

ANÁLISIS Y COMENTARIOS

IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN EN MEJORAMIENTO DE MAÍZ EN CENTROAMÉRICA Y EL CARIBE: 1966-97 ¹

Miguel A. López Pereira²

RESUMEN

Impacto de la investigación en mejoramiento de maíz en Centroamérica y el Caribe: 1966-97. Se presentan los resultados parciales de un estudio realizado en el CIMMYT, para determinar el impacto de la investigación en mejoramiento de maíz en América Latina, y específicamente en Centro América (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá) y el Caribe (Cuba, Haití, República Dominicana), para el período 1966-1997. Este es parte de un esfuerzo a nivel mundial que realiza el CIMMYT para actualizar un estudio similar que se realizó en 1992. Se presentan resultados de los materiales de maíz liberados por las organizaciones públicas en la región durante su historia de mejoramiento, y sus características principales; los recursos dedicados a la investigación en maíz por las organizaciones públicas y privadas; el volumen de semilla comercializado en años recientes, y los precios de semilla de maíz; la superficie de maíz plantada con semilla mejorada y una estimación del valor de la producción adicional obtenida como resultado del uso de semilla mejorada; y aspectos de legislaciones y regulaciones de las industrias de semilla. Se plantea también la relación de los programas nacionales de investigación en maíz con el CIMMYT, y cómo estas organizaciones han colaborado a través de los años para avanzar el nivel de conocimiento y desarrollo de nuevas tecnologías de maíz.

ABSTRACT

Impact of the investigation in maize improvement in Central America and the Caribbean: 1966-97. Results of a CIMMYT study to determine the impacts of maize breeding research in Latin America in 1966-97 are presented, specifically in this case for Central America (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panama) and the Caribbean (Cuba, Haiti, Dominican Republic). This study is part of a worldwide effort by CIMMYT to update a similar study done in 1992. Results are presented here on the number and characteristics of all the maize varieties and hybrids released by public research programs since 1966; investment in maize research by public and private organizations; the volume of maize seed sold in recent years, maize seed prices; maize area planted to improved seed and the estimated value of the surplus maize production due to the use of improved seed; and legal and regulatory aspects of maize seed industries in the region. The relationship between the national maize research programs and CIMMYT is also addressed especially how these organizations have worked together over the years to advance the knowledge and the development of new improved maize technologies.



¹ Trabajo presentado en la XLIV Reunión Anual del PCCMCA. Managua, Nicaragua, 1998.

² Programa de Economía, CIMMYT. Apartado postal 6-641, México DF 06600, México. Tel.: (52) 5 726-9091. Fax: (52) 5 726 7558. E mail: mlopez@cgnet.com / ecohon@sdnhon.org.hn.

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 implementaron hace varios años en la región, han enfatizado particularmente el sector agrícola en sus aspectos de eliminación de subsidios, achicamiento, 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 a 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. Fué 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 lo que respecta al estudio de maíz, se decidió hacer algunos cambios con respecto al primer estudio, para mejorar la calidad de la información recolectada y abordar el aspecto de la participación de la empresa privada en el mejoramiento de maíz, la cual es mucho mayor que en trigo. Se decidió visitar individualmente todas las organizaciones públicas y privadas de cada país donde el maíz es un cultivo importante. En el caso de América Latina, que es donde el proceso ya está terminado, se entrevistaron personalmente todas las organizaciones de maíz de México, Centro América y América del Sur. Información detallada de las organizaciones de maíz de los países del Caribe fue obtenida a través de informantes clave. La información colectada para América Latina, es no solamente completa al haberse entrevistado a todas las organizaciones clave de cada país, sino también muy confiable, al haberse hecho todas las entrevistas personalmente, en cada empresa privada o instituto/organización pública.

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.

El sector de maíz y su importancia en la región

El maíz es el cultivo anual más importante en Centro América y el Caribe, tanto desde el punto de vista de su superficie como de su consumo por la población. En

el período de 1995-97 se cultivaron en promedio aproximadamente dos millones de hectareas (ha) anuales de maíz en la región, con una producción de 3.2 millones de toneladas métricas (t), para un rendimiento promedio anual de 1,6 t/ha (Cuadro 1). Los rendimientos de maíz más bajos de la región se dan en Haití (0,8 t/ha) y los más altos en El Salvador (2,2 t/ha). Los rendimientos promedio de la región son similares a los de los países andinos, e inferiores a los de México. Las importaciones netas de maíz en la región en 1995-97 fueron de aproximadamente 1.6 millones de t anuales; siendo los países con mayores importaciones República Dominicana y Costa Rica, y los de menores importaciones Haití, Nicaragua, y Honduras.

Los ambientes de producción de maíz en la región están dominados por los trópicos bajos, donde se encuentra el 96% de toda la superficie de maíz (Cuadro 2). Existen sólo unas pequeñas áreas de alturas medias en Guatemala y Honduras, y de altiplanos en Guatemala, donde se cultiva maíz fuera de los trópicos bajos. En este aspecto, los sistemas de cultivo del maíz en Centro América y el Caribe contrastan con los de otros países de América Latina, donde las regiones sub-tropicales (como en Brasil), de altiplanos (como en México y varios países andinos), y templados (como en Argentina) son mucho más importantes que los trópicos bajos. Las regiones sub-tropicales y templadas son naturalmente más aptas que los trópicos bajos para la producción de cereales como el maíz, ya que

tienen suelos más fértiles y climas más benignos para este tipo de producción; lo que resulta en menores problemas de estrés bióticos y abióticos, y finalmente en mayores rendimientos por unidad de insumo aplicado. Además, la topografía de una gran parte de los ambientes donde se produce maíz en Centro América y el Caribe, está dominada por las laderas (López Pereira 1997), lo que también limita las actividades como mecanización de los cultivos que allí se producen, y además resulta en graves problemas de erosión de los suelos.

En los últimos años, se ha notado un pequeño pero significativo crecimiento de la superficie de maíz en Centro América, al contrario de otras regiones donde se está experimentando una reducción de las superficies de maíz (López Pereira 1995; Sain y López Pereira 1997). Los rendimientos, por su parte, han mostrado una leve tendencia al crecimiento en los últimos años, luego de su casi total estancamiento en la década de los 80 (Cuadro 3). Aún con este renovado crecimiento de los rendimientos de maíz, todavía existe un gran potencial para lograr incrementos mayores, ya que en muchos países de la región éstos no llegan a las dos t/ha. Los países con mayor potencial en esta área son Haití, Nicaragua y Honduras, que tienen juntos una superficie total de maíz significativa, 950,000 ha anuales en 1995-97, y un rendimiento combinado extremadamente bajo, 1,26 t/ha (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de maíz en Centro América y el Caribe, 1995-97

| | Superficie (millón de ha) | Rendimiento (t/ha) | Producción (millón de t) | Importaciones netas* (millón de t) |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Centro América | 1,64 | 1,76 | 2,90 | 0,78 |
| Costa Rica | 0,02 | 1,74 | 0,03 | 0,31 |
| El Salvador | 0,29 | 2,20 | 0,64 | 0,14 |
| Guatemala | 0,57 | 1,96 | 1,11 | 0,14 |
| Honduras | 0,42 | 1,63 | 0,68 | 0,04 |
| Nicaragua | 0,28 | 1,16 | 0,32 | 0,02 |
| Panamá | 0,07 | 1,50 | 0,11 | 0,13 |
| Caribe | 0,37 | 0,90 | 0,33 | 0,82 |
| Cuba | 0,07 | 1,17 | 0,09 | 0,13 |
| Rep. Dominicana | 0,04 | 1,04 | 0,04 | 0,67 |
| Haití | 0,25 | 0,80 | 0,20 | 0,02 |
| México | 7,60 | 2,30 | 17,49 | 1,83 |
| Centro América, Caribe, México | 9,60 | 2,19 | 21,04 | 3,42 |
| Zona Andina | 2,32 | 1,80 | 4,16 | 2,74 |
| Cono Sur | 16,96 | 2,88 | 48,77 | -3,27 |
| América del Sur | 19,27 | 2,75 | 52,93 | -0,54 |
| AMERICA LATINA | 28,88 | 2,56 | 73,97 | 2,89 |

* 1993-95.

Fuente: Base de datos FAOSTAT Online, 1998.

Cuadro 2. Distribución estimada de la producción de maíz por zona ecológica, América Latina, 1990 (000 ha).

| | Trópicos bajos | Subtrópicos/ Alt. medias | Altiplano | Templado | Total |
|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------|----------|----------|
| Centro América | 1.555,4 | 49,7 | 36,5 | 0,0 | 1.641,6 |
| Costa Rica | 14,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,5 |
| El Salvador | 293,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 293,3 |
| Guatemala | 492,8 | 36,5 | 36,5 | 0,0 | 565,8 |
| Honduras | 403,9 | 13,2 | 0,0 | 0,0 | 417,1 |
| Nicaragua | 277,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 277,8 |
| Panamá | 73,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 73,1 |
| Caribe | 365,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 365,8 |
| Cuba | 74,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 74,0 |
| Rep. Dominicana | 41,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 41,5 |
| Haití | 250,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 250,3 |
| México | 3.000,0 | 1.553,6 | 3.042,9 | 0,0 | 7.596,5 |
| Centro América, Caribe, México | 4.921,2 | 1.603,4 | 3.079,4 | 0,0 | 9.603,9 |
| Zona Andina | 1.363,2 | 414,9 | 539,3 | 0,0 | 2.317,4 |
| Cono Sur | 9.903,5 | 4.325,5 | 0,0 | 2.728,5 | 16.957,4 |
| América del Sur | 11.266,7 | 4.740,4 | 539,3 | 2.728,5 | 19.274,8 |
| AMÉRICA LATINA | 19.187,9 | 6.343,7 | 3.618,6 | 2.728,5 | 28.878,7 |

Fuente: Estimado por el autor basado en CIMMYT (1988) y base de datos FAOSTAT Online, 1998.

Cuadro 3. Crecimiento de los rendimientos de maíz, regiones seleccionadas, 1961-1997 (% promedio anual de crecimiento).

| | 1961-70 | 1971-80 | 1981-90 | 1991-97 |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| América Latina | 1,98 | 2,12 | 0,30 | 3,10 |
| C. A. / Caribe / México | 2,23 | 3,35 | 0,30 | 1,46 |
| Zona Andina | 1,36 | 1,84 | 0,68 | 1,61 |
| Cono Sur | 1,66 | 1,45 | 0,33 | 3,92 |
| Africa Sub-Sahariana | 1,09 | 1,16 | 0,93 | 3,57 |
| Sur, Este y Sureste de Asia | 4,19 | 3,87 | 2,93 | 1,69 |
| Países en desarrollo | 2,91 | 3,11 | 1,66 | 2,27 |
| Países industrializados | 3,11 | 1,77 | 1,14 | 1,73 |

Fuente: Calculado por el autor usando la base de datos FAOSTAT Online, 1998.

Otro factor importante del cultivo del maíz en Centro América y el Caribe, es la tremenda importancia del cereal como base de la dieta de sus habitantes, y las todavía elevadas tasas de crecimiento de la población en varios de los países, las cuales son de las más altas del continente (PNUD 1997). Esto, combinado con el elevado consumo *per cápita*, resulta en una presión por aumentos en la producción, y al final en crecientes importaciones (Cuadro 4). Algunos países como México, Guatemala, El Salvador, y Honduras, registran niveles de consumo per capita de maíz de los más elevados del mundo, especialmente cuando se considera el porcentaje de consumo de maíz como alimento humano directo (Morris 1998). El consumo de

maíz como alimento animal también ha aumentado considerablemente en la región en los últimos años, especialmente en la forma de huevos y carne de pollo (Sain y López Pereira 1997).

Este breve resumen del sector de maíz y su importancia en la región, nos sugiere que existe una gran necesidad de aumentar la producción para cubrir la creciente demanda, si es que los países no quieren depender en una proporción cada vez mayor de fuentes externas, es decir, de importaciones, para suplir los crecientes déficits. Estos incrementos de la producción, deben surgir principalmente de aumentos de los rendimientos, no sólo porque estos están aún muy bajos y

Cuadro 4. Consumo de maíz en Centro América y el Caribe, 1995-97.

| | Consumo (millón t) | Consumo p/cápita (kg) | Porcentaje usado para: | | |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|-------|
| | | | Alimento humano | Alimento animal | Otros |
| Centro América | 3,57 | 117,1 | 68 | 25 | 7 |
| Costa Rica | 0,27 | 81,7 | 22 | 71 | 7 |
| El Salvador | 0,70 | 130,1 | 66 | 28 | 6 |
| Guatemala | 1,47 | 146,5 | 75 | 18 | 7 |
| Honduras | 0,61 | 115,1 | 79 | 12 | 9 |
| Nicaragua | 0,28 | 71,9 | 82 | 7 | 11 |
| Panamá | 0,24 | 92,9 | 36 | 61 | 3 |
| Caribe | 1,09 | 43,0 | 16 | 79 | 5 |
| Cuba | 0,20 | 18,3 | 0 | 94 | 6 |
| Rep. Dominicana | 0,67 | 88,7 | 8 | 88 | 4 |
| Haití | 0,22 | 31,8 | 52 | 40 | 8 |
| México | 18,46 | 209,8 | 60 | 25 | 15 |
| Centro América, Caribe, México | 23,11 | 178,8 | 59 | 28 | 14 |
| Zona Andina | 5,95 | 61,8 | 53 | 32 | 15 |
| Cono Sur | 39,79 | 189,4 | 10 | 79 | 11 |
| América del Sur | 45,74 | 149,3 | 15 | 73 | 12 |
| AMERICA LATINA | 68,86 | 158,1 | 30 | 58 | 12 |

Fuente: Base de datos FAOSTAT Online, 1998.

representan una gran oportunidad de aumentarlos, sino por que no es muy probable que los aumentos de la superficie que se han presentado recientemente, puedan sostenerse en el largo plazo. En las siguientes secciones, se hará un análisis de los esfuerzos por lograr incrementos en los rendimientos de maíz en la región, especialmente a través del mejoramiento genético y el desarrollo de variedades e híbridos de maíz.

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 5). 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 ETCs). 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 Domi-

nicana y Panamá. Por otro lado, el programa de maíz de El Salvador tiene solamente dos investigadores ETCs, 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 superficie 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 habían sólo en Centro América más de 50 investigadores de maíz

Cuadro 5. 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 |
| AMERICA LATINA | 39 | 290,4 | 10,2 | 4,3 |

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

en las organizaciones públicas (López Pereira 1993), comparado con 22 en 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 6). El sector público, a pesar del achicamiento 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 ETCs en maíz en el sector privado. Haití reportó un número relativamente elevado de investigadores privados de maíz, aunque éstos están trabajando más en desarrollo y mantenimiento de VPLs, 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 7). 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 por la mayor parte de esta inversión. Es muy perceptible la estrategia de las empresas privadas de semillas, especialmente las multinacionales, de invertir sólo cantidades mínimas en investigación sobre 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.

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 8). En la región del Caribe, este costo era de \$13,500, y en México de \$28,000. Estas cifras comparan con \$40,000 para América del Sur, e indican que los costos de investigación pública en la región son aún muy bajos (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). En el caso de

Cuadro 6. Indicadores de investigación de maíz en el sector privado, 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 | 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 7. 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.

los costos de los investigadores del sector privado, éstos 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 investi-

gadores 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

Cuadro 8. 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.

mayoría de los otros países, 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. Aún 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.

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 solamente se vendieron 56 t de semilla de maíz por organizaciones públicas en toda la región, que representó menos del 1% de toda la semilla vendida. 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 semi-

lla, y las organizaciones públicas se especializan en investigación y cierto nivel de regulación de la industria (Morris, Rusine y Smale, 1998). Sin embargo, este no es el caso en el Caribe, donde existen todavía organizaciones públicas que operan como empresas de semillas (Cuadro 9). 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 el 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.

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 10). De este total, la gran mayoría han sido variedades (101) y relativamente pocos híbridos (47). En comparación, en México durante el mismo período se desarrollaron 222 variedades e híbridos de maíz por las organizaciones

Cuadro 9. Políticas y regulaciones de la industria de semillas de maíz, Centro América y el Caribe, 1997.

| | Produce semilla el sector público? | Importación de semilla permitida? | Certificación de semillas obligatoria? | Precio de semilla controlado? | Registro de variedades obligatorio? | Ley de protección de variedades? | Ley de patentes de plantas? |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Costa Rica | N | S | S | N | N | N | N |
| El Salvador | N | S | S | N | N | S | S |
| Guatemala | S/N* | S | S | N | N | N | N |
| Honduras | N | S | S | N | N | N | N |
| Nicaragua | N | S | S | N | N | N | N |
| Panamá | N | S | S | N | N | S | N |
| Cuba | S | N | S | S | N | S | S |
| Rep. Dominicana | S | S | N | N | S | N | N |
| Haití | S | S | S | N | N | N | N |
| México | S | S | N | N | S | S | S |

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

* 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.

Cuadro 10. 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.

públicas, 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.

Los resultados del achicamiento 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 solo 22 materia-

les fueron liberados. Ya para el período 1991-95 el número de materiales liberados solamente llegó 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 maíz, de los cuales el 50% son híbridos, y casi todos ellos con germoplasma de

CIMMYT (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.). 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 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 11), 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 semi-

cristalinos, que en Centro América, donde prevalecen los materiales dentados y semi-dentados.

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 12). En comparación, en México se comercializaron 150 híbridos de las diferentes empresas privadas. Los híbridos de cruza triple son los más populares en México y en América del Sur, pero no en Centro América, donde los híbridos de cruza doble son aún muy populares. Además, los híbridos simples ya superan a los de cruza doble en los países con industrias de semillas más sofisticadas como Argentina, Brasil, y México. En toda Centro América, sólo había un híbrido de cruza simple que estaba siendo comercializado 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.

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 13). En algunos países como Honduras, El Salvador, y Costa

Cuadro 11. Características de grano de materiales públicos de maíz, Centro América y el Caribe, 1966-97 (número de materiales)¹

| | Color | | Dentado | Textura | | Cristalino |
|-----------------------------------|--------|----------|---------|--------------|-----------------|------------|
| | Blanco | Amarillo | | Semi-dentado | Semi-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) |

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

¹ Números en paréntesis indican materiales con otro color o textura de los indicados.

Cuadro 12. Tipos de materiales de maíz comercializados por las empresas privadas, Centro América y el Caribe, 1996 / 1997

| | VPLs mejoradas | Simple | Híbridos | | Otros | Totales |
|-----------------------------------|-------------------|--------|----------|-------|-------|---------|
| | | | Triple | Doble | | |
| 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 ¹ : | | | | | | |
| Centro América | 0 | 1 | 14 | 15 | 0 | 30 |
| Caribe | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| México | 5 | 46 | 68 | 28 | 8 | 155 |

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

¹ 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.

Cuadro 13. 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 |

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

* 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

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 nacio-

nales 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 nucho menor (solo el 32% de los materiales). En América del Sur el uso de germoplasma de CIMMYT es mayor que en México, pero por debajo del 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 sólo hasta hace 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.

Una situación bastante similar ocurre cuando se analiza el uso de germoplasma de CIMMYT por las empresas privadas de semillas. Debe notarse que en es-

te caso solo 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 14). 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 dos y tres (relativamente poco germoplasma de CIMMYT), contrario a Centro América y el Caribe, que caen en la categoría cuatro (todo el germoplasma proviene de CIMMYT). De hecho, un mayor porcentaje de materiales privados que de públicos contienen germoplasma de CIMMYT (Cuadros 13 y 14), lo que sugiere que las empresas privadas hacen un uso extensivo del germoplasma de CIMMYT, especialmente el adaptado a los trópicos bajos.

Aunque la información sobre el uso de germoplasma de CIMMYT por 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

Cuadro 14. Uso de germoplasma de CIMMYT por empresas privadas de semilla, Centro América y el Caribe (% de materiales comercializados en 1996/97).

| | Número de materiales vendidos en 1996/97 | 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.

* 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

por 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.

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 15). 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 maíz (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 separada de Pioneer-México, y separada de Pioneer-Venezuela; Cargill de México se cuenta separada de Cargill Semientes de Brasil, y separada de Cargill Argentina). Las empresas líderes en ventas de semilla de maíz en Centro América y el Caribe se presentan en el Cuadro 16. 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, éstas 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 15. Número de organizaciones de maíz, Centro América y el Caribe, 1997

| | Número de organizaciones públicas | Organizaciones privadas | | | Total |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|-------|
| | | Empresas nacionales | Empresas multinacionales | ONGs 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.

Cuadro 16. 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 | Proselá | Lombardia | Moore | 84 |
| Guatemala | Cristiani B. | Seminal | Supersemillas | S. Ista | 82 |
| Honduras | Cadelga | Hondugenet | DuWest | AC Segovia | 64 |
| Nicaragua | R. Saborío | E. Gurdían | 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 |

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

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

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 17). En el Caribe, por su parte, se vendieron 2,500 t de semilla, de las cuales 2,000 t (80%) fueron por empresas públicas. Las empresas nacionales son las más importantes comercializadores de semilla de maíz en Centro América, seguidas por empresas multinacionales (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) y otros tipos de organizaciones (ONGs, universidades, cooperativas, productores individuales). En varios países de la región, las empresas multinacionales no tienen presencia directa con oficinas propias, solamente representantes, los que normalmente son empresas locales distribuidoras de insumos agrícolas, que comercializan su semilla en estos países. Esta situación es similar a la

Cuadro 17. Volumen de ventas de semilla de maíz, Centro América y el Caribe, 1996 (tm)

| | Agencias públicas | Organizaciones privadas | | | Total |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|---------|
| | | Empresas nacionales | Empresas multi-nacionales | ONGs 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.

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 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 17). 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.

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 está acorde 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.

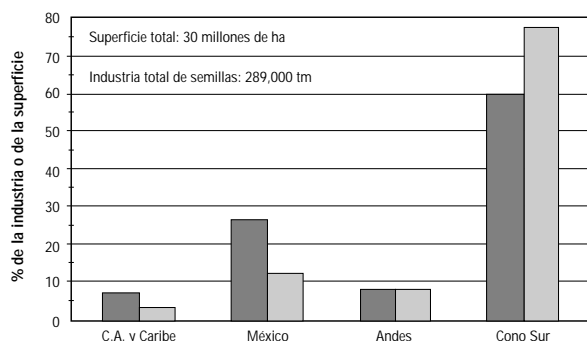


Figura 1. Participación regional de la superficie de maíz y de la industria de semilla de maíz en América Latina.

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 18). 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 19). Para adquirir un kg de semilla de híbridos dobles públicos en Centro América, se necesitan solamente ocho kg de grano (El peso 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), comparado con 12 en México y los países andinos, y 18 en el Cono Sur. Cuando se trata de híbridos del sector privado (cruzas triples y simples) los precios aumentan sólo moderadamente en Centro América. Un kg de semilla de híbridos triples privados cuesta 10 kg de grano, y uno de cruas 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 (López Pereira y Fillippello 1995).

Impacto

Cual es el resultado concreto de todo este esfuerzo de mejoramiento de maíz 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

Cuadro 18. 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 | | |
|-----------------------------------|---------------------|----------|--------|---------------------|----------|---------|
| | VPLs | Híbridos | Total | VPLs | 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.

Cuadro 19. 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 | |
|-----------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|
| | VPLs | 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.

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 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 20). 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

Cuadro 20. 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 |

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

* Incluye semilla de reciclada de VPLs y de generaciones avanzadas de híbridos.

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 ésta 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 (VPLs) es significativo, ya que las VPLs por su naturaleza, pueden considerarse todavía como semilla mejorada aún 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 simples o triples. 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?

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 VPLs de tres años, y una ventaja de rendimiento de 150 kg/ha para las VPLs 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 21). 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 21. 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 \$) |
|-------------------|---|----------|-------|---|---|
| | VPLs | 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 | 298,6 | 376,3 | 674,7 | 120,0 | 21,00 |

Fuente: Estimado por el autor.

- 1 La superficie de maíz con semilla mejorada, es estimada multiplicando la superficie con semilla comercial de VPLs por tres (asume un período de reciclaje de las VPLs 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, es estimada asumiendo una ventaja de redimiento de 150 kg/ha para las VPLs 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.

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 \$16 millones (Cuadro 21), y la inversión total en investigación en maíz ese año por las organizaciones públicas y privadas fue de solamente \$0,9 millones (Cuadro 7), 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, por los programas nacionales y por 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 (Cuadro 20), 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 22). 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

Cuadro 22. 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 | 36,5 | 76,6 |

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

germoplasma de CIMMYT. En general, para toda América Latina, el 77% de toda la superficie de maíz estaba plantada con 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 investi-

gación 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).

CONCLUSIÓN

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 el de 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 permitan 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 ser la relevancia 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 (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 sacar un mayor 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.

LITERATURA CITADA

- BYERLEE, D.; MOYA, P. 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). Guatemala, Guatemala. 10 p.
- LÓPEZ PEREIRA, M.A.; MORRIS, M. 1994. Impacts of international maize breeding research in the developing world: 1966-90. México D.F.: CIMMYT. 58 p.
- LÓPEZ PEREIRA M.A.; FILIPPELLO, M. 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.; GARCÍA, J.C. 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. *In*, 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 en 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 *In*: Morris, M. (editor). *Maize seed industries in developing countries*. Boulder, Colorado: Lynne Rienner Publishers. pp 13-34.

- MORRIS, M.; RUSIKE, J.; SMALE, M. 1998. Maize seed industries: A conceptual framework. Capítulo 3 *In*: Morris, M. (editor). Maize seed industries in developing countries. Boulder, Colorado: Lynne Rienner Publishers. pp 35-54.
- PRAY, C.; ROZELLE, S.; HUANG, J. 1998. China. Capítulo 19 *In*: Morris, M. (editor). Maize seed industries in developing countries. Boulder, Colorado: Lynne Rienner Publishers. pp 335-351.
- PROGRAMA DE LAS NACIONAS UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). 1997. Informe sobre desarrollo humano 1997. Madrid, España: Mundi-Prensa. 262 p.
- RISOPOULOS, J.; MORRIS, M. 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.
- SAÍN, G.; LÓPEZ PEREIRA, M.A. 1997. Producción de maíz y políticas agrícolas en Centro América y México. San José, Costa Rica: CIMMYT y PRM. 64 p.