

# **Efectos de Cambios de Políticas Agrícolas en la Investigación en Mejoramiento de Maíz en Centro América y México<sup>1</sup>**

**Miguel A. López Pereira<sup>2</sup>**

## **Resumen**

En este trabajo se realiza un análisis descriptivo de la investigación en mejoramiento de maíz en Centro América y México para el período 1966-90, concentrado en el énfasis relativo para el desarrollo de variedades de polinización libre (VPLs) versus híbridos; y se discuten los posibles efectos que los recientes cambios en las políticas agrícolas y el proceso de reestructuración económica de estos países, tendrán en los programas de investigación en maíz en el futuro próximo; y las oportunidades que pueden presentarseles para el desarrollo de tecnologías que permitan alcanzar mayores niveles de productividad en maíz. La creciente apertura de las industrias de semillas, y reformas de las políticas agrícolas en la región, sugieren que existirá una participación cada vez más importante del sector privado en la producción y venta de semilla mejorada, y que la tendencia a enfatizar el desarrollo de híbridos se reforzará en el futuro. El sector público jugará un papel importante en el establecimiento de sectores privados de semilla eficientes y competitivos; ya que se espera que absorba parte de los costos de investigación en la formación de germoplasma básico para híbridos, favoreciendo especialmente a compañías privadas domésticas, y beneficiando a productores de maíz con precios bajos de semilla híbrida. Sin embargo, aún existe la necesidad de mantener programas para el desarrollo de VPLs, para atender las necesidades de aquellos productores que las demanden. Los sistemas nacionales de investigación deben decidir quién tomará esta responsabilidad, dado el poco interés que el sector privado siempre ha mostrado en VPLs, y los fuertes incentivos para el desarrollo de híbridos que está recibiendo el sector público.

**Palabras clave adicionales: Sector público, sector privado, industria de semillas, VPLs, híbridos, adopción, precio de semilla.**

<sup>1</sup> Trabajo presentado en la XXXIX Reunión del PCCMCA, Marzo 28 - Abril 3, 1993, Guatemala.

<sup>2</sup> Economista, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Apdo. Postal 6-641, México D.F. CP 06600, México.

# Efectos de Cambios de Políticas Agrícolas en la Investigación en Mejoramiento de Maíz en Centro América y México

Miguel A. López Pereira

## Introducción

Con la producción y comercio agrícolas cada vez más dependiente entre los países del mundo actual, el avance de la investigación en el mejoramiento de maíz es clave para que los productores de este cereal en los países en desarrollo puedan alcanzar niveles de productividad que les permitan competir con éxito. Esto requiere el desarrollo de tecnologías, especialmente variedades mejoradas, que faciliten el uso eficiente de los insumos usados, y que reduzcan los efectos negativos en el medio ambiente. La creciente importancia del sector privado en la investigación, tanto en mejoramiento convencional como en la biotecnología, y las importantes reducciones de los presupuestos públicos de investigación agrícola en los últimos años, también crean la necesidad de identificar el tipo de tecnologías de maíz que el sector público debe desarrollar, y el tipo de agricultores que debería enfocar para alcanzar una mayor eficiencia de los escasos recursos de investigación.

Existen otros factores que tienden a hacer más difícil el reto de desarrollar tecnologías de maíz adecuadas en los países en desarrollo. Por ejemplo, en los países industrializados y otros donde el maíz se produce comercialmente, el proceso tecnológico en maíz presentó tres fases bien definidas (Byerlee y López-Pereira, 1993): Uso extensivo de variedades mejoradas (VMs) y reemplazo constante de variedades mejoradas viejas con variedades más nuevas; intensificación del uso de otros insumos, especialmente fertilizantes y pesticidas químicos; y eficiencia en el uso de insumos y conservación de los recursos, especialmente los relacionados con el suelo y el agua. Estos países ahora están preocupados por alcanzar un uso más eficiente de los insumos, y por el desarrollo de tecnologías benignas al medio ambiente. En contraste, la mayor parte de los países en desarrollo, incluyendo los de Centro América (CA) y México, todavía no han terminado la primera fase del cambio tecnológico (uso extensivo de VMs) y, por lo tanto, no han entrado a las fases de intensificación y uso eficiente de insumos, especialmente fertilizante nitrogenado. Así, otros factores como el manejo adecuado de los recursos naturales y el desarrollo de tecnologías que reducen los efectos negativos en el medio ambiente, no reciben la atención prioritaria que merecen, aunque es cada vez más difícil ignorarlos en el proceso de definición de prioridades de investigación para el desarrollo de tecnologías adecuadas a los sistemas de maíz de la región.

En CA existen 1.5 millones de hectáreas (ha) de maíz, y en México 7 millones de ha (Cuadro 1). En general, los rendimientos de maíz en la región son de casi 2 t/ha, con los mayores registrándose en Guatemala y El Salvador. A excepción de El Salvador, las tasas de crecimiento de la producción en los últimos 30 años han sido menores que las de crecimiento de la población, y ha ocurrido una disminución en la producción *per capita*. Siendo el maíz un cereal básico, esto afecta principalmente a los segmentos más pobres de la población, que dependen en mayor medida del maíz como una fuente importante de energía y proteínas. Asumiendo que ya no hay espacio para incrementar el área sembrada, y que podría esperarse que continúe la tendencia a la reducción de esta (Cuadro 1), los incrementos en la productividad son el único recurso para incrementar la producción de maíz en la región. Si no mejoran sustancialmente las tasas de crecimiento de la productividad, las condiciones de los sectores pobres de la población podrían sufrir deterioros adicionales, a menos que se incremente la dependencia en las

importaciones de maíz, las cuales ya son elevadas en casi todos los países de la región, aunque la mayor parte de estas representan maíz amarillo para consumo animal. Esto resalta la importancia del cambio tecnológico en maíz para lograr los niveles de productividad necesarios para incrementar la producción, especialmente el desarrollo de variedades mejoradas.

En este trabajo, se realiza un análisis descriptivo de la investigación en mejoramiento de maíz en CA y México, especialmente el énfasis relativo en el desarrollo de variedades de polinización libre (VPLs) versus híbridos; y se plantean los posibles efectos de las recientes reformas a las políticas agrícolas y reestructuración económica, en los sistemas de investigación de los países de la región, especialmente relacionados con el énfasis relativo en VPLs e híbridos en el futuro, y la importancia relativa de los sectores público y privado en la investigación en maíz, así como en la producción y comercialización de semilla.

### **La investigación en mejoramiento de maíz en la región**

La investigación en mejoramiento de maíz en CA y México desde 1966 a 1990, puede dividirse en dos etapas con respecto al desarrollo de VPLs e híbridos. Durante la primera mitad del período, los programas se caracterizaron por un énfasis marcado en el desarrollo de VPLs, y relativamente menos para híbridos (Cuadro 2). Estas VPLs estaban orientadas a productores de pequeña escala que representaban (y aún representan) la mayoría de los productores de maíz en estos países. Esta orientación coincidió con la decisión del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de cambiar su énfasis anterior en el desarrollo de híbridos, favoreciendo en esa época el desarrollo de VPLs. La excepción fué El Salvador, donde el desarrollo de híbridos fué y ha continuado siendo el énfasis principal, y estos híbridos también fueron orientados hacia agricultores de pequeña escala.

Después del desarrollo exitoso de muchas VPLs, para mediados de los setenta los programas de mejoramiento en la región empezaron a dedicar mayor atención al desarrollo de híbridos (Wellhausen, 1978). Por ejemplo, el programa de híbridos de Guatemala se desarrolló rápidamente y en forma sistemática (Córdova, 1989), y en la década de los ochentas, los híbridos representaron el 56% del total de materiales liberados (Cuadro 2). También, en Honduras casi el 50% de los materiales liberados en esa década fueron híbridos; y El Salvador continuó con su fuerte orientación a híbridos. México experimentó el cambio en énfasis de VPLs a híbridos a finales de los ochenta, y los resultados de este cambio probablemente se reflejarán en los materiales liberados en la presente década. En relación a esto, el CIMMYT también ha dedicado más atención al desarrollo de híbridos, iniciando en 1985 un programa con el objetivo específico de desarrollar material básico para la formación de híbridos (CIMMYT, 1992). Este programa se originó como respuesta al gran interés por híbridos mostrado por muchos programas nacionales de mejoramiento. En 1986, los sistemas de investigación de Centro América, Panamá y El Caribe iniciaron un programa de colaboración con el CIMMYT, cuyos objetivos generales son el desarrollo de híbridos con alto potencial de rendimiento, buenas características agronómicas y amplio rango de adaptación (Quemé et al., 1990). Para principios de los noventa el CIMMYT ya había desarrollado las primeras líneas endogámicas tropicales y subtropicales, las cuales ya están siendo usadas por los programas de mejoramiento de la región, con lo que se fortalece su capacidad para formar híbridos. Las primeras líneas para valles altos, las cuales son muy importantes en México, fueron liberadas en 1993.

En resumen, los programas de mejoramiento de maíz no sólo han sido muy activos en el desarrollo de variedades mejoradas, especialmente en la segunda mitad del período, sino que se ha incrementado considerablemente la proporción de híbridos en el total de materiales liberados

(especialmente en CA), lo que sugiere que el cambio de énfasis de VPLs a híbridos se ha llevado a cabo en forma exitosa. Dado el tiempo requerido para observar los resultados de la investigación en mejoramiento, especialmente en el desarrollo de híbridos, en la productividad de maíz en campos de agricultores, existen razones para esperar que en la próxima década el porcentaje de híbridos liberados en la región, y su adopción por agricultores, incremente substancialmente y se refleje en mayores rendimientos de maíz.

Este análisis parcial de la investigación en mejoramiento de maíz en la región, sugiere que los programas se encuentran en una posición favorable para lograr incrementos importantes en la productividad de maíz en los próximos 10-20 años. Aunque los niveles de adopción de VMs y los rendimientos promedio aún son modestos (Cuadros 1 y 3), la reciente liberación de nuevos materiales con resistencia o tolerancia a estreses bióticos y abióticos presentan una buena oportunidad para lograr incrementos en la productividad en ambientes de producción difíciles. Por ejemplo, en El Salvador y Nicaragua se han desarrollado variedades e híbridos resistentes al achaparramiento, una de las enfermedades que más afectan la producción de maíz en la región; las cuales presentan rendimientos muy superiores a los de los materiales susceptibles (Saín y Borbón Castro, 1992). También, el desarrollo de materiales tolerantes a sequía y al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), dos factores limitantes en la producción de maíz de la región, así como el desarrollo de genotipos con estabilidad de adaptación en diferentes ambientes (interacción genotipo-ambiente) se encuentra en etapas avanzadas (ver, e.g., Brizuela et al., 1993; Clavel et al., 1993; Córdova, 1991; Córdova et al., 1993; Pérez Rodas et al., 1993; Urbina, 1993).

Debe notarse que los porcentajes nacionales (agregados) de adopción de VMs en la región (Cuadro 3), en muchos casos enmascaran elevados porcentajes de adopción en regiones específicas, como la región tropical baja de Guatemala (Córdova, 1984), el sur-oeste de Nicaragua y el Bajío de México. Si bien es cierto que la mayoría de las regiones con altos niveles de uso de MVs presentan condiciones relativamente más favorables para la producción de maíz, es indudable que existen otros factores que facilitan la difusión de la tecnología. Estos factores incluyen el desarrollo de materiales adaptados a las condiciones ambientales, sistemas de extensión efectivos, e industrias domésticas de semilla eficientes que facilitan la disponibilidad oportuna de semilla mejorada a precios bajos (Soto et al., 1990; Manzano y Córdova, 1986). Estos factores institucionales, combinados con el cambio observado en el énfasis de los programas de mejoramiento respecto al desarrollo de híbridos, y las importantes reformas de las economías en general y las políticas agrícolas en particular, representan oportunidades y retos que los programas de la región enfrentarán en el futuro próximo para lograr una difusión más amplia de los productos de su investigación en maíz.

### **Efectos de los cambios en política agrícola**

Recientemente, casi todos los países de la región han introducido importantes cambios en las políticas agrícolas, como ser nuevas leyes de semillas, reformas a las leyes de tenencia de la tierra, reestructuración de la investigación agrícola y apertura del comercio internacional; con implicaciones profundas para los sistemas nacionales de investigación. La creciente apertura de las industrias de semilla es especialmente importante para la investigación en maíz, ya que sugiere que existirá un énfasis relativo aún mayor para el desarrollo de híbridos en el futuro al tener el sector privado una participación más activa en la producción/venta de semilla certificada. Con la excepción de México, el área total de maíz en cada país parece ser muy pequeña para el establecimiento de industrias sofisticadas de semilla, especialmente desde el punto de vista de las compañías multinacionales. Sin embargo, los casos de El Salvador y

Guatemala muestran que es posible promover un sector doméstico privado de semilla dinámico y eficiente, y que los agricultores responden usando semilla híbrida si esta presenta características superiores a las alternativas y tiene precios relativamente bajos.

Las ventas totales de semilla certificada en CA en 1990 fueron de 6,500 t, de las cuales más del 60% fué semilla híbrida, y de esta el 91% fué en El Salvador y Guatemala (Cuadro 4)<sup>1</sup>. En México las ventas totales ascendieron a 16,600 t, y más del 65% fué semilla híbrida. Es curioso notar que los totales estimados de semilla de maíz producida en 1974 en la región fueron similares a los de 1990 (ver e.g., Wellhausen, 1978; Echeverría, 1990), indicando que existió un estancamiento en la cantidad de semilla mejorada producida en estos países. Las razones principales de esto fueron la falta de sectores privados de semilla efectivos en muchos de los países, y los problemas de calidad y disponibilidad oportuna de semilla de los organismos oficiales encargados de su producción y distribución, los cuales fueron agravados con los deterioros de los presupuestos de investigación pública en la década de los ochentas. Sin embargo, con la apertura de la industrias de semilla, se está presentando un panorama propicio para la participación más activa del sector privado, lo que resulta en la eliminación de muchos de estos problemas (Echeverría, 1990), y los niveles de eficiencia deben mejorar a medida que aumenta la competencia entre las empresas privadas.

Tomando en cuenta el área total de maíz y los niveles actuales de adopción de VMs, parecen existir buenas perspectivas para la expansión de la industria de semilla en la región. Por ejemplo, si el porcentaje de área con semilla certificada aumenta de los niveles actuales a 50% en los próximos 10 años, la cantidad de semilla necesaria sería de aproximadamente 15,000 t en CA y 70,000 t en México (asumiendo una tasa de semilla de 20 kg/ha), lo cual significaría incrementos de 132% y 320%, respectivamente, sobre la producción de 1990 (ver Cuadro 4), o tasas promedio de crecimiento anual de 9% en CA y 15% en México. Los cambios ocurridos en México en cuanto a legislación de semillas, y otros cambios importantes en el sector agrícola, ya han resultado en incrementos sustanciales en la producción de semilla de maíz, la cual se estimó en más de 35,000 t en 1992 (López-Pereira y García, 1992). Es importante notar que la mayoría de esta producción corresponde al sector privado, incluyendo la producción y venta por compañías privadas de materiales del sistema público, y la disminución importante de producción y venta directa por el sector público. Antes de las reformas a la ley la producción de semilla de maíz en México, y la participación de los sectores público y privado en esta producción, eran muy variables (Echeverría, 1990; Matus Gardea et al., 1990). Esto dá una indicación de los cambios que pueden presentarse en la región como resultado de reformas en las políticas agrícolas.

Como se mencionó anteriormente, un factor importante en la adopción de tecnología mejorada de maíz parece ser el precio de la semilla certificada, especialmente para agricultores de pequeña escala que son comunes en la región, los cuales son más sensitivos a los precios de los insumos. El precio de semilla híbrida de cruza doble (el tipo de híbrido más común en la región) medido con relación al precio del grano comercial, varía desde 4.5:1 en El Salvador a 11:1 en Honduras; y de VPLs desde 3.4:1 en Nicaragua a 5.5:1 en México. Como comparación, el precio relativo de semilla de híbridos simples en los Estados Unidos es de 30:1. Es interesante notar que el país

<sup>1</sup> Debe notarse que el área total de maíz que puede sembrarse con la semilla reportada en el Cuadro 4, no corresponde (es menor) a los porcentajes de área de maíz con semilla mejorada reportados en el Cuadro 3. Esto se debe a que cuando se estima el área sembrada con VMs, estas normalmente incluyen estimaciones del área sembrada con generaciones avanzadas de híbridos y, especialmente, de VPLs. Los datos presentados en los cuadros 3 y 4 provienen de encuestas con mejoradores de maíz.

con los precios relativos de semilla híbrida más bajos (El Salvador) también registra niveles más elevados de adopción de la misma. Esta relación de precios bajos de semilla híbrida y niveles elevados de adopción por agricultores de pequeña escala se ha observado también en otros países, como en Zimbabwe, Kenia y China; aunque normalmente los altos niveles de adopción también están relacionados con industrias de semilla eficientes, programas de difusión efectivos y, en muchos casos, subsidios por parte del sector público (Byerlee y López-Pereira, 1993). A pesar de esto, en México los precios de semilla híbrida de las compañías privadas se han incrementado mucho en los últimos años como resultado de la liberalización de la industria, al grado que la relación de precio semilla:grano fué de 11:1 en 1992 y está proyectada en más de 15:1 en 1993, comparado con 7:1 en 1990. Entonces, podría esperarse que la mayor participación del sector privado en la producción de semilla híbrida, signifique incrementos en los precios. Pero, aunque parece que los agricultores podrían aceptar precios un poco más altos que los actuales (Cuadro 3), si estos llegan a ser muy elevados muchos agricultores de la región tendrían problemas serios para usar semilla híbrida (ver, e.g., López-Pereira y Espinosa Calderón, 1993).

Debido a la posibilidad de incrementos sustanciales en el precio de la semilla híbrida como resultado de una mayor participación del sector privado en la industria, es importante que este se desarrolle sobre la base de la eficiencia y la competencia. En este sentido, el sector público tiene un papel importante que jugar en el fortalecimiento del sector privado de semillas en estos países, mediante el desarrollo de líneas endogámicas para ponerlas a disposición de las compañías privadas. Esto ya se está presentando en algunos países como El Salvador y Guatemala y más recientemente en México y Honduras, y está permitiendo la entrada al mercado de muchas compañías domésticas, basadas en las líneas públicas (incluyendo las del CIMMYT). De otra manera, estas compañías no podían sobrevivir y competir con las grandes compañías multinacionales en recursos financieros y de investigación. Los arreglos para la explotación de los materiales públicos por empresas privadas varían desde su uso sin costo alguno, como en el caso de los materiales del CIMMYT y otros materiales públicos, hasta contratos de venta de semilla básica y regalías por ventas de semilla, que son comunes para los materiales de los programas públicos nacionales. De esta forma, el sector público absorbe parte de los costos del establecimiento de la industria privada de semillas, al financiar la etapa de investigación y desarrollo y reducir los costos de obtención de las líneas endogámicas, con la esperanza que estos ahorros se reflejen en precios de semilla híbrida más bajos para los agricultores. Tanto el sector privado como el público, parecen contar con los recursos humanos adecuados para enfrentar esta nueva situación originada de las reformas a las políticas agrícolas (Cuadro 5), aunque se espera que se produzcan incrementos en el número de investigadores de maíz en el sector privado y relativamente menos en el sector público. Esta tendencia ya se está presentando en la región, donde se observa la presencia mayoritaria de empresas privadas de semillas (Cuadro 5), aunque la actividad de muchas de estas en el presente se limita a la producción y/o comercialización de semilla.

### **Conclusión**

La tendencia de los programas de mejoramiento de maíz de los países de la región hacia un mayor énfasis en el desarrollo de híbridos, y los cambios que están ocurriendo en las economías de CA y México, han resultado en transformaciones profundas en los sistemas de investigación en maíz; y este proceso continúa, por lo que deben esperarse más cambios importantes en el futuro próximo. El énfasis en el desarrollo de híbridos continuará incrementándose. El sector privado jugará un papel más importante en la investigación y, especialmente, en la producción y comercialización de semilla. Los programas públicos de investigación serán la clave para el

desarrollo de industrias de semilla eficientes, al permitir el establecimiento de compañías privadas basadas en líneas endogámicas generadas por estos programas públicos, permitiendo así la producción de semilla híbrida a precios accesibles para productores de pequeña escala. Las compañías multinacionales de semilla probablemente intensifiquen su presencia en la región, aunque no se espera que esta vaya más allá de programas regionales centralizados en México, donde muchas de ellas ya tienen establecidos programas de investigación, o en uno de los países de Centro América.

Una decisión estratégica importante del sector público es si seguirá atendiendo las necesidades de tecnología de agricultores con limitados recursos, y el nivel prioritario asignado al desarrollo de VPLs. Esto es importante porque el sector privado tiende a enfocarse a agricultores de avanzada y de mayor escala, y al tener una mayor participación en la producción y venta de semilla, surge la probabilidad de que los productores de pequeña escala se queden sin la atención tanto del sector público como del privado. El poco interés mostrado tanto por el sector privado como el público en la producción de semilla de VPLs, podría disminuir aún más como resultado de los factores discutidos anteriormente. A menos que otros sectores o instituciones se interesen en tomar la tarea de desarrollar VPLs nuevas en reemplazo de las actuales, será difícil que se continúe este tipo de investigación a los niveles actuales, lo que efectaría principalmente a agricultores de pequeña escala y de semi-subsistencia que producen maíz en condiciones difíciles.

### **Referencias**

Brizuela, L., T. Dubón, J.L. Zea, y F. Guerra. 1993. Desarrollo de Variedades Sintéticas de Maíz (*Zea mays* L.) para Condiciones de Humedad Limitada Utilizando Selección Recurrente. XXXIX Reunión del PCCMCA, Marzo 29 - Abril 3, Guatemala.

Byerlee, D. y M.A. López-Pereira. 1993. El Cambio Tecnológico en Maíz: Una Perspectiva Global. I Simposio Internacional y IV Nacional de Maíz, Marzo 16-19, Guadalajara, México.

Clavel, D., I. Guinet, y C. Welcker. 1993. Evaluación de Germoplasma de Maíz para la Resistencia a *Spodoptera frugiperda* (Gusano Cogollero) en Guadalupe (F.W.I.). XXXIX Reunión del PCCMCA, Marzo 29 - Abril 3, Guatemala.

Córdova, H.S. 1984. Integración de los Programas de Mejoramiento al Proceso de Generación, Prueba y Transferencia de Tecnología: El Programa de Maíz del ICTA y su Impacto en la Producción de Maíz en Guatemala. XI Reunión de Maiceros de la Zona Andina y II Reunión Latinoamericana de Maíz, Diciembre 2-7, Palmira, Colombia.

Córdova, H.S. 1991. Respuestas Diferenciales para Rendimiento de Híbridos de Maíz Evaluados en Ambientes Contrastantes de Latinoamérica. PCCMCA 1990. XXXVII Reunión del PCCMCA, Marzo 18-22, Panamá.

CIMMYT. 1992. Enduring Designs for Change: An Account of CIMMYT's Research, Its Impact, and Its Future Directions. Mexico D.F.

Echeverría, R.G. 1990. Inversiones Públicas y Privadas en la Investigación sobre Maíz en México y Guatemala. Documento de Trabajo 90/03 del Programa de Economía del CIMMYT. México D.F.: CIMMYT.

López-Pereira, M.A. y A. Espinosa Calderón. 1993. Análisis Económico de la Producción y Uso de Semilla Mejorada de Maíz: El Caso de México. XXXIX Reunión del PCCMCA, Marzo 28 - Abril 3, Guatemala.

López-Pereira, M.A. y J.C. García. 1993. Las Industrias de Semilla de Maíz de México y Brasil: Análisis Histórico y Perspectivas Futuras. Borrador. México D.F.: CIMMYT.

Manzano, M. y H. Córdova. 1986. Quince Años de Investigación en Maíz en El Salvador. Borrador. México D.F.: CIMMYT.

Matus Gardea, J.A., A. Puente González, y C. López Peralta. 1990. Biotechnology and Developing Country Agriculture: Maize in Mexico. Development Centre Technical Paper 19. Paris: OECD.

Pérez Rodas, C., S. Castellanos, L. Larios Bobadilla, y J.L. Quemé. 1993. Evaluación de Líneas de Maíz de Grano Amarillo en Seis Diferentes Ambientes de C.A. XXXIX Reunión del PCCMCA, Marzo 28 - Abril 3, Guatemala.

Quemé, J.L., N. Soto, y H. Córdova. 1990. Progreso en la Generación de Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) en el Proyecto Colaborativo para Centro América, Panamá y el Caribe. XIV Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Septiembre 17-21, Maracay, Venezuela.

Saín, G. y E. Borbón Castro. 1992. Evaluación de la Adopción de Variedades Tolerantes al Achaparramiento en la Región IV de Nicaragua. Borrador, México D.F.: CIMMYT.

Soto, N., C. Pérez, J.L. Quemé, A. Alvarado, A. Aguiluz, R. Celado, K. Jiménez, R. Urbina, y H. Córdova. 1990. Progresos de Producción de Híbridos en el Proyecto Cooperativo Centroamericano y del Caribe, Una Contribución al Fortalecimiento de la Industria Semillera en la Región. XIII Seminario Panamericano de Semillas, Agosto 20-24, Guatemala.

Urbina, R. 1993. Evaluación de Híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) de Grano Blanco y Amarillo en Ambientes de Centro América, Panamá y México. XXXIX Reunión del PCCMCA, Marzo 28 - Abril 3, Guatemala.

Wellhausen, E.J. 1978. Recent Developments in Maize Breeding in the Tropics. En D.B. Walden (ed.) Maize Breeding and Genetics. Chichester, U.K.: John Wiley and Sons.



**Cuadro 1. Area, producción y rendimientos de maíz (1989-91), y tasas de crecimiento anuales, Centro América y México**

País	Area (1000 ha)	Rend. (t/ha)	Prod. (1000 t)	Tasas de crecimiento anual 1961-91 (%) <sup>a</sup>		
				Area	Rend.	Prod.
Costa Rica	42	1.7	72	-0.3	1.7	1.4
El Salvador	288	2.0	565	1.7	2.3	4.0
Guatemala	611	2.0	1,230	-0.2	3.0	2.8
Honduras	384	1.4	551	1.1	0.8	1.9
Nicaragua	199	1.3	251	-0.3	1.5	1.2
<b>Centro América</b>	<b>1,524</b>	<b>1.8</b>	<b>2,669</b>	<b>0.4</b>	<b>2.2</b>	<b>2.6</b>
México	6,953	1.9	13,036	-0.2	2.3	2.1
<b>C.A. + México</b>	<b>8,477</b>	<b>1.9</b>	<b>15,705</b>	<b>-0.1</b>	<b>2.3</b>	<b>2.2</b>

<sup>a</sup> Tasas promedio de crecimiento anual estimadas con regresión semi-logarítmica.

Fuente: Elaborado de datos de cintas electrónicas de la FAO.

**Cuadro 2. Materiales de maíz liberados por los programas públicos nacionales de Centro América y México, 1966- 90**

País	Total de materiales		Porcentaje de híbridos		
	1966-80	1981-90	1966-80	1981-90	1966-90
Costa Rica	4	10	50	30	36
El Salvador	5	8	80	75	77
Guatemala	19	25	21	56	41
Honduras	4	19	0	47	39
Nicaragua	6	9	17	11	13
<b>Centro América</b>	<b>38</b>	<b>71</b>	<b>29</b>	<b>46</b>	<b>40</b>
México	49	34	47	32	41
<b>C.A. + México</b>	<b>87</b>	<b>105</b>	<b>39</b>	<b>42</b>	<b>41</b>

Fuente: Base de datos del CIMMYT.

**Cuadro 3. Precios y uso de semilla mejorada de maíz en Centro América y México, 1990**

País	Area de maíz en 1990 (10 <sup>3</sup> ha)	% área con variedades mejoradas			Relación de precio semilla:grano	
		VPLs <sup>a</sup>	Hibr.	Total	VPLs	Hibr.
Costa Rica	41	22	11	33	3.5	7.2
El Salvador	282	7	55	62	3.8	4.5
Guatemala	634	21	5	26	4.8	5.0
Honduras	367	28	5	33	4.3	10.7
Nicaragua	194	33	1	34	3.4	4.9
<b>Centro América</b>	<b>1,518</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>35</b>	<b>3.9</b>	<b>6.2</b>
México	7,339	12	8	20	5.5	7.1
<b>C.A. + México</b>	<b>8,857</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>4.2</b>	<b>6.4</b>

<sup>a</sup> Promedios basados en reportes de ventas de semilla certificada y estimaciones de los mejoradores.

Fuentes: Encuestas y base de datos de maíz del CIMMYT.

**Cuadro 4. Ventas de semilla certificada de maíz en Centro América y México, 1990**

País	Ventas de semilla certificada (t)		
	VPLs	Híbridos	Total
Costa Rica	25	96	121
El Salvador	14	2,318	2,332
Guatemala	600	1,400	2,000
Honduras	926	240	1,166
Nicaragua	810	40	850
<b>Centro América</b>	<b>2,375</b>	<b>4,094</b>	<b>6,469</b>
México	5,796	10,827	16,623
<b>C.A. + México</b>	<b>8,171</b>	<b>14,921</b>	<b>23,092</b>

Fuente: Encuesta del CIMMYT.

**Cuadro 5. Investigadores de maíz y compañías de semilla en Centro América y México, 1990**

	Investigadores de maíz en el sector público <sup>a</sup>		mejoradores de maíz en el sector privado <sup>b</sup>	Compañías de semilla en el país	
	Mej.	Otros		Públicas	Privadas <sup>c</sup>
Costa Rica	5	1	0	1	7
El Salvador	4	3	2	3	6
Guatemala	10	6	10	0	8
Honduras	8	9	2	1	12
Nicaragua	4	2	2	2	1
<b>Centro América</b>	<b>31</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>34</b>
México	65	20	40	1	15
<b>C.A. + México</b>	<b>99</b>	<b>41</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>49</b>
Número de investigadores por millón de ha de maíz:					
Centro América	20	14	11		
México	9	3	5		
C.A. + México	11	5	6		

<sup>a</sup> Incluye sólo investigadores con nivel mínimo de ingeniería.

<sup>b</sup> Excluye personal de producción de semilla.

<sup>c</sup> Incluye compañías nacionales y subsidiarias de compañías internacionales. Existen compañías privadas nacionales en El Salvador (6), Guatemala (6), Honduras (6) y México (9). A excepción de las de México, la mayoría de estas compañías no realizan investigación en mejoramiento en la región, sólo producción y comercialización de semilla.

Fuente: Encuesta del CIMMYT y cálculos basados en el Cuadro 1.