso humano. En las redes de investigación este deterioro se refleja en la poca capacidad analítica del personal científico asociado con las actividades de la red lo que hace que el “producto” final muchas veces no tenga la calidad deseada.
- ii) **Debilidades a nivel de la gestión y del liderazgo.** Otro resultado del proceso mencionado anteriormente es la falta de personal nacional con suficiente capacidad para llevar la gestión y liderato de las redes. A veces, factores como la excesiva burocracia y viajes excesivos absorben demasiados recursos, que podrían ser utilizados más eficientemente en actividades inherentes a la gestión de las redes.
- iii) **Falta de dinamismo y de capacidad de adaptación.** Las redes no han sido capaces de adaptarse a los cambios en el medio ambiente. La excesiva inercia de las redes para responder a los cambios relacionados con nuevas necesidades y demandas, y a los nuevos actores en el mercado de la investigación, las ha llevado a permanecer estáticas y relativamente aisladas con lo que su funcionamiento se ha visto dificultado.
- iv) **Falta de cohesión entre los socios.** Quizás una de las tareas más difíciles para el funcionamiento futuro de las redes será la búsqueda de cohesión entre los socios. Es difícil encontrar un camino en términos de objetivos comunes, cuando existe una gran diversidad de ideas como es el caso de los PNIA asociados a muchas de las redes.
- v) **Falta de un modo de operación correcto.** Aunque se reconoce la variabilidad entre redes, la preocupación se centra en las dificultades que han tenido las redes de encontrar un balance entre realizar investigación con un enfoque participativo y con un enfoque jerárquico.

- v) **La relación calidad / costo es a veces demasiado baja.** Esta relación es un indicador ampliamente usado del nivel de eficiencia de una organización. En este caso y aunque se reconoce una amplia variabilidad de las redes, la percepción en COSUDE es que la relación es baja. Es decir que aunque se logra el "producto", éste no tiene la calidad deseada para los niveles de inversión realizados para su obtención. Aunque algunas de las causas ya mencionadas pueden explicar el fenómeno de una baja relación calidad/costo, una que se maneja en forma explícita es la existencia de muchos costos "escondidos" que no se contabilizan.

1.4. Malestar respecto al impacto

Aunque se reconoce que en los últimos años las redes han realizado un esfuerzo en la medición y documentación del impacto de sus actividades, persiste la duda en COSUDE, sobre si este esfuerzo es suficiente y si no será demasiado tardío. En particular dos temas son los que parecen provocar más duda:

- i) **¿Cuál es la validez de los resultados para las acciones de desarrollo?** Si el objetivo final de los fondos de ayuda provenientes de COSUDE es promover el desarrollo en los países recipientes, existe una duda considerable sobre los vínculos entre los resultados propuestos y alcanzados por las redes y el desarrollo. Esto lleva a que la agencia donante tenga más dificultades en obtener fondos para promover la colaboración en actividades de investigación agrícola.
- ii) **Impacto a nivel de "campo" es difícil de demostrar.** En esta área se reconoce el esfuerzo realizado por el PRM y el PROFRIJOL con el apoyo del CIMMYT. Sin embargo, este esfuerzo se ha limitado al impacto de la investigación en mejoramiento genético y existe muy poca documentación sobre el impacto de otras actividades importantes que realizan las redes como son investigación en manejo agronómico, el desarrollo de métodos de investigación, capacitación, etc.

2. Las expectativas de COSUDE y su papel frente a las redes que financia

A continuación se describen críticamente algunas de la percepciones y expectativas más importantes que predominan en COSUDE y que pueden haber contribuido a las preocupaciones mencionadas en la sección anterior.

- i) **Altas expectativas de COSUDE.** En el interior de la institución parece haber una concepción a veces errónea de lo que se puede y lo que no se puede lograr a través de una red de investigación. En ese sentido parece que COSUDE ha fijado expectativas exageradamente altas de los productos esperados de la redes (redes = panacea).
- ii) **Coordinación en COSUDE.** El principio de concentración geográfica (países) de COSUDE, no siempre es compatible con el enfoque regional de las redes.
- iii) **Proliferación de las redes.**

3. Conclusión

COSUDE ha realizado últimamente una serie de reflexiones internas sobre el futuro de las redes que financia y sin embargo estas reflexiones no parecen hasta hoy haber aclarado las dudas existentes. Sin embargo, se puede concluir que en la actualidad las expectativas de COSUDE están fuertemente enfocadas hacia la búsqueda de nuevos mecanismos institucionales, que permitan el autofinanciamiento de las redes por los miembros.

EL PROGRAMA GLOBAL DE ASOCIADOS DEL ISNAR UNA NUEVA MODALIDAD DE COLABORACION GLOBAL PARA FORTALECER LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

H. Hobbs y E. Solís

1. Introducción

El Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR), miembro del Grupo Consultivo Internacional para la Investigación Agrícola Internacional (GICIAI), está implementando una nueva estrategia para apoyar el desarrollo institucional de la investigación agropecuaria en los países en desarrollo.

En 1997, el ISNAR adaptó su visión y su estrategia para responder mejor a los retos y aprovechar las oportunidades a las que se enfrentarán los Sistemas Nacionales de Investigación Agropecuaria (SNIA) en los países en desarrollo, en las décadas venideras. Con una visión futura, la estrategia define como tarea del ISNAR "trabajar con los líderes de la investigación y los formuladores de las políticas para resolver los problemas relacionados con las políticas, organización y gestión de la investigación agropecuaria".

El nuevo Programa Global de Asociados del ISNAR, descrito en este panfleto, es parte de la implementación de esta estrategia. Este programa tiene como propósito construir una red de profesionales reconocidos y experimentados, la mayoría de ellos provenientes de regiones en desarrollo, para laborar con el ISNAR en forma parcial y de acuerdo con las necesidades. Los "Asociados del ISNAR" son los profesionales reclutados para trabajar en este programa.

2. Los Asociados del ISNAR

Los Asociados del ISNAR forman un equipo moderno y dinámico de especialistas, que fortalece las áreas de especialidad y de experiencia que el ISNAR pone a disposición de los SNIA.

Los Asociados son considerados miembros del ISNAR a tiempo parcial. Pueden ser empleados regulares de institutos de investigación, universidades, organizaciones no gubernamentales u otro tipo de organización o empresas privadas, pero están disponibles durante unas pocas semanas al año para trabajar con el ISNAR en misiones de apoyo a los países en desarrollo.

Los Asociados del ISNAR cuentan con una amplia gama de especialidades, así como con un profundo conocimiento y comprensión de la cultura local y de sus retos. Integrados a las actividades de investigación, servicio y capacitación del ISNAR, ellos multiplican la capacidad del Instituto para apoyar el desarrollo institucional de los SNIA.

Los Asociados juegan un papel vital en el apoyo brindado a los SNIA para hacer frente a los retos de hoy. Asimismo, permiten al ISNAR anticipar los desafíos que los SNIA deberán enfrentar en el futuro.

El Programa Global de Asociados del ISNAR tiene el compromiso de apoyar a los SNIA, fomentando la colaboración entre los países en desarrollo para el fortalecimiento institucional de la investigación agropecuaria.

3. Objetivos

El Programa Global de Asociados del ISNAR tiene cuatro objetivos básicos.

3.1 Estimular el desarrollo de "ganancia de cerebros" en los SNIA

El Programa Global de Asociados estimula el desarrollo de "ganancia de cerebros". Los Asociados del ISNAR utilizan y amplían su conocimiento al contribuir con el fortalecimiento institucional en otros países en desarrollo. Sin embargo, el experto permanece dentro de su propia organización. De esta forma, ellos fortalecen las capacidades del ISNAR, trabajan intensamente para apoyar a otros SNIA, y regresan a sus puestos de trabajo con una capacidad ampliada para servir a su propia organización nacional.

3.2 Ampliar el acceso de los SNIA a la capacidad técnica

El Programa Global de Asociados del ISNAR aumenta el número y la diversidad del personal que trabaja en el desarrollo e implementación de los enfoques estratégicos definidos por el ISNAR, para el período 1998-2002.

Esta estrategia está compuesta por cuatro áreas: 1) Globalización, 2) Gobernabilidad y Desarrollo Institucional, 3) Nuevas Tecnologías para la Investigación Agropecuaria, y 4) Agricultura y el Medio Ambiente.

El carácter de tiempo parcial de los Asociados le permite al ISNAR cubrir áreas de experiencia que no le sería posible financiar a tiempo completo. Algunos ejemplos son : el derecho internacional, el comercio global de alimentos, la salud y la nutrición, la privatización, las organizaciones no gubernamentales, el comportamiento organizacional, la contabilidad con inflación, Internet y las aplicaciones de cómputo.

Asimismo, los Asociados facilitan al ISNAR el acceso a los SNIA en idiomas importantes, tales como el chino, árabe, ruso, turco y otros.

3.3 Establecer equipos para el fortalecimiento de los SNIA

El establecimiento de una red de Asociados del ISNAR, ubicados permanentemente en países en desarrollo, permite al ISNAR profundizar su comprensión de los problemas, las perspectivas y las preocupaciones locales. Este conocimiento, los contactos locales y la experiencia profesional de los Asociados se fortalecen con la experiencia y la perspectiva mundial del ISNAR. El Asociado del ISNAR puede, de esta manera, formar parte de un equipo que piensa verdaderamente en forma global, pero que actúa localmente.

Los Asociados son identificados como miembros del ISNAR. Ellos se convierten en parte de este equipo global que trabaja para apoyar el desarrollo institucional de los SNIA en las regiones en desarrollo. Aún más, la disponibilidad de un grupo de Asociados, claramente identificados como miembros del ISNAR, fortalece significativamente la presencia del ISNAR en el campo.

3.4 Brindar un apoyo efectivo a los SNIA, a un costo menor

La existencia de una red de Asociados del ISNAR en los países en desarrollo significa que el ISNAR puede responder a los SNIA:

- Más rápidamente.
- Con menores costos de viaje.
- Con una excelente comprensión de los problemas y perspectivas locales.
- Con la capacidad de revisar documentos y recolectar información local con mucha facilidad.
- Con la capacidad técnica contratada de acuerdo con las necesidades.

4. Las Tareas de un Asociado del ISNAR

Los Asociados están ligados tanto a los nuevos proyectos del ISNAR, como a los que están en ejecución. De esta manera, contribuyen y aprenden a partir del desarrollo de conceptos, herramientas y procedimientos relacionados con el desarrollo institucional de la investigación agropecuaria.

Los Asociados pueden acompañar al personal permanente del ISNAR en una o más misiones, dando apoyo en los servicios de asesoría o capacitación brindados a los SNIA.

En un tiempo aproximado de 18 meses, la mayoría de los Asociados estarán suficientemente integrados a los programas del ISNAR y, por lo tanto, podrán llevar a cabo misiones por sí solos, con el apoyo de la oficina del Programa Global de Asociados del ISNAR.

El trabajo de los Asociados está amparado en un "contrato paraguas" de dos años, que puede ser renovado. En él se estipula que los Asociados pueden representar al ISNAR en situaciones específicas y que cada año deben dedicar unas semanas a las actividades del ISNAR. Cuando el Asociado es llamado a una misión, se elabora un contrato específico. El Asociado tiene la responsabilidad de obtener la autorización de su organización para trabajar como Asociado del ISNAR.

5. El perfil de un Asociado del ISNAR

La mayoría de los Asociados del ISNAR proviene de países en desarrollo. Adicionalmente, los Asociados tienen muchas de las siguientes cualidades:

- Grado académico de maestría o superior.
- Inteligencia y dinamismo.
- Madurez para trabajar en forma independiente, pero con una mentalidad abierta que les permita contribuir con entusiasmo a los programas del ISNAR.
- Manejo adecuado del inglés, aunque no necesariamente en forma fluida.
- Conocimiento profundo de los retos a que se enfrenta la investigación agropecuaria en los países en desarrollo.
- Orientación hacia el futuro, considerando los retos a que se enfrentarán los SNIA dentro de 10 años.
- Experiencia en una de las cuatro áreas estratégicas del ISNAR.

El ISNAR ha asumido el compromiso de promover una mayor participación femenina en sus programas.

6. Beneficios para el Asociado del ISNAR y su Organización

Los Asociados del ISNAR reciben una remuneración por el apoyo que brindan a otros SNIA a través de misiones llevadas a cabo por el ISNAR. Con el propósito de que sea más sencillo y equitativo, el ISNAR paga un mismo honorario diario a todos los Asociados, sin considerar la institución o el país de origen.

Otros beneficios adicionales de esta asociación pueden ser igualmente importantes para el Asociado y para su propia institución:

- Reconocimiento internacional como Asociado del ISNAR.
- Participación en la solución de importantes problemas de la investigación agropecuaria en los países en desarrollo.
- Reconocimiento del trabajo de campo por parte de su institución, del ISNAR y del CGIAR.
- Establecimiento de una red de contactos, valiosa tanto para el Asociado del ISNAR como para su institución.
- Oportunidad de publicar documentos.
- Darse a conocer a través de conferencias y actividades de capacitación.
- Perspectiva ampliada para evaluar el rendimiento de su propia organización.
- Mayor comprensión de cómo su organización puede ligarse al sistema global de investigación.
- Reconocimiento de la capacidad disponible dentro de su propia organización.
- Disponibilidad de un profesional más experimentado y capaz para la propia organización.

7. La Oficina del Programa Global de Asociados del ISNAR

El Programa Global de Asociados del ISNAR, con sede en Costa Rica, tiene un mandato de carácter global. La oficina es administrada por un Director de Programa y un pequeño equipo que colabora en la coordinación del apoyo brindado a los Asociados del ISNAR alrededor del mundo. Esta oficina recluta a los Asociados y les brinda la asistencia necesaria para que se integren dentro de los Programas y la estrategia del ISNAR. Copias de la estrategia pueden solicitarse al ISNAR. Asimismo, puede ser consultada en la página web de la institución: <http://www.cglar.org/isnar>

**DISCUSION,
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

1. Discusión: En Busca de Consenso

En el primer día del taller, se discutieron diversos aspectos relacionados con la inversión en investigación agrícola a la luz de las presentaciones de los resultados de la investigación realizada por el CIMMYT-PRM. Durante la mañana del segundo día, analizaron los participantes se dividieron en dos grupos para analizar los desafíos económicos e institucionales con que se enfrenta la investigación agrícola en Centro América. Esta última sesión intentaba capitalizar las discusiones anteriores y presentar un consenso sobre las principales desafíos percibidos por los participantes y sobre posibles medidas para hacerles frente.

Todas las sesiones de trabajo tanto plenarias como en grupos estuvieron a cargo de un moderador y en el caso de las discusiones en grupo las conclusiones fueron presentadas por un relator. Las discusiones se manejaron por medio del método de participación por tarjetas. A continuación se presenta una recopilación de las principales ideas expresadas en las tarjetas. Una lista completa de las tarjetas en todas las sesiones se da como referencia en el Anexo.

2. Sobre la Inversión Pública en Investigación

2.1. Aspectos generales

Existió consenso entre los participantes en cuanto a que la investigación pública es necesaria, particularmente en aquellos aspectos o rubros en los cuales el sector privado no tiene interés, como lo son aquellos productos de la investigación que tienen una difícil apropiación de sus beneficios. Otro aspecto que fue mencionado, pero con menor énfasis, fue la investigación pública en rubros relacionados con la seguridad alimentaria.

Se cuestionó el énfasis que la investigación pública ha puesto en el mejoramiento genético en relación con el manejo agronómico y la conservación de recursos naturales

2.2. Aspectos económicos

Con respecto a los aspectos económicos relacionados con el impacto de la investigación nacional y regional, existió consenso entre los participantes sobre el importante nivel de impacto, medido por la rentabilidad social, alcanzado por la investigación en mejoramiento genético. Las cifras mostradas durante la presentación de los resultados de la investigación realizada por el CIMMYT-PRM fueron confiables para los participantes y se recomendó concentrar los esfuerzos en documentar la adopción y difusión de

nuevas tecnologías y el impacto del cambio tecnológico. Se pusieron de relieve los buenos resultados alcanzados a pesar de un ambiente de pocos recursos. Un problema que se manifestó fue la "impaciencia" de los sectores políticos que imponen una inusitada presión sobre el sector de investigación. Por ejemplo, la ganancia genética anual en Centro América es de aproximadamente 100 kg/año, similar a la de EEUU. Sin embargo en este último país llevan más de 100 años de investigación en condiciones de estabilidad política e institucional, mientras que el proceso en CA se ha caracterizado por la inestabilidad institucional, de recursos financieros, y de rotación de personal, además que la mayoría de los países en la región han sufrido fuertes conflictos político-militares.

Varias opiniones coincidieron en que se debía apoyar a la investigación pública con mayores recursos a nivel de países y a nivel de cooperación regional. Sin embargo, también se recomendó darle una mayor difusión a los resultados entre la sociedad civil, y hacer a más eficientes financieramente a las instituciones públicas, no solo en términos de bajar los costos administrativos, sino también en términos de que sus productos alcancen un mayor número de agricultores.

2.3. Aspectos Institucionales

Algunos de los problemas institucionales mencionados antes, en términos generales, fueron expuestos de manera explícita por los participantes. En particular, se hace hincapié en la poca estabilidad institucional y la importancia de la estabilidad para poder planificar a largo plazo. Como consecuencia se mencionó la necesidad de un cambio institucional que permita una mayor articulación entre los diferentes actores promoviendo un mayor diálogo entre políticos y técnicos. Al mismo tiempo se mencionó la necesidad de revisar los sistemas de incentivos, contratación y financiamiento en los sistemas nacionales de investigación para que fomenten la creatividad y productividad de los investigadores.

Aunque se puso de manifiesto la necesidad de trabajar en función de las necesidades de los agricultores, hubo consenso que la investigación en general ha mejorado, porque está trabajando con base en prioridades y necesidades. Sin embargo se necesita más estabilidad institucional y técnica.

2.4. Aspectos de política económica

Existe preocupación por los efectos que generan las políticas macroeconómicas en la agricultura en general y sobre la investigación en particular. Se percibe que falta una mayor comunicación entre ambos sectores y que las prioridades de investigación deben respetar la política macroeconómica. En particular se menciona la necesidad de articular la política comercial de los países centroamericanos, la política de reducción de aranceles, la falta de consistencia o estabilidad de la política dirigida hacia el sector de generación de tecnologías, las políticas de precios de granos básicos (estabilización), la necesidad de establecer subsidios al productor agropecuario, nuevas líneas de créditos al productor de subsistencia, el sesgo antiagrícola de la política macroeconómica, la distinción entre el corto y el largo plazo, particularmente en el caso de la investigación sobre recursos naturales.

2.5. Participación ciudadana

Hubo un amplio consenso entre los participantes en que una forma importante para revertir la tendencia actual y mejorar la comunicación con los niveles políticos es involucrar a la sociedad civil en el análisis y discusión de los asuntos involucrados de manera que se establezca un diálogo entre los principales actores. El argumento mencionado para apoyar esta propuesta parte de la base que los ciudadanos son en realidad los impulsores del cambio técnico, y por lo tanto la poca participación de la sociedad civil, es decir el ciudadano y/o sus representantes, en la investigación agrícola y en sus resultados lleva a la falta de apoyo político a la investigación. De esa manera, se podrá tener una mejor vía de comunicación para difundir los resultados e impacto de la investigación a todos los estratos de la sociedad incluyendo a los propios agricultores.

2.6. Redes, investigación privada y evaluación

Existe también consenso en que la incorporación de nuevos actores, en las redes de cooperación regional en investigación agrícola, como el PRM y PROFRIJOL, sería altamente beneficioso. En particular se recomendó fomentar la participación de la iniciativa privada en las redes. Al igual que en el caso de la investigación agrícola nacional, existe el consenso que se debe realizar más esfuerzos en evaluar sus resultados y en publicar su impacto si se quiere evitar que siga la disminución en el apoyo de los países a estas iniciativas.

2.7. Globalización

Las consecuencias de la globalización, la apertura de mercados y la orientación hacia el mercado fueron cuestionadas con base en argumentos de seguridad alimentaria, eficiencia financiera de la investigación pública cuyos beneficios se desbordan al sector privado, y en la necesidad de diferenciar el producto para estudiar la competitividad de la producción (maíz amarillo importado y blanco producido localmente). Sin embargo, hubo consenso en que la globalización es una realidad de nuestros tiempos, que exige tener una visión global del ambiente. Se necesita una evaluación de la influencia o impacto.

Para ello se sugirió realizar un conjunto de acciones que conduzcan a insertar al sistema de investigación en estas tendencias globales. Estas acciones deben contemplar no solamente los aspectos institucionales, sino también aquellos relacionados con la formación y calidad profesional de sus miembros, incluyendo la ejecución de auditorías profesionales.

2.8. Diseño de la Investigación

Siguiendo con la línea de pensamiento anterior, hubo consenso en que para aumentar la eficiencia del sistema era necesario tres grupos de acciones. **Primero**, el tipo de investigación que se realiza debe responder a una demanda efectiva y responder a intereses estratégicos de largo plazo. **Segundo**, se deben abarcar temas importantes específicos para que de esa manera se concentren los escasos recursos disponibles. **Tercero**, se

debe cuidar el capital humano fomentando la creatividad y productividad del investigador. Para eso se debe modificar el marco institucional en el que se desarrolla, mediante la ejecución de un sistema de oposiciones para reclutamiento y promoción de personal; y la aplicación de sistema de incentivos. **Cuarto**, se debe experimentar con mecanismos novedosos de ejecución, como por ejemplo a través de fondos competitivos.

2.9. Colaboración en investigación

En este panel se manejaron dos ideas: continuar las redes como hasta el presente o fomentar la creación de una fundación. Hubo consenso en que cualquiera de estas dos formas institucionales que se escogiesen, debía responder a reglas del juego institucionales, legales y económicas claras. Los participantes coincidieron en que cualquiera de ambas opciones son las manera más viable de llevar a cabo la colaboración regional en investigación. Sin embargo no hubo un consenso claro a favor de una u otra. Por ejemplo hubo consenso en que las redes deben continuar dados los resultados obtenidos hasta el presente pero que se las debe adaptar para que trabajen en forma "coordinada" con las instituciones de investigación o dentro de ellas. Otro argumento esgrimido a favor de las redes es su alto potencial pero al mismo tiempo presenta problemas institucionales y políticos que impiden una mejor eficiencia y efectividad. Hubo también opiniones a favor de una fundación que integre a diversos actores y que sea coordinada por los INIA a través del SICTA.

3. Sobre los Desafíos Económicos

3.1. Inversión en investigación en granos básicos

La pregunta básica que se planteó en este tema se relacionó con la inversión de fondos públicos en investigación en granos básicos. El consenso alcanzado es que sí se debe invertir, si se cumplen ciertas condiciones:

- i)* que sea socialmente rentable,
- ii)* que el producto (granos básicos) sea competitivo en el mediano plazo,
- iii)* que se invierta en la difusión de las tecnologías de manera que sean rápidamente adoptadas por los agricultores, y
- iv)* que la inversión responda a una visión de futuro (largo plazo) para el sector agropecuario.

Una recomendación importante mencionada por el grupo fue la necesidad de establecer prioridades de investigación en cada país de acuerdo con objetivos claramente definidos, de manera que cada país identifique cuál o cuáles granos básicos debe producir y por lo tanto, en sobre los cuales hacer investigación. Este proceso debe considerar productos nuevos enfocados a mercados especiales como el maíz de alta calidad proteica (QPM), maíz dulce, y otros.

Otro recomendación mencionada por el grupo fue la necesidad de definir un modelo institucional de investigación que considere el establecimiento de alianzas estratégicas con el sector de productores agropecuarios para ganar un mayor apoyo político y económico.

3.2. Competitividad y cambio tecnológico

¿Es factible ser competitivos bajo las reglas de la Organización Mundial del Comercio sin subsidios? Esta fue la base de la discusión sobre el tema de la competitividad y el papel del cambio tecnológico. El consenso en el grupo pareció ser que la respuesta hoy es no, pero sí se puede competir en el futuro. Para ello se deben tomar ciertas medidas destinadas a aumentar la eficiencia del proceso de cambio tecnológico:

- i)* Adoptar modelos participativos de investigación con metas competitivas a largo plazo.
- ii)* Respetar la pluralidad de actores en el proceso de adopción.
- iii)* Generar tecnologías que reduzcan costo sin perder productividad
- iv)* Realizar evaluaciones externas del sistema de investigación e innovación
- v)* Precisar el marco institucional para reorientar los recursos en investigación

Para ello el grupo sugirió que se realizara una reunión con expertos de diferentes disciplinas para analizar el tema.

3.3. Pobreza y conservación en recursos naturales

El consenso sobre el tema se refirió a la necesidad de reforzar los aspectos de la investigación relacionados con la conservación de los recursos. A este respecto, el grupo recomendó una serie de medidas tendientes a reforzar este tipo de investigación:

- i)* Ampliar la inversión en investigación de los recursos naturales,
- ii)* Generar tecnología amigable con el ambiente, orientando la investigación hacia el desarrollo de tecnologías con menos insumos químicos. Por ejemplo: manejo integrado de plagas, y abonos orgánicos
- iii)* Fomentar el desarrollo de sistemas de producción, armonizando la producción de granos básicos con cultivos permanentes

Con respecto al tema de pobreza rural, el grupo también elaboró una serie de recomendaciones para el proceso de investigación:

- i)* Trabajar por microcuencas para lograr la recuperación de los recursos naturales,
- ii)* Establecer un esfuerzo regional que sume los cambios tecnológicos, las aspiraciones de los productores con el aprovechamiento sostenible de nuestros recursos.
- iii)* Diversificar las fuentes de ingresos de las familias rurales mediante la industrialización de los granos o la producción de cultivos intensivos de alto valor.
- iv)* Generar tecnologías acordes a las condiciones socioeconómicas de los productores.

4. Sobre los Desafíos Institucionales

4.1. Papel sector público

El grupo llegó al consenso de que el sector público es esencial para propiciar un ambiente adecuado para el desarrollo de la investigación mediante el establecimiento de un marco legal apropiado, de normas de calidad y de una política de innovación tecnológica.

Sobre este último punto, el consenso fue de que se deben buscar mecanismos de participación entre el estado y la sociedad civil para la elaboración de las políticas de investigación. Estas políticas deben incluir reglas claras y precisas sobre el papel que cada actor del sistema (incluyendo al sector público) debe jugar en la ejecución de los diferentes tipos de investigación.

4.2. Desafíos institucionales

Con respecto a los desafíos institucionales, hubo consenso en que se deben fortalecer los sistemas nacionales como una condición necesaria para la colaboración regional, mediante el establecimiento de centros de investigación autónomos. En relación con la colaboración regional, el consenso fue de consolidar el Consejo Agrícola Centroamericano (CAC) y al Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agropecuaria (SICTA) como mecanismos idóneos para albergar a las redes u otros mecanismos de colaboración regional. Otro punto importante es definir claramente los objetivos de la colaboración regional, identificando puntos focales de integración.

ANEXOS

ANEXO1 PROGRAMA

Jueves 25

06:30 - 08:00 Desayuno en el Hotel

08:00 - 08:30 Inauguración
Palabras de inauguración de J. Montenegro. Secretario Ejecutivo del SICTA (10')
Justificación y objetivos del Taller G. Sain (20')

08:30 - 09:00 *El papel de la investigación agrícola y de la política económica en el proceso de modernización de la agricultura.* P. Pingali Director Programa de Economía del CIMMYT

Panel I. El impacto de la investigación en mejoramiento genéticos en Centro América. Moderador Jorge Bolaños (CIMMYT).

09:00 - 10:00 *El impacto de la investigación en mejoramiento de maíz en Centro América y el Caribe 1966 - 1997.* M. López Pereira. Consultor. Programa de Economía CIMMYT.
Medidas de los beneficios económicos de la colaboración regional en investigación en mejoramiento de maíz en CA. M. I. Gómez y G. Sain. Economistas, Programa de Economía CIMMYT.
La investigación en tecnologías de conservación de suelos en Centro América. M. Zurek y G. Sain. Economistas, Programa de Economía CIMMYT

10:00 - 10:30 Café

10:30 - 12:00 Discusión y análisis de las ponencias.

12:00 - 14:00 Almuerzo en el hotel. (Confirmación pasajes de regreso)

Panel II. Colaboración regional y coordinación de la investigación agrícola en Centro América. Moderador: Javier Ekboir (CIMMYT).

14:00 - 15:00 *Situación actual y perspectivas futuras de los derechos de propiedad intelectual en los países centroamericanos. Implicaciones para el intercambio de germoplasma.* Jorge Cabrera. Consultor del Programa de Economía CIMMYT.
Mejorando la diversidad del germoplasma a través de la coordinación internacional de la investigación. G. Traxler y P. Pingali. Economista asociado y Director respectivamente del Programa de Economía del CIMMYT.

Problemas actuales de la colaboración regional en investigación. La perspectiva de los donantes. G. de Picciotto y O. Palacios. Coordinador adjunto y asistente técnico de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.

Una nueva modalidad de colaboración global para fortalecer la investigación agropecuaria. H. Hobbs y E. Solís, Director y Subdirectora del Programa Global de Asociados del ISNAR.

15:15 - 15:45 Café

15:45 - 17:00 Discusión y análisis de las ponencias.

18:00 - 20:00 Cóctel de bienvenida

Viernes 26

07:00 - 08:30 Desayuno en el Hotel

Elaboración de propuestas para fortalecer la investigación agrícola regional

08:30 - 10:00 Discusión en 2 grupos.

Moderadores: Mario Jauregui y Monika Zurek

10:00 - 10:30 Café

10:30 - 11:30 Presentación en plenaria de las conclusiones y propuestas elaboradas.

Moderador: Gustavo Sain

12:00 - 13:30 Almuerzo de clausura

ANEXO 2
LISTADO COMPLETO DE LAS TARJETAS AGRUPADAS
EN "NUBES" DE IDEAS

Discusión en la Tarde del Jueves

Tema: ¿Inversión pública en investigación?

Tarjetas I: relativas al impacto existente, la rentabilidad generada y los logros comparativos	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hay impacto. 2. Cifras correctas. 3. Concentrar en adopción e impacto. 4. Rentabilidad más importante. 5. Integración rentabilidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Rentabilidad social es alta. 7. Pocos recursos, buenos resultados. 8. Ganancia genética 100kg/año - USA-CA. 9. Eficiencia de Estados Unidos igual a la de Centro América, pero con 100 años menos de experiencia.
Tarjetas II: Aspectos institucionales	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Enfoque tecnicista. 2. Mayor conexión técnico-política. 3. Poca estabilidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Estabilidad para poder planificar. 5. Reorientar instituciones.
Tarjetas III: Aspectos políticos	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación no es política. 2. Política tecnológica. 3. Política comercial en Centro América. 4. Aranceles. 5. Política macroeconómica. 6. Falta de articulación de políticas comunes. 7. Considerar la política macroeconómica. 8. Política agrícola consistente. 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Coherencia macroeconomía-investigación. 10. Necesidad de subsidios al productor agropecuario. 11. Estabilización en el precio del maíz. 12. Corto contra largo plazo. 13. Productos en subsidio. 14. Política macroeconómica presenta sesgo antiagrícola. 15. Crédito. 16. Productor de subsistencia
Tarjetas IVa: Participación ciudadana	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Involucrar a la sociedad civil. 2. Ciudadanos impulsores de cambio técnico. 3. Poca participación de sociedad civil. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Decisión de alto nivel. 5. Falta apoyo político.
Tarjetas IVb: Redes, investigación privada y evaluación	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nuevas redes, más actores. 2. Incentivar la iniciativa privada en la investigación agrícola. 3. Incentivar la investigación privada. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Falta publicación del impacto. 5. Países han disminuido apoyo local. 6. Evaluación de resultados.

Tarjetas V: Globalización	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Competitividad. 2. Seguridad alimentaria. 3. Pertinencia de la investigación: a) cuesta 1 millón de US\$/año en Centro América; b) rinde 16 millones de US/año en Centro América. Una gran parte del rendimiento no es apropiado por el sector privado....= actitud abierta para repensar nuestras creencias con base en las evidencias. 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Importación maíz amarillo. 5. Influencia del Tratado de Libre Comercio en granos básicos. 6. Visión globalizada. 7. Auditorías profesionales. 8. Debe modificarse el marco institucional en el que se desarrolla: a) sistema de oposiciones para reclutamiento y promoción de personal; b) aplicación de sistema de incentivos.
Tarjetas VI: Diseño de la investigación	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Concentración de recursos. 2. Analizar tipos de investigación. 3. Vigilar la calidad de las investigaciones. 4. Concentrar la investigación. 5. Diseñar sistema de incentivos. 6. Enfocar a la demanda. 7. Concentrar la investigación en actividades específicas. 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Experimentar con mecanismos novedosos de ejecución, por ejemplo: fondos competitivos. 9. Marco para la investigación. 10. Creatividad del investigador. 11. La investigación: es necesaria. Requiere enfoque estratégico de largo plazo que responda a la demanda; participativa.
Tarjetas VII: Ideas generales	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia de investigación ? 2. Establecer diálogo. 3. Necesidad de desagregar impactos. 4. Impacto no llega a los agricultores. 5. Innovación es el mensaje. 6. Una política tecnológica de tener un financiamiento que permita fortalecer la excelencia. 7. Ha sido eficiente en la seguridad alimentaria. 8. Es necesario revisar los sistemas de incentivos, contratación y financiamiento en los sistemas nacionales de investigación. 9. Investigación pública es necesaria en aspectos sociales donde la empresa privada no tiene interés. 10. La inversión en investigación ha realizado el mayor esfuerzo hacia el mejoramiento genético en detrimento de la agronomía del cultivo. 11. ¿Inversión pública? La única forma aceptable es que resuelva problemas de productores. 12. Investigación: los costos son moderados, el problema son los costos administrativos de las instituciones públicas. 13. Es buena pero se necesita mayor divulgación. 	<ol style="list-style-type: none"> 14. La investigación pública no solo es buena, sino que hay apoyarla y profundizarla no solo por los gobiernos: también por las redes y organismos de apoyo financiero. 15. Ha sido buena, pero necesita mayores recursos. 16. El Estado debe fortalecer la inversión en la innovación tecnológica principalmente en rubros de seguridad alimentaria. 17. Es importante, debe ser creciente. Debe priorizarse y evaluarse. 18. Se debe valorar los resultados de la investigación en función de la capacidad de respuesta a las necesidades de los agricultores. 19. La investigación ha mejorado porque está trabajando con base en: a) prioridades; b) necesidades; c) demanda. Se necesita más estabilidad institucional y técnica. 20. La investigación es parte de un proceso de generación, transferencia y adopción de tecnología; esto último está condicionado a factores: financiamiento, vías de acceso, insumos y el mercado. Estos factores limitan el uso de la tecnología y por lo tanto el costo de eficiencia o rentabilidad de la investigación.

Tarjetas VIII, INVESTIGACIÓN COLABORATIVA?

REDES	FUNDACIÓN
<ol style="list-style-type: none">1. Las redes deben continuar para optimizar los recursos financieros y técnicos.2. Las redes son un buen mecanismo, pero se debe trabajar en forma "coordinada" con las instituciones de investigación o dentro de ellas.	<ol style="list-style-type: none">1. La red-fundación bajo reglas del juego (legales, etc.) claras.2. Tiene un alto potencial pero problemas institucionales y políticos impiden una mejor eficiencia y efectividad.3. Fundación con diversos actores coordinados con las instituciones de investigación.4. Fortalecer las redes: a) utilizan una nueva figura administrativa (ejemplo: fundación); b) esta nueva figura tiene mayor flexibilidad.

DISCUSION FINAL EL VIERNES POR LA MAÑANA
MODERADOR: MARIO A. JAUREGUI
EXPOSITOR: JAVIER EKBOIR
DESAFÍOS ECONÓMICOS

Inversión en investigación en granos básicos	Competitividad y cambio tecnológico	Pobreza y conservación en recursos naturales
Sólo si hay retorno o rentable financiar o social.	Si el producto no es competitivo en el mediano plazo, las posibilidades de inversión son mínimas	¿Es factible ser competitivos ante OMC sin subsidios? La historia dice NO No hoy. Sí 2020.
No está claro por qué invertir.	a) Precisar visión de futuro. b) Establecer metas competitivas de largo plazo.	Respetar la pluralidad de actores en el proceso de adopción.
	Definir el sistema de innovación.	Adoptar modelos de investigación participativos.
		Toma en cuenta la variabilidad y el cambio climático.
Investigar en maíces QPM, sequía y de altura.	Priorizar hacia donde se va a invertir.	Generar tecnologías que reduzcan costo sin perder productividad.
		Efectuar una reunión multidisciplinaria para enfocar este tema.
		Determinación de posibilidades y límites de la inversión en investigación sobre granos, sobre pobreza y el medio ambiente.
Es necesario priorizar en función de cuáles granos son importantes.	Priorizar la inversión de acuerdo a los objetivos de la investigación.	Investigación financiada por todos los actores usuarios de las tecnologías.
	Cada país identifique cuáles de los granos básicos debe investigar y otros cultivos.	Evaluación externa del sistema de investigación e innovación.
		Precisar el marco institucional para reorientar los recursos en investigación.
		Ampliar la inversión en investigación de los recursos naturales.
		Armonizar granos básicos con cultivos permanentes.
		Trabajar por microcuencas para lograr la recuperación de los recursos naturales.
Vincular los montos asignados la visión de futuro definida.	Precisar el marco institucional para definir el sistema de investigación.	
		Diversificar las fuentes de ingresos de las familias rurales.

Continuación

Inversión en investigación en granos básicos	Competitividad y cambio tecnológico	Pobreza y conservación en recursos naturales
Inversión en la difusión de las tecnologías generadas.	<p>Redefinir modelos de investigación.</p> <p>Alianzas con productores para viabilizar apoyo político y económico.</p>	<p>Sólo con industrialización o cultivos intensivos de alto valor.</p> <p>Tecnologías generadas de acuerdo a las condiciones socioeconómicas de los productores.</p> <p>Tecnología acorde, amigable con el ambiente.</p>

DISCUSION FINAL
MODERADORA: MONIKA ZURECK
EXPOSITOR: CARLOS PAREDES

PAPEL SECTOR PUBLICO

Estándar de calidad	Propiciar ambiente de innovación = equivalente a adopción tecnológica.	Mecanismos de participación (Estado-sociedad civil) para la elaboración de las políticas de investigación.
	Política de innovación tecnológica	Identificar el papel de cada actor en la ejecución de los diferentes tipos de investigación.
	Sector público: ofrecer el marco legal adecuado.	Reglas claras.

Desafíos institucionales.
 Consolidar el CAC.
 SICTA.

Fortalecer sistemas naturales.
 Centros de investigación autónomos.
 Infraestructura local de la red.

Puntos focales de integración
 Definir objetivos de colaboración.

LISTA DE PARTICIPANTES

Jorge Ardila V.

IICA

Especialista en Investigación

Tel.: (506) 216-0222

Apartado Postal 55-2200 Coronado

E-mail: jardila@iica.ac.cr

San José, Costa Rica

Jorge Aued

IDIAP

Director Nacional de Planificación

Socioeconomía

Ave. Cuba y Calle 39

Apartado 6-4391 El Dorado

Panamá

Franklin Becerra B.

IDIAP

Depto. de Estudios Económicos

Ave. Cuba y Calle 39

Apartado 6-4391 El Dorado

Panamá

Jorge Cabrera Medaglia

Consultor

Abogado

Tel.-fax: (506) 551-2686/381-9086

Fax: 222-3182

Apartado 1487-1002 San José

E-mail: jorgecmedaglia@hotmail.com

San José, Costa Rica

Vilma de Calderón

MAG

Viceministra

Tel.: (503) 288-9980

San Salvador, El Salvador

Didio F. Carrizo Ochoa

IDIAP

Director General

Fax: (507) 225-7038

Apartado Postal 4273 Zona 7

Panamá

Hugo Castillo

SEFIN

Viceministro de Finanzas y Presupuesto

Tel.: (504) 222-7265

Tegucigalpa, Honduras

Cristina Choto de Cerna

CENTA

Economista

Tel.: (503) 338-4266

San Salvador, El Salvador

Giancarlo de Picciotto

COSUDE

Coordinador Adjunto

Tel. (505) 266 3010

R.P.34, Sucursal D Mejía

Managua, Nicaragua

Javier Ekboir

CIMMYT

Economista

Tel.: (52) 580-42004726-9091

E-mail: j.ekboir@cglar.org

Texcoco, México

Julio Antonio Franco Rivera

SICTA

Gerente de Area de Promoción y Apoyo

Tecnológico

Km. 21.5 carretera hacia Amatitlán

Guatemala, Guatemala

Ezequiel García

CORECA

Especialista

IICA, Coronado

Tel.: (506) 216-0284

Fax: (506) 216-0285

Apartado: 55-2200 Coronado

San José, Costa Rica

José Tomás González

Ministerio de Agricultura

Dirección Nacional de Desarrollo Agrícola

Tel.-fax: (507) 998 4638

Panamá

Carlos Eduardo Heer Arana
ICTA
Subgerente general
Km. 21.5 carretera hacia Amatlán
Tel.: (502) 631-2011/Fax: (502) 631-2002
Guatemala, Guatemala

Mario A. Jauregui
CIMMYT
Consultor
Telefax.: (506) 232-6482/
Tel.: (506) 387-7003
E-mail: fundesco@so.racsa.co.cr
San José, Costa Rica

Dale T. Krigsvold
FHIA
Director de Investigación
Tel.: (504) 668-2809
Fax: 668-2313
La Lima, Cortés, Honduras

Miguel López Pereira
CIMMYT-PNUD
Economista
Tel.: (504) 231-0061
E-mail: miguel.lopez@undp.org
Tegucigalpa, Honduras

Bernado Mora B.
FITTACORI
Director Ejecutivo
MAG
Apartado Postal 10094
E-mail: sunil@ns.mag.go.cr
San José, Costa Rica

José Montenegro
SICTA
Secretario Ejecutivo
Tel.-fax: (504) 237-0847
Apartado Postl 1369
Tegucigalpa, Honduras

Juan Mora Montero
Ministerio de Agricultura y Ganadería
(MAG)
Director de Investigaciones
Tel.: (506) 231-2344
Fax: 296-0858

San José, Costa Rica
Victor Ramírez Hernández
Congreso
Diputado
9a. Ave., 9a. Calle, Zona 1
Guatemala, Guatemala

Gustavo Sain
CIMMYT
Economista
Telefax.: (506) 216-0281, Tel. 216-0280
E-mail: gsain@tica.ac.cr
San José, Costa Rica

Antonio Silva
PRIAG
Codirector Regional, a.i.
Tel.: (506) 216-0302
Fax: (506) 216-0272
E-mail: asilva@tica.ac.cr
Apartado: 571-2200, Costa Rica
San José, Costa Rica

Emilia Solís
ISNAR
Subdirectora
Tel.: (506) 216-0222
Fax: (506) 216-0233
E-mail: e.solis@cgtar.org
San José, Costa Rica

Omar Palacios
COSUDE
Asesor de Programa
Tel.: (505) 266-7328
E-mail: palacios@ibw.com.ni
Managua, Nicaragua

Carlos Federico Paredes
CENTA
Director Ejecutivo
Tel.: (503) 338-4280
E-mail: carlosfeparedes@hotmail.com
San Salvador, El Salvador

Adys Pereira de Herrera
Universidad de Panamá
Docente titular. Coordinadora
de investigación y postgrado
E-mail: herrera@cercos.net

Chitré, Herrera
Panamá
Prabhu Pingali
CIMMYT
Director
Programa de Economía
Tel.: (52) 580-42004
E-mail: j.ekboir@cglar.org
Texcoco, México

William Pleitez
CAMAGRO/MAG
Asesor
Tel.-fax: (503) 298-2257
E-mail: cacinco@cyt.net
73 Ave. sur Edificio Olympic Plaza,
Local No. 38
San Salvador, El Salvador

Gregory Traxler
CIMMYT/Universidad de Auburn
Profesor
Dept. of Agricultural Economics
Auburn University
Auburn, AL 36049
USA

Norberto Urbina
DICTA
Sub-director de Generación Tecnológica
Fax: (504) 232-0899
Apartado Postal 5550

Tegucigalpa, Honduras
Róger Urbina A.
INTA
Director General
Tel.: (505) 278-0469
Fax: 278-1259
E-mail: intadir@ibw.com.ni

Abelardo Viana
PROFRIJOL
Economista
Tel.: (502) 331-6304
E-mail: A-Viana@guate.net
Guatemala, Guatemala

Emanuel Villalobos
Ministerio de Agricultura y Ganadería
(MAG)
Subdirector de Investigaciones
Tel.: (506) 231-2344
Fax: 296-0858
San José, Costa Rica

Monika Zurek
CIMMYT
Economista
Telefax: (506) 216-0281, Tel.: (506) 216-0280
E-mail: mzurek@ilca.ac.cr
San José, Costa Rica

**Esta edición se terminó de imprimir
en la Imprenta del IICA
en Coronado, San José, Costa Rica,
en el mes de setiembre de 1999,
con un tiraje de 250 ejemplares.**



