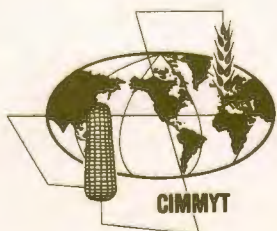


**MEJORAMIENTO
DE LA
PRODUCCION
DE MAIZ
EN AMERICA
LATINA**

Ernest W. Sprague

Director del Programa de Maíz



CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO
INTERNATIONAL MAIZE AND WHEAT IMPROVEMENT CENTER
Londres 40, Apdo. Postal 6-641, México 6, D. F., México

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCION DE MAIZ EN AMERICA LATINA

Ernest W. Sprague
Director del Programa de Maíz

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

CIMMYT

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCION DE MAIZ EN AMERICA LATINA*

El maíz es uno de los componentes principales de la alimentación de millones de gente que vive en muchos países de América Latina y en otras partes del mundo en desarrollo, cuya dieta es deficiente en proteína. Para otros millones de gente, este grano es un ingrediente en la producción de leche, huevos, aves de corral y carne que consumen (Figura 1). Sin embargo, en muchos países de América Latina la producción de maíz es inferior a su utilización y consecuentemente, es necesario importarlo para llenar el vacío.

Las importaciones son un hecho cotidiano en la mayor parte de los países de América Latina y una importante fuente de maíz. En el Cuadro 1 se muestra la situación de algunos países importantes de la región--Argentina, Brasil, Chile, y México. Las importaciones, como porcentaje de la utilización del maíz, han crecido en México, América Central, el Caribe y la Región Andina. En el Cono Sur, sin embargo, la producción ha continuado creciendo al mismo paso que la utilización y Argentina es uno de los mayores exportadores del mundo. De los 16 países productores principales de maíz, 13 han incrementado su dependencia de las importaciones. Con poblaciones en continuo crecimiento e ingresos más altos, esta dependencia se hará más fuerte, a menos que se logren avances notables en la producción. Esta dependencia de las

importaciones puede constituir una fuga importante de divisas y el país puede ser vulnerable a la falta de envíos de grano en el tiempo apropiado y el sitio en que se necesita.

La utilización del maíz en América Latina crece continuamente. En algunos países como Honduras, Guatemala y Paraguay, el consumo humano directo es alto y continúa creciendo, conforme aumenta rápidamente la población. En países como Venezuela y México, los ingresos reales están elevándose continuamente y el uso del maíz como alimento de ganado también está creciendo.

La utilización del maíz continuará con su corriente ascendente. Conforme la población crece, aumenta el consumo humano directo. Aunque también, cuando se eleva el ingreso real *per capita*, los individuos substituyen el maíz por productos animales en sus dietas. En la Figura 2 se muestra que, a pesar de los déficit de maíz

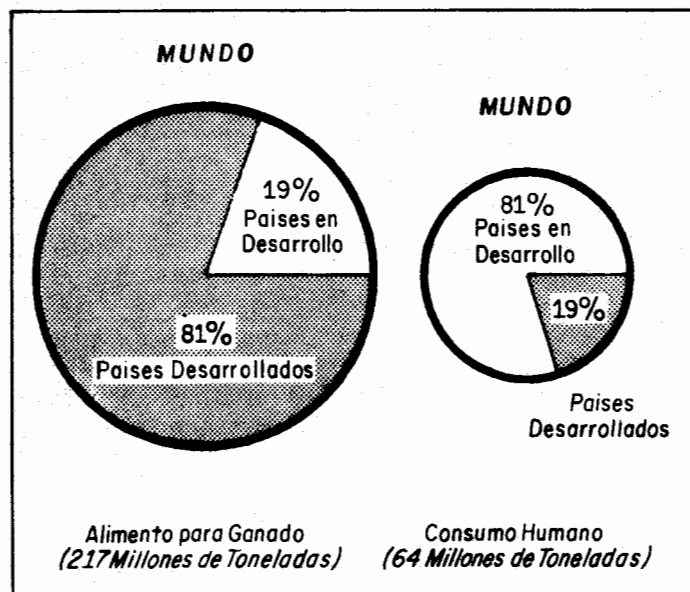


Figura 1. Utilización de maíz como alimento para ganado y consumo humano en países desarrollados y en desarrollo.

* Trabajo presentado en la XVII Conferencia Latinoamericana de Producción de Alimentos, Diciembre 1-4 de 1981, Santiago, Chile.

Cuadro 1. Requerimientos de maíz, producción, importaciones netas y tasa de crecimiento de la población de algunos países seleccionados de América Latina.

	Utilización* total de maíz	Producción promedio de maíz (1978-1980)	Importa- ciones netas (1977- 1979)	Tasa de creci- miento de la población (1970-1978)
ARGENTINA	3,072,000	8,203,000	-5,762,000	1.3
BRASIL	16,832,000	16,784,000	448,000	2.8
CHILE	546,000	384,000	179,000	1.7
HONDURAS	451,000	422,000	31,000	3.3
MEXICO	11,406,000	10,055,000	1,306,000	3.3

* Producción más importaciones, menos exportaciones (toneladas métricas anuales)

para consumo humano, en ciertas regiones de América Latina se dedica una considerable proporción de grano a la alimentación del ganado, con objeto de satisfacer las preferencias alimenticias de la población de mayores recursos. Por tanto, las existencias de grano en los años con malos cultivos se canalizan hacia los segmentos de la población que cuentan con mayores recursos, quienes pueden pagar por la satisfacción de sus preferencias por los productos de leche y carne. Es por esta razón, que el choque producido por la interrupción brusca de la provisión mundial de grano es sentido más agudamente por grupos de población de bajos ingresos, cuya dieta depende más directamente de los granos alimenticios. En América Latina se encuentran muchas de estas áreas de bajos ingresos.

Finalmente, el problema de proveer suficiente maíz para consumo humano, a precios razonables, será más crítico si se dedica una cantidad adicional de grano a otros usos, como por ejemplo, la producción de etanol. Hablando en forma realista, América Latina tiene que incrementar su producción de maíz; lógicamente, existen muchas razones por las que puede y debe lograr este objetivo.

Argentina ocupa una posición privilegiada, ya que es una nación exportadora de maíz, debido principalmente a que tiene grandes áreas de este cultivo; sin embargo, los rendimientos promedio actuales están por abajo de 3 ton/ha. Este país se podría beneficiar y beneficiaría al resto del mundo si pudiera aumentar sus rendimientos unitarios de maíz. Mientras que la exportación de maíz no sería deseable o aún práctica para muchos países latinoamericanos (otros cultivos tienen una ventaja productiva o económica) y la mayoría de los países se beneficiarían económicamente si pudieran producir suficiente maíz para satisfacer sus propias necesidades.

¿Cómo es posible incrementar la producción de maíz en América Latina? Una manera es incrementar la superficie dedicada a este cultivo. A la fecha, existe una superficie de 120 millones de hectáreas de tierras de sabana que no se han desarrollado en América del Sur. Sin embargo, sólo algunos países de América Latina tienen este potencial de reserva de tierras y es necesario recordar que mientras más tierras se abran al cultivo habrá menos tierra virgen. La única respuesta a largo plazo es mejorar los rendimientos de maíz en tierras que ya están bajo cultivo. En algunos países esto es muy urgente.

Elevación de los Rendimientos Promedio de Maíz

Los rendimientos promedio de maíz obtenidos en América Latina están por debajo de 1.5 ton/ha, en comparación con los rendimientos promedio de 6.5 a 7.0 ton/ha que se obtienen en Estados Unidos. El récord mundial es superior a 21 ton/ha. Materiales con potencial de rendi-

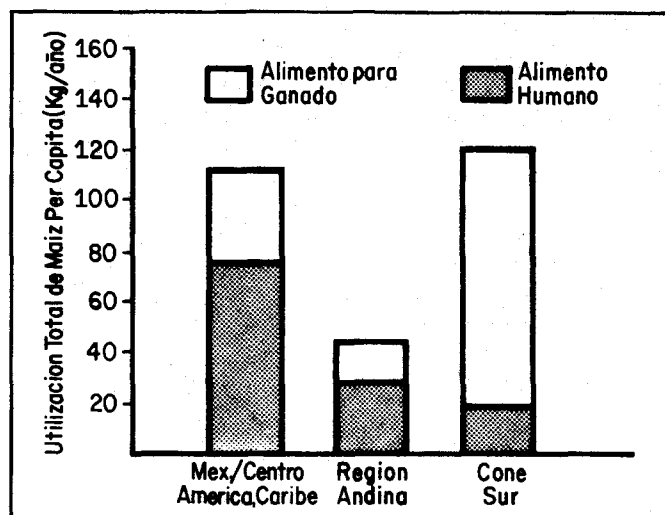


Figura 2. Utilización reciente de maíz por región.

miento superior ya están o pueden ponerse a la disposición de los agricultores. Estos materiales en combinación con tecnología de producción apropiada pueden duplicar o triplicar el rendimiento unitario del maíz en la mayor parte de los países de América Latina.

El potencial de rendimiento en una región agroclimática dada está determinado por la constitución genética de las plantas; sin embargo, los factores ambientales influyen sobre la expresión de este potencial y los materiales con potencial de rendimiento superior no pueden por sí solos incrementar la producción. Ellos hacen posible la obtención de altos rendimientos, solamente con el uso efectivo de insumos y prácticas agronómicas. También, la variedad con el potencial de rendimiento más alto del mundo es completamente inútil si no satisface las necesidades del productor y del consumidor.

Con objeto de mejorar la producción de maíz, es necesario integrar y organizar el sistema de investigación, de tal manera que sus resultados fluyan a los campos en donde se cultiva el maíz actualmente. Esto requiere de la colaboración y de la capacidad analítica de diversas disciplinas y de personas capaces de resolver los problemas en una forma total, que abarque todo el concepto y no sólo un aspecto. El trabajo de equipo integrado requiere de las habilidades que confieren varias disciplinas. El fitomejorador, el patólogo, el entomólogo, el agrónomo y el economista deben estar involucrados en todos los aspectos y etapas de la investigación agrícola.

Esfuerzos del CIMMYT para Mejorar la Producción de Maíz

Los científicos del CIMMYT trabajan muy de cerca con los científicos de la mayoría de los países productores de maíz de todo el mundo, en materia de desarrollo e intercambio de germoplasma superior y de información sobre investigación. Han emergido varios programas regionales entre varios países productores de maíz, en los que se incluyen los programas de maíz y de economía de América Central y de la Región Andina, a los que el CIMMYT ha asignado siete científicos. En la Región Andina, un mejorador de maíz del CIMMYT tiene su centro de operaciones en Ecuador y entre sus responsabilidades está el mejoramiento del maíz amiláceo cultivado en las tierras altas. Dos científicos del CIMMYT tienen sede en Colombia, desde donde apoyan las actividades de investigación para el mejoramiento y producción del maíz tropical en toda la región. Dos científicos de maíz están asignados a la región de América Central y El Caribe. Los economistas regionales asignados a ambos programas trabajan con los científicos nacionales en programas de investigación en finca, enfocando su trabajo en la investigación por encuestas a nivel de predio.

El objetivo del programa del CIMMYT está dirigido al aumento de la producción de maíz en el mundo en desarrollo y fué diseñado con los siguientes tópicos o factores en mente:

- A. Desarrollo de germoplasma
- B. Tecnología de producción
- C. Industria productora de semilla
- D. Políticas gubernamentales

A. Desarrollo de Germoplasma:

Cuando se observan los mejores rendimientos de maíz del mundo, en América del Norte, Europa y Nueva Zelanda, uno se percata de que están producidos por híbridos. En un intento de imitar estos resultados, muchos países del mundo, entre ellos los latinoamericanos, han hecho esfuerzos para producir maíz híbrido. Me gustaría puntualizar que existen con frecuencia serios problemas asociados con este método.

Primero, la necesidad de la disponibilidad, a tiempo, de semilla de alta calidad para los agricultores y la capacidad de éstos para pagar por la semilla y el servicio. Ambos factores son esenciales si se sigue el método de producción con base en semillas híbridas. En muchos países latinoamericanos falta la organización necesaria para el desarrollo de una industria semillera - multiplicación y distribución de semilla adecuada y disponibilidad de dinero en efectivo por parte de los agricultores.

El segundo punto en que me gustaría hacer hincapié está relacionado con el supuesto de que los híbridos producen rendimientos más altos que las variedades de polinización libre. Sprague y Eberhart sugieren que la tasa de mejoramiento de híbridos procedentes de poblaciones mejoradas será proporcional al mejoramiento de la cruce de la población entre dos poblaciones en mejoramiento $\frac{1}{2}$. Ellos indican que con una selección de 4 por ciento de intensidad, la supe-

^{1/} Sprague, G.F. and Eberhart, S.A. 1977. "Corn Breeding". *Corn and Corn Improvement* (Ed. G.F. Sprague), American Society of Agronomy, Inc., pp. 305-362.

rioridad de los híbridos de doble cruza es de 9.4 a 12.4 por ciento arriba de la media de la cruza de la población. La superioridad de un híbrido proveniente de una cruza simple varía de 15 a 20.4 por ciento. La superioridad de los híbridos se incrementará de acuerdo al aumento de la intensidad de selección.

Gardner sugiere que si el mejoramiento de una población puede ser obtenido sin una reducción significativa de su variabilidad genética - punto muy importante - los mejores híbridos provenientes de cruza dobles o sencillas de una serie de líneas, seleccionadas al azar, derivadas de la población mejorada, excederán la media de la población por lo menos en un 20 a 30 por ciento. 2/

Hincapié en el Desarrollo de Variedades de Polinización Libre

El CIMMYT trabaja con variedades de polinización libre. La intensidad de selección ejercida por familias, con objeto de regenerar ciclos secuenciales para el mejoramiento de la población, es de 30 a 40 por ciento y la intensidad de selección en familias para generar variedades experimentales es de 4 por ciento. En el Cuadro 2 se presenta el comportamiento de ocho variedades de polinización libre, en comparación con sus poblaciones originales de los mismos ciclos, probadas en 12 a 19 localidades. La media de los aumentos a través de las localidades varía de 7 a 20 por ciento. La superioridad de rendimiento de las variedades sobre las poblaciones originales es evidente.

Con la metodología del CIMMYT, las variedades experimentales se extraen siguiendo cada ciclo de mejoramiento. En la Figura 3 se muestra: (1) el tiempo, en ciclos, para el desarrollo de variedades de híbridos, y (2) su nivel esperado de comportamiento, en base a la presión de selección ejercida en el programa del CIMMYT para los programas de polinización libre y para híbridos, como ha sido indicado por Sprague y Eberhart. Una intensidad de selección de 40 por ciento en una población de polinización libre debe dar un progreso de 5 por ciento en cada ciclo. En el programa del CIMMYT, una variedad sería superior en 15 por ciento a su población original. Los híbridos requieren de un tiempo substancial (11 ciclos) para su desarrollo. El programa del CIMMYT puede proporcionar materiales útiles, de comportamiento superior, en cada ciclo de desarrollo. Tanto las poblaciones como las variedades se mejoran proporcionalmente con cada selección y después de pasar por el mismo número de ciclos, existe muy poca diferencia entre el comportamiento de los híbridos y el de las variedades. En efecto, si se ha hecho una selección adecuada en cada ciclo, el comportamiento de las variedades puede ser superior al de los híbridos, después de cualquier período determinado.

Una ventaja importante de las variedades sobre los híbridos es que los agricultores pueden usar su propia semilla para los dos o tres cultivos subsecuentes. Esto no debe desanimar el desarrollo de una industria productora de semilla y tampoco el de un sistema adecuado para su transporte, ya que ambos son esenciales para maximizar y utilizar la producción de maíz. En la mayoría de los países en desarrollo, obviamente, hace falta el desarrollo tanto de una industria de semillas como el de un sistema de transporte.

Cuadro 2. Aumento de rendimiento en variedades de polinización libre en comparación con las poblaciones originales

Variedad	Población	Rendimiento de la variedad como porcentaje del rendimiento promedio de la población a través de las localidades
Gemiza 7421	Tuxpeño 1	112
Poza Rica 7422	Mezcla Tropical Blanco	107
Tocumen 7428	Amarillo Dentado	117
Rampur 7433	Amarillo Subtropical	111
Yousafwala 7435	IDRN	115
Tlaltizapán 7443	La Posta	119
Tlaltizapán 7444	AED x Tuxpeño	120
Pirsabak 7448	Compuesto de Hungría	108

2/ Gardner, C.O. 1978. "Population Improvement in Maize". *Maize Breeding and Genetics* (Ed. D.B. Walden), John Wiley and Sons Inc., pp. 207-228.

Programa de Mejoramiento de Maíz del CIMMYT

Volvamos al Programa de Mejoramiento de Maíz del CIMMYT y veamos como éste puede ayudar a elevar la producción de maíz en América Latina. Este programa está diseñado para: (a) proporcionar una estrategia general, por medio de la cual se pueda servir efectivamente a diferentes áreas productoras de maíz del mundo, con diferentes niveles de capacidad; (b) servir como un mecanismo para el desarrollo y el mejoramiento continuo del germoplasma de maíz, con objeto de satisfacer las necesidades presentes y futuras; (c) servir como un sistema eficiente intercambio de germoplasma con los programas nacionales; y (d) satisfacer las necesidades de investigación exploratoria e innovadora de maíz.

Existen tres etapas principales en el sistema del CIMMYT:

1. Desarrollo y mejoramiento de complejos germoplásmicos de amplia base genética para diferentes áreas del mundo.
2. Continuo mejoramiento y refinamiento de poblaciones con material mejorado de los complejos correspondientes.
3. Desarrollo de variedades experimentales superiores a partir de poblaciones.

En seguida se verá con mayor detalle cada una de las etapas del sistema, principiando con el desarrollo y mejoramiento de complejos germoplásmicos de amplia base genética para diferentes áreas específicas del mundo.

La diversidad y la variabilidad genéticas son requerimientos básicos para el éxito de cualquier programa de mejoramiento de poblaciones. Un complejo germoplásmico es una mezcla de germoplasma diverso bajo un proceso continuo de recombinaciones, del cual se pueden extraer materiales y al cual se pueden incorporar. El CIMMYT tiene un total de 27 complejos germoplásmicos para satisfacer preferencias en lo que se refiere a tipos y colores de grano, requerimientos de precocidad y adaptabilidad ambiental. Tenemos 12 complejos germoplásmicos para las zonas tropicales bajas, ocho para las zonas subtropicales templadas y siete para las zonas de trópico de altura.

Cada complejo es un depósito de la variabilidad genética necesaria para servir en un rango de condiciones conocidas. Es una fuente de germoplasma para programas dinámicos de mejoramiento, de los cuales seleccionan y "afinan" poblaciones para condiciones más y más específicas, de acuerdo con el avance de cada programa. La etapa de manejo de los complejos corresponde a la Unidad de Apoyo y el subsecuente afinamiento es llevado a cabo por la Unidad Avanzada.

Debido a la preocupación por el peligro de la erosión genética y la estrecha base genética del germoplasma usado actualmente en Europa y en Estados Unidos, el CIMMYT ha desarrollado

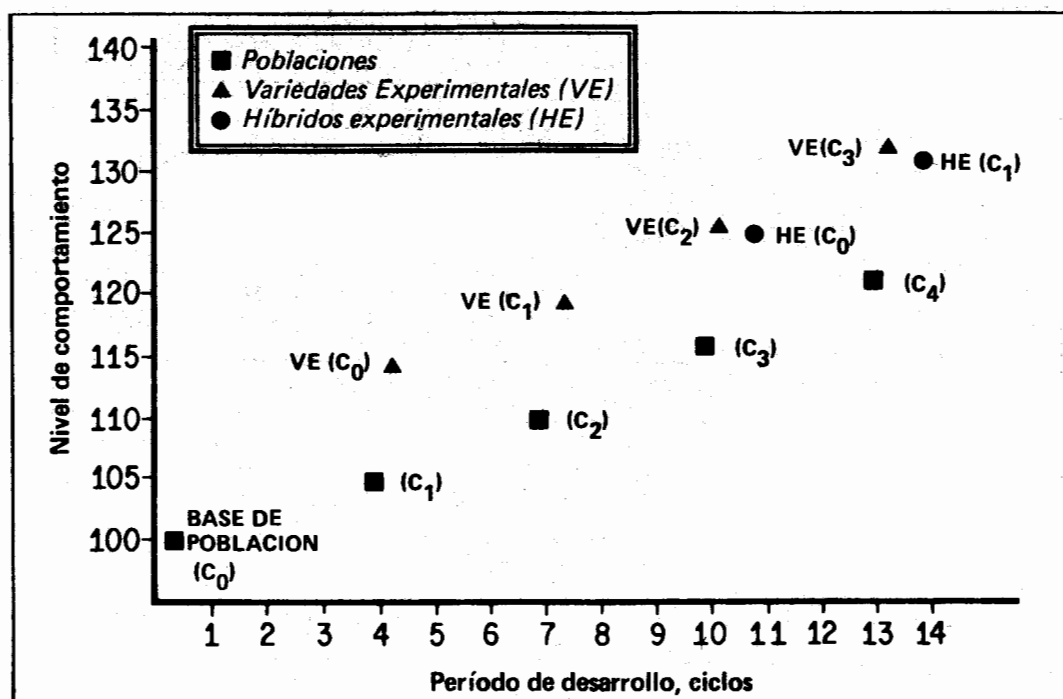


Figura 3. Período para la producción de variedades e híbridos.

cuatro nuevos complejos de amplia diversidad genética, los cuales facilitarán la introducción de germoplasma exótico en materiales de base templada. Esto a su vez, servirá para transferir caracteres superiores del germoplasma templado a materiales tropicales tanto para zonas bajas como de altura. Después de intensas recombinaciones, los complejos son sujetos a selección multilocacional, evaluación y selección; seguidamente, se hace una recombinación de familias seleccionadas en el CIMMYT. Ya se ha comprobado la utilidad de algunos de estos materiales en varias partes de América Latina.

Mejoramiento de Poblaciones

Usualmente, las condiciones de los agricultores demandan materiales de adaptabilidad específica, y de determinado período para su madurez y tipo de grano. Para satisfacer estas demandas, la Unidad Avanzada maneja actualmente 26 poblaciones de maíz: 23 normales y tres de maíz de alta calidad de proteína que portan el gene opaco-2. En esta etapa, son necesarias pruebas internacionales en diferentes medios. Un ciclo de selección fraternal con pruebas internacionales de progenie se puede llevar a cabo cada año. Sin embargo, la recuperación de los datos de los ensayos procedentes de los países cooperadores localizados tanto en el Hemisferio Norte como en el Sur dificulta la terminación del ciclo completo en un año y por tanto, se usa un ciclo de dos años. En la Figura 4 se resumen los pasos que se siguen en el programa de mejoramiento de poblaciones de maíz del CIMMYT.

Desarrollo de Variedades Experimentales

Se usa una intensidad de selección de cuatro por ciento para seleccionar las familias de las poblaciones, con objeto de desarrollar variedades experimentales. Estas se desarrollan con base en los datos de progenie, tanto de sitios específicos como a través de las localidades. Estas variedades muestran un comportamiento bastante superior al de la media de la población. Además de aquellos caracteres que distinguen a cada variedad, la uniformidad de la madurez, así como de la altura de la planta y la mazorca son caracteres importantes para la selección de las familias, de tal manera que la variedad resultante tenga una apariencia uniforme.

Cada variedad experimental pasa por un incremento de semilla de segundo orden, con objeto de obtener una cantidad de semilla suficiente. Por tanto, si una variedad se muestra como prometedora en el Ensayo de Variedades Experimentales podrá ser usada inmediatamente en la segunda serie, llamada Ensayo de Variedades Experimentales Elite.

Los nombres de las variedades se derivan de los nombres de la estación en donde se llevó a cabo el ensayo de progenie y donde, en efecto, la variedad fué hecha. Con el propósito de hacer

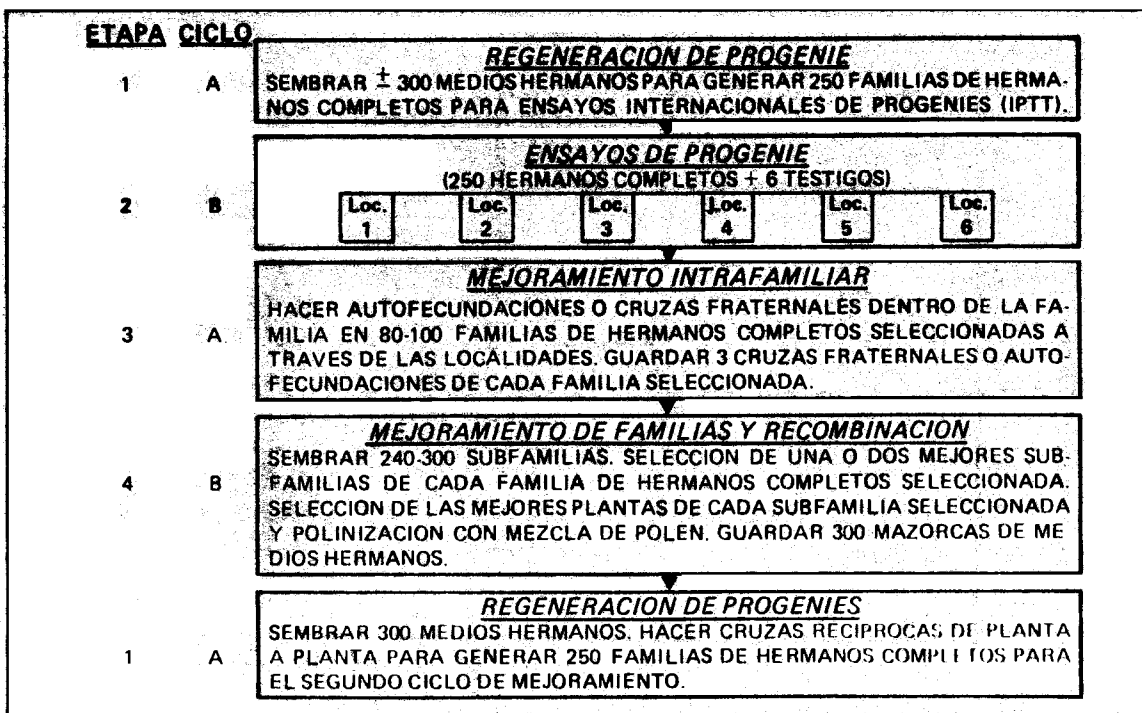


Figura 4. Esquema de la secuencia de cruzamientos para el mejoramiento de poblaciones

conocer la genealogía de las variedades, después del nombre se anotan dos dígitos que indican el año en el cual se hizo la selección, en seguida otros dos dígitos que indican el número de la población de la cual se derivó la variedad, ej., Tocumen 7928.

Posteriormente, los programas nacionales emplean estos materiales según el mejor uso que les puedan dar. Algunos pasan por un incremento de semilla y se entregan directamente a los agricultores. Otros materiales se seleccionan aún más con objeto de hacerlos más específicos o incorporarlos en diferentes etapas de los programas de mejoramiento. Algunos programas utilizan los materiales para el desarrollo de híbridos, aunque se hace hincapié en el mejoramiento intrapoblacional, con variedades de polinización libre como producto final, también se colecta información sobre los patrones de heterosis de varias poblaciones para el mejoramiento interpoblacional y el desarrollo de híbridos y esta información se pone a la disposición de los programas nacionales.

En el programa del CIMMYT en México también se tiene preocupación por la adaptabilidad ambiental del cultivo de maíz. Se hacen selecciones por reducción de altura de la planta, tolerancia a la sequía, así como por resistencia a los ataques de insectos y enfermedades, caracteres que se incorporan al programa general.

Reducción de la Altura de la Planta

Una reducción de altura de la planta disminuye su susceptibilidad al acame, hace que el cultivo del maíz responda más favorablemente a un mejor manejo y puede mejorar la eficiencia de rendimiento a través del mejoramiento del índice de cosecha. Quince ciclos de selección recurrente continua para reducción de altura de la planta en una población del CIMMYT llamada Tuxpeño 1 han dado como resultado plantas un metro más bajas y siete días más precoces a 50 por ciento de aparición de éstigas. Se llevó a cabo selección también por otras características relevantes para el mejoramiento y se obtuvo como resultado un incremento del rendimiento de 2.68 ton/ha (con una densidad de siembra más alta) y un mejoramiento del índice de cosecha de 0.30 a 0.46. Estos resultados se resumen en el Cuadro 3. Se está llevando a cabo una selección similar en todo el programa de maíz del CIMMYT, debido a las ventajas que ésta confiere a este cultivo.

Tolerancia a la Sequía

El maíz es un cultivo que usualmente se desarrolla bajo condiciones de secano en los países latinoamericanos y que con frecuencia está sujeto a condiciones fluctuantes de humedad durante su ciclo de desarrollo.

El personal científico del CIMMYT ha estado estudiando la variación de comportamiento del maíz bajo situaciones de escasez de agua y explorando la confiabilidad de varios criterios para el desarrollo de tipos tolerantes a la sequía. Un programa de selección recurrente para comportamiento mejorado bajo condiciones de sequía se inició en Tuxpeño 1 y los resultados obtenidos hasta la fecha muestran que: (1) existe una interacción genotipo x agua, (2) la selección bajo condiciones sin limitaciones de humedad no afecta adversamente el comportamiento del material bajo condiciones de sequía y que las pruebas multilocacionales y la selección de familias con base en el comportamiento a través de las localidades puede mejorar el comportamiento bajo condiciones de niveles medios de falta de humedad y (3) un índice de selección múltiple, el cual incluye las características expresadas bajo condiciones de escasez de humedad, puede ser usado para identificar genotipos (familias) con comportamientos superiores al promedio, bajo condiciones de falta de humedad, sin detrimento de su comportamiento bajo condiciones menos adversas de escasez de agua o en situaciones de abundancia de la misma.

Cuadro 3. Comparación de ciclos de selección en Tuxpeño 1

Ciclo de selección	Altura de la planta (cm)	Rendimiento de grano (t/ha)	Materia seca total (t/ha)	Índice de cosecha
0	273	4.05	14.94	0.30
6	211	5.54	14.75	0.38
9	203	5.67	15.32	0.39
12	196	6.18	15.37	0.41
15	173	6.73	15.12	0.46
LSD				
P.05	10	0.41	1.84	0.05

Resistencia a las Enfermedades

Una de las principales causas de la inestabilidad de los rendimientos del cultivo de maíz es su susceptibilidad a las enfermedades. El desarrollo de una resistencia poligénica (resistencia de campo/tolerancia) confiable a las enfermedades es deseable, debido a sus efectos sobre la estabilidad de los rendimientos. En el programa de mejoramiento recurrente de las poblaciones del CIMMYT, se ejerce la selección para las pudriciones del tallo y de la mazorca (usando técnicas de inoculación artificial) y para los tizones y las royas de la hoja (usando inoculaciones de campo confiables). Resultados de ensayos internacionales muestran que el nivel de resistencia a estas enfermedades ha aumentado considerablemente en algunos materiales.

Estamos también involucrados en diversos proyectos de investigación colaborativa sobre enfermedades que no pueden ser manejadas en México. Uno de estos esfuerzos colaborativos está encaminado al desarrollo de la resistencia contra el achaparramiento del maíz, una de las enfermedades principales que se presentan en América Latina. Se ha logrado un buen progreso en el desarrollo de materiales agrónomicamente superiores con resistencia al achaparramiento. Asimismo, se han alcanzado progresos similares para la resistencia al mildiú veloso. Los miembros del personal asignados regionalmente, trabajando en estrecha relación con los colaboradores nacionales, tienen la responsabilidad principal del CIMMYT para esta investigación.

Resistencia a los Insectos

La susceptibilidad a los ataques de los insectos es otro factor importante que limita los rendimientos. El establecimiento de instalaciones para la cría masiva de insectos y el desarrollo de técnicas para la aplicación de larvas al cultivo del maíz han dado como resultado progresos en el desarrollo de resistencia al gusano soldado en dos conjuntos y en dos poblaciones de la Unidad Avanzada. Esperamos lograr progresos similares para el barrenador de la caña de azúcar, del barrenador del maíz y del gusano elotero.

Mejoramiento de la Calidad de Proteína

Las ventajas del maíz con calidad de proteína sobre el normal son obvias. Simplemente, el primero proporciona mejor nutrición. Por ejemplo, estudios sobre absorción y retención de nitrógeno, llevados a cabo con niños alimentados con dietas basadas en leche descremada y maíz de alta calidad de proteína, en el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, con sede en Guatemala, indicaron que la calidad de proteína de este maíz equivalía aproximadamente a 90 por ciento de la de la leche.

En otra serie de experimentos en Colombia y en otras partes, se alimentaron grupos de cerdos recién destetados con dietas en las cuales toda la proteína estaba proporcionada por maíz normal, o de calidad de proteína. Los cerdos que recibieron maíz con calidad de proteína ganaron peso mucho más rápidamente y requirieron solamente una octava parte del alimento por kilo de aumento, de lo que requirieron los cerdos alimentados con maíz normal. La sustitución del maíz normal por maíz con calidad de proteína en las dietas para cerdos recién destetados o en período de crecimiento reduce el monto de los suplementos proteínicos requeridos para producir aumentos de peso óptimos. Esto se debe a que el balance mejorado de aminoácidos del maíz con calidad de proteína, especialmente en lisina y triptofano. Se ha demostrado que el maíz con calidad de proteína puede ser usado como fuente exclusiva de proteína de la dieta de los cerdos durante el período final de engorde. Debido al alto costo de la proteína animal o de la que proviene de la soya, el uso del maíz con calidad de proteína ofrece una considerable ventaja potencial.

Sin embargo, ciertos efectos detrimentales asociados con los maíces originales de alta calidad nutricional los hicieron inaceptables para los agricultores y los consumidores. Los principales defectos eran: granos suaves de apariencia gisosa y opacos; mayor vulnerabilidad a los ataques de enfermedades como pudriciones de la mazorca y a los daños de insectos; mayor contenido de humedad al tiempo de la cosecha; y el defecto más importante, rendimientos de grano más bajos.

El CIMMYT creyó que las ventajas que la calidad extra de la proteína proporcionada por estos materiales ameritaba el esfuerzo substancial requerido para quitarle las desventajas asociadas. El progreso logrado en el CIMMYT desde 1971 en el desarrollo y mejoramiento de maíz con alta calidad de proteína con apariencia normal y endospermo duro, a partir del maíz suave opaco-2 se ilustra en la Figura 5. Actualmente, ya se tienen materiales iguales o superiores a los materiales normales testigo, cultivados en América Latina, Africa y Asia. Los problemas de bajos rendimientos, vulnerabilidad a la pudrición de la mazorca y a las plagas de granos almacenados, así como la apariencia opaca y gisosa han sido ampliamente resueltos. Como se mencionó anterior-

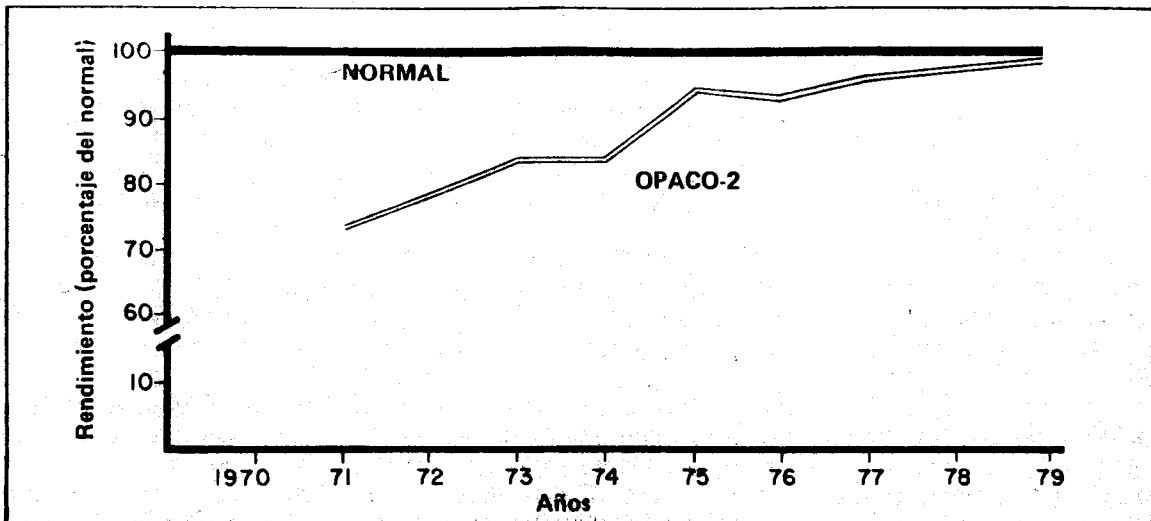


Figura 5. Rendimiento de grano de maíz de calidad superior de proteína expresado como porcentaje del testigo de maíz normal en diferentes pruebas a través de todas las localidades de prueba.

mente, actualmente se cuenta con materiales con calidad de proteína en la Unidad Avanzada y se están generando variedades experimentales a partir de ellos.

B. Tecnología de Producción

Diferentes áreas productoras de maíz requieren de variedades apropiadas y prácticas culturales para maximizar sus rendimientos y minimizar sus riesgos y pérdidas potenciales. Por tanto, es necesario hacer investigación específica por área. Consecuentemente, el CIMMYT usa localidades apropiadas en México para capacitar investigadores clave procedentes de países de todo el mundo en los principios básicos involucrados y en los posibles métodos para resolver estos problemas.

Esta capacitación se enfoca sobre la organización y ejecución de un programa de investigación para la producción, el cual puede ser implementado en los países de origen de los becarios. Se hace hincapié en la importancia de la "investigación en finca" (en predios de los agricultores), con objeto de obtener la información necesaria sobre el valor que pueden tener determinados materiales o prácticas agronómicas para el agricultor.

Es en los campos de los agricultores donde materiales apropiados, respuestas genuinas a los fertilizantes y tasas económicas de aplicación de herbicidas e insecticidas y densidades de siembra apropiadas pueden identificarse. Esto es, donde agricultores, agentes de extensión e investigadores se encuentran y trabajan juntos con objeto de alcanzar el objetivo común de aumentar la producción. Esto coloca al agricultor dentro del proceso de toma de decisiones, lo cual es particularmente importante, desde el momento que él es quien decide cuáles productos de la investigación le son útiles. El también puede ayudar a determinar, junto con el personal de investigación de extensión, qué investigaciones se deben llevar a cabo en el futuro.

Además de capacitar investigadores clave de diversos países de todo el mundo, a solicitud de cada país, el CIMMYT asigna personal a ciertos países o regiones importantes para la producción de maíz, con objeto de organizar el sistema de producción. La responsabilidad del personal del CIMMYT es ayudar al mejoramiento de la producción de maíz en el país o la región de su asignación, en colaboración con los programas nacionales locales.

Este sistema de flujo asegura el mejoramiento continuo y la aceptación de la tecnología. La observación y la investigación llevadas a cabo en compañía de los agricultores indicarán rápidamente los principales requerimientos y/o debilidades del sistema. Conforme cada debilidad es corregida, es posible identificar otra que deberá ser corregida en el futuro.

C. Industria Semillera

Los mejores materiales desarrollados por los investigadores son tan buenos como la calidad de la semilla que siembra el agricultor. La falta de programas apropiados de producción de semillas es un factor crítico que limita la producción de maíz en la mayor parte de los países en desarrollo. Para el incremento de la producción de maíz de América Latina, la importancia de la producción de buena semilla no puede ser mayor. Además, debe existir un mecanismo para proporcionarla a los agricultores.

En unos pocos países de América Latina, existen numerosas compañías nacionales y multinacionales que venden semilla de alta calidad. En estos países, la existencia y distribución de semilla no debería ser un factor limitante. Sin embargo, en la mayoría de los países latinoamericanos, tradicionalmente los agricultores guardan su propia semilla y también la distribuyen localmente. No es posible esperar que la mayor parte de los agricultores posean o ejerciten el control de manejo que es posible lograr en las estaciones experimentales que disponen de suelos uniformes, fertilidad, irrigación y llevan a cabo un buen control de plagas y enfermedades. La buena calidad de la semilla para el agricultor tiene su principio en la semilla básica de buena calidad. Esto es una función de la investigación y debería ser parte integral del sistema total de producción agrícola.

La producción de semilla básica incluye tanto el mantenimiento de la pureza y la uniformidad de las variedades como el mantenimiento de líneas autofecundadas para producción de híbridos. El mantenimiento inadecuado de reservas de progenitores de híbridos y de variedades resultará en comportamientos inferiores, incompatibles con el incremento de la producción de maíz.

Con objeto de producir semilla básica de buena calidad, es esencial el desarrollo de instalaciones adecuadas en las estaciones experimentales, así como llevar a cabo un buen manejo y contar con instalaciones apropiadas para el almacenamiento de la semilla. Estas instalaciones, en las cuales se incrementa el material y se almacene cerca del área en donde se usará, podrían ser organizadas sobre bases regionales dentro de cada país, lo que ayudaría que se recargara menos el sistema de transporte.

Una gran parte del trabajo necesario para lograr el aumento de la producción de maíz puede y debe ser ejecutado a nivel regional o local. Sin embargo, el sistema completo requiere de una organización centralizada, donde sea posible hacer los análisis y derivar las conclusiones, que se necesiten para el desarrollo de un programa cuya eficiencia se incrementa día con día.

D. Política Gubernamental

Cualquier programa de incremento de producción de maíz puede tener éxito o fracasar, dependiendo de la política gubernamental. La tarea de acrecentar la producción de maíz no puede recaer sólo en el agricultor. Es necesario que se conjunte una serie de factores para que los agricultores puedan incrementar los rendimientos del maíz. Deben tener a su disposición tecnologías apropiadas que además deben ser aceptables para ellos. Insumos críticos deben de ser puestos a su disposición, a precios apropiados. Asimismo, se debe crear mercados locales para acomodar los mayores flujos del producto y es necesario fortalecer la infraestructura para satisfacer la mayor demanda de servicios. Todas estas cosas y otras más deben de ser puestas a disposición de los agricultores, si éstos van a emplear prácticas de producción más intensivas y obtener, por consiguiente, rendimientos más altos.

El agricultor está interesado en alimentarse a sí mismo y su familia y producirá suficiente maíz para satisfacer sus propias necesidades. También, está interesado en mejorar las condiciones de él y su familia y por tanto, cultivará un excedente de maíz si lo puede vender obteniendo provecho. Si es ventajoso para él, comprará semillas de calidad superior y adoptará prácticas para aumentar su producción.

Esto es en su mayor parte, si no en su totalidad, responsabilidad del gobierno. Los precios de los granos están generalmente bajo la influencia gubernamental, así como los costos de diversos insumos. Cálculos simples pueden mostrar los precios relativos que pudieran asegurar una ganancia satisfactoria para el agricultor, suponiendo que siguiera prácticas agronómicas apropiadas.

La disponibilidad de los insumos no es suficiente; el agricultor debe contar con dinero en efectivo suficiente para comprarlos. Esto requerirá de la organización de un sistema de crédito, lo cual podría ser facilitado por medio de la asistencia gubernamental.

El Aumento de la Producción de Maíz Puede Ser una Realidad

En conclusión, me permito hacer hincapié en el hecho de que el aumento de producción de maíz puede ser una realidad en América Latina. Este es un buen momento para que los países latinoamericanos pongan una cuidadosa atención a todos los eslabones que constituyen la cadena para el incremento de la producción de maíz, para fortalecer cada uno. Esta tarea comienza con la creación de un sistema integrado de investigación, cuyos resultados fluyen en último análisis a los campos de producción de los agricultores. De esta manera, es posible asegurar incrementos sostenidos de la producción de maíz para el futuro de América Latina.

