73732

PROGRAMAS PARA MEJORAMIENTO Y PROTECCION DE ALIMENTOS PARA CONSUMO, POR MEDIO DE LA GENETICA

G. F. Sprague

Todas las proyecciones que se han hecho en materia de población mundial y abastecimiento de alimentos indican un creciente déficit de alimentos per cápita, déficit que puede llegar a ser crítico. El mejor modo de hacer frente a este déficit sería aumentando la capacidad de producción de alimentos de los países en vías de desarrollo. Los cereales constituyen una de las principales fuentes de alimento y, por lo tanto, ha de concedérseles la más alta prioridad en cualquier intento serio por aumentar la producción de alimentos.

El mejoramiento de la producción de cereales se examina, normalmente, dentro de un marco estrictamente agronómico, es decir, la investigación necesaria para la creación de variedades e híbridos mejorados, el establecimiento de prácticas eficaces de cultivo y de aplicación de abonos y fertilizantes, y modos adecuados de combatir malas hierbas, enfermedades y plagas de insectos. A menudo, en los países en vías de desarrollo hay otros factores que tienen igual importancia. Estos factores incluyen: 1) el establecimiento de un programa eficaz que lleve a los campos de los agricultores las novedades más recientes; 2) una producción adecuada de simiente, con servicios e instalaciones adecuados para su distribución; y 3) políticas económicas que hagan que el agricultor le resulte provechosa la aplicación de métodos y prácticas nuevas. Esto incluye razones favorables entre costos y precio, así como un sistema adecuado para el manejo, almacenamiento y distribución de la mayor producción. También tienen que establecerse planes para la utilización provechosa de cualquier sobrante una vez hayan quedado satisfechas las necesidades locales de alimentos. El tiempo de que dispongo no me permitirá un examen detallado de todos y cada uno de estos factores, y por ello haré mayor hincapié en los aspectos de investigación, extensión y producción de simiente.

La técnica de la producción de cereales para grano ha llegado a su mayor desarrollo en las regiones templadas. Los principios fundamentales que se han establecido durante esta evolución tienen validez universal. Sin embargo, la aplicación de estos principios pasa luego a ser un problema local que reclama cierta labor de investigación. Por regla general, el personal técnico debidamente preparado escasea y a menudo las instalaciones para esta labor son inadecuadas. La ausencia general de producción de semillas y de instalaciones y servicios para su distribución, sumada a una labor limitada de extensión, aumentan las dificultades para el establecimiento de un programa adecuado y totalmente integrado.

El objetivo de la hibridación de plantas es la creación de nuevas variedades de plantas cultivadas que tengan importancia económica. Esto exige que se obtenga una resistencia adecuada a enfermedades y plagas de insectos de importancia local, y que la nueva variedad tenga cualidades y características que la hagan aceptable para su uso local o industrial. Cada país presenta problemas específicos propios, por lo que aquí hablaremos solamente de generalizaciones más bien amplias.

La experiencia general ha indicado que, con el transcurso de muchas generaciones bajo selección natural y artificial, las variedades indígenas locales han perdido capacidad para que respondan eficazmente a prácticas mejoradas de cultivo, inclusive la aplicación de abonos y fertilizantes. Así pues, uno de los primeros pasos de todo programa de hibridación lo constituyen la introducción y la evaluación del material exótico.

En lugar de presentar un examen detallado de los procedimientos de Hibridación de Plantas me propongo, más bien, dar cuenta de la creación y utilización de maíz híbrido en Kenya. El respaldo económico para este programa lo aportaron el Ministerio de Agricultura de Kenya, la Junta de Comercialización del Maíz de Kenya, el Ministerio de Fomento de Ultramar (de Gran Bretaña), la Fundación Rockefeller y el proyecto Cereales Capitales de Africa, de la AID-ARS.

Programa de Hibridación

En 1954 se inició un programa de hibridación endógama teniendo como material de partida el maíz de la variedad local Kenya Blanco Plano. Para 1963 se había creado un híbrido de doble cruza que dio aumentos de rendimiento de aproximadamente el 25 por ciento. Antes de que se alcanzase esta fase, se había visto claramente que esta sola variedad no proporcionaba la variabilidad genética necesaria para que se siguiera progresando. La situación común es como sigue: las variedades locales tienden a estar algo emparentadas y, por lo tanto, brindan sólo limitadas oportunidades para el avance. Además, dichas variedades han sido objeto de selección, tanto por la naturaleza como por el hombre, para que toleren métodos de cultivo más bien primitivos. Como resultado de largos años de selección en dichas condiciones, generalmente las variedades han perdido su capacidad para responder a condiciones de cultivo marcadamente mejoradas.

Los linajes, o cepas, endógamos, los híbridos y variedades se introdujeron llevándolos de los Estados Unidos, México, América Central y del norte de América del Sur, y se les cultivó en parcelas para observación. La mayor parte de estos materiales resultaron inadecuados para las condiciones de las tierras altas de Kenya. Solamente los materiales procedentes de condiciones ecológicas similares (tierras altas tropicales) dieron señales de utilidad. Solamente una de las introducciones de variedades procedentes de Ecuador, la Ec.573, tras haberla cruzado con la variedad Blanco Plano de Kenya, dio rendimientos iguales o mayores que la doble cruza corriente.

La mejora en la actuación de híbridos que se han logrado en este sistema de hibridación aparece relacionada en la Tabla 1.

Tabla 1. Rendimientos comparados de híbridos de maíz cultivados en Kenya en 1965 y 1966

Híbrido	Genealogía	Rendimiento medio (% del maíz local)
Híbrido 621	(A x G) (DxE)	124
Híbrido 611	Kitale II x Ec 573	120
Híbrido 6118	Kitale III x Ec. 573	131
Híbrido 613 8	(F x G) x Ec. 573	143

Se han establecido estaciones experimentales de prueba en toda Africa Oriental, para la determinación de las zonas de adaptación de las varias poblaciones y de los híbridos creados dentro de este programa.

Los altos rendimientos de los híbridos de las distintas variedades no se limitan al programa de Kenya. Se ha sabido de datos comparables en México, Brasil, Thailandia, India y Filipinas. En la Tabla 2 aparecen indicados los datos del Programa Coordinado del Maíz en la India.

El uso de híbridos obtenidos entre variedades diferentes o de híbridos intercompuestos se basa en una teoría genética válida. El sistema de cruza basado en dichos híbridos, sumado a un programa de mejoramiento de las variedades emparentadas, brinda muchas ventajas para los países en vías de desarrollo. En primer lugar, el programa puede estar en plena actividad en un período de tres años, en comparación con los 8 a 10 años que se necesitan para un programa de hibridación endógama. En segundo lugar, las necesidades de mano de obra debidamente adiestrada de fondos y de instalaciones son mínimas. En tercer lugar, la producción de una simiente híbrida se simplifica sobremanera. En cuarto lugar, un programa del tipo así esbozado es extremadamente flexible. Se le puede convertir en un programa de tipo corriente siempre que la disminuida variabilidad genética así lo imponga. Los resultados hasta ahora obtenidos en Kenya indican una tasa de mejora de la población de maíz que rebasa el 5 por ciento al año. Por mientras pueda mantenerse esta tasa de ganancia, el tiempo que se necesita para la creación y evaluación de cepas endógamas, tal como se las obtiene en los programas corrientemente conocidos, representa una utilización ineficaz de tiempo, dinero y mano de obra.

Tabla 2. Rendimientos comparados de híbridos de doble cruza, compuestos e intercompuestos, producidos en la India

Tipo de Híbrido	Rendimientos en kg/ha P_1	P_2	Híbrido	Híbridos, como por ciento de la variedad local
Doble cruzamiento				
Ganga 101	--	--	6565	126
Deccan	--	--	7503	144
Intercompuestos				
A_2 x Pr Gr 1	6581	6637	7526	144
B1(y) x Pr Gr 1	7341	6637	7880	151
Tuxpeno amarillo x Ant. Gr 1	--	--	7907	184

Mejoramiento de las Prácticas Agronómicas

La superioridad de los híbridos radica en su mayor capacidad para que aprovechen plenamente las potencialidades del medio. Por lo tanto, las prácticas de cultivo y cuidados deberán ser lo más favorables posible. En muchos casos, las prácticas agrícolas mejoradas contribuyen a unos rendimientos más altos, tanto como puedan contribuir las variedades mejoradas o híbridos.

En el programa de Kenya se llevaron a cabo extensos experimentos agronómicos, con el fin de determinar la importancia relativa de los diversos factores que influyen en el rendimiento. Los promedios de algunos de los principales efectos, calculados estimativamente gracias a cierto número de pruebas de factores en cultivos durante el año 1966, aparecen indicados en la Tabla 3. La submuestra de parcelas en las que se incluyeron todas las prácticas recomendadas produjeron un rendimiento promedio de 80.3 quintales por hectárea. Las parcelas testigos, sembradas con variedad local y tratadas del modo normal, produjeron 19.7 quintales por hectárea. Esta diferencia del cuádruplo es suficientemente impresionante para que aporte un instrumento muy eficaz para la extensión.

Programa de Extensión

La extensión constituye un problema difícil en los países en vías de desarrollo. Las técnicas más generalmente empleadas en los países desarrollados estan hermanadas a un alto nivel de instrucción y dan previamente por supuesta una cantidad considerable de conocimientos técnicos. Manifiestamente, en los países en vías de desarrollo se necesitan otras técnicas alternativas. Las parcelas de demostración son lo que, al parecer, encierra, al menos inicialmente, la mayor promesa.

El sistema que se siguió en Kenya implicó el establecimiento de ur curso especial de adiestramiento para todos los Oficiales Distritales de Extensión de cada región determinada. A este grupo se le dio una breve instrucción acerca del programa de hibridación, de las zonas de adaptación de los híbridos de que disponíamos, de los hallazgos logrados en investigaciones hechas con estudios de prácticas agronómicas, y de instrucciones respecto a la manipulación de las parcelas de demostración.

Tabla 3. Factores que en 1966 afectaron los rendimientos del maíz en 6 lugares del Oeste de Kenya*.

Factor	Nivel	Rendimiento quint/ha	Diferencia	Desembolsos en dinero	Rendimiento aumentado	Ganancia (quint/ha)
Epoca de la siembra	Temprana	52.8				
	Tardía	34.2	18.6	0.00	80.91	80.91
Población de plantas	36,000	49.1				
	18,000	37.9	11.2	2.78	48.72	45.94
Variedad	Híbrida	52.9				
	Local	34.1	18.8	4.17	81.78	77.61
Lucha contra malas hierbas	Exterminio	48.4				
	una vez, tardía	38.6	9.8	6.96	42.63	35.67
Fosfato (P_2O_5)	56 kg	44.6				
	0	42.4	2.2	11.65	9.57	-2.08
Nitrógeno (N)	79 kg	45.0				
	0	42.0	3.0	24.60	13.05	-11.55

*Cuarto Informe Anual, Proyecto Cereales Capitales de Africa.

Los funcionarios distritales de extensión solicitaron luego la colaboración de agricultores situados dentro de sus distritos. En la verdadera realización del programa, el agricultor compraba la semilla y el fertilizante, preparaba la tierra, cuidaba del cultivo y recolectaba la cosecha. El funcionario de extensión aportaba solamente su asesoramiento y orientación. Se hicieron demostraciones a la comunidad cuando la siembra, el clareo y la recolección. Puesto que los insumos de financiamiento y mano de obra los había aportado el agricultor cooperador, sus vecinos podían adoptar las mismas prácticas si encontraban que la demostración había sido convincente.

En realidad, se le decía al agricultor que el maíz híbrido era un nuevo cultivo que reclamaba prácticas distintas de producción, si se querían lograr las ventajas a él inherentes. Así el maíz híbrido aportó el vehículo para un cambio total de las prácticas de producción

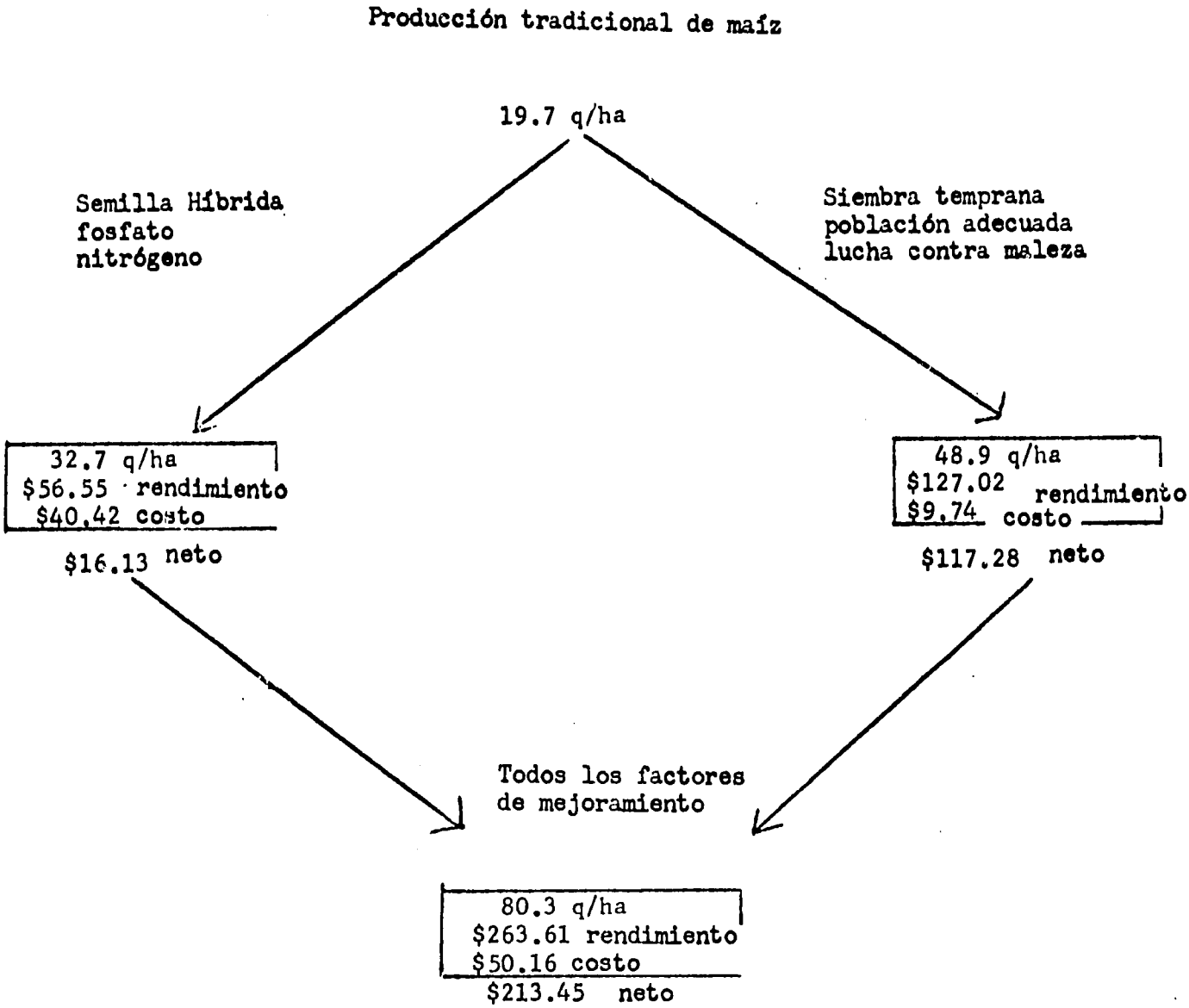

Figura 1. Beneficios económicos dimanantes de tres combinaciones de practicas mejoradas de manipulación que se han utilizado en Kenya para lograr una mayor producción de maíz. (Datos tomados del Fourth Annual Report, Major Cereals in Africa Project).

del maíz.

Para el comienzo se necesitaba una sola parcela de demostración. Esta parcela se sembró con semilla de maíz híbrido, en la época correcta, y se le aplicaron los fertilizantes adecuados; las malas hierbas se combatieron durante toda la temporada. El resto de la extensión de tierra de los agricultores hizo las veces de parcela testigo, observándose en ellas las prácticas de cultivo señaladas por la costumbre. Tal como lo hemos indicado antes, no tuvieron nada de raro diferencias de hasta el cuádruplo. La aceptación fue pronta y el proceso de adiestramiento de personal para el servicio de extensión y el establecimiento de demostraciones se llevó cada año a nuevas regiones.

Con el tiempo, se hizo necesario utilizar siembras de demostración más rebuscadas. Se utilizaron planes con distintos usos de factores, y sus resultados promedio de los experimentos hechos en 1966 son los que aparecen enumerados en la Tabla 3. Normalmente se espera que el cultivo responda al N. Las respuestas al P y al K son erráticas, según sean el material de partida del suelo, las condiciones climáticas durante la formación del suelo y las prácticas anteriores de manipulación. Aunque los resultados obtenidos con fertilizantes en Kenya quizá tengan aplicaciones limitadas, sí ponen de relieve que el concepto de la aplicación de fertilizantes de N, P y K como solución generalizada para problemas de producción, tiene limitaciones bien definidas. Muchos suelos tropicales presentan pequeñas defidencias de elementos, o leves toxicidades, que tienen que identificarse y corregirse antes de que pueda esperarse una respuesta económica del fertilizante.

Los resultados de estos mismos experimentos con distintos factores pueden utilizarse como guía aproximada de los rendimientos económicos de los distintos componentes que contribuyen a la buena explotación. Los datos de las distintas parcelas pueden utilizarse para la determinación de rendimientos máximos y de ganancias económicas con insumos de costo variable.

Muchas personas han dado por sentado que el uso de híbridos es una técnica demasiado avanzada para agricultores puramente campesinos. Los motivos indicados eran: 1) los agricultores no podían permitirse la compra de simiente; 2) y, si compraban semilla, guardarían semilla de la cosecha para la siembra posterior, perdiendo así la ventaja inherente a la heterosis. En las zonas en que prevalecieron estos criterios, los programas de hibridación se han orientado hacia el mejoramiento entre variedades o bien hacia la creación de variedades sintéticas.

La adopción del maíz híbrido en Kenya aparece registrada en la Tabla 4. Tal como se la emplea en esta Tabla, la expresión "en pequeña escala" representa una posesión total de tierras con una extensión promedio inferior a 10 acres (4 hectáreas). El índice de adopción indica que ni el costo de la semilla ni el uso de semilla F2 han constituido factores importantes en Kenya.

Tabla 4. Hectáreas sembradas con maíz híbrido en Kenya

Año	Hectáreas sembradas con maíz híbrido		
	Agricultor en gran escala	Agricultor en pequeña escala	Total
1963	156	4	160
1964	11,400	700	12,100
1965	22,200	8,100	30,300
1966	25,300	15,300	40,800
1967	55,500	46,700	102,200
1968	40,600+	52,300	92,900
1970			155,500+

+Cifra estimativa basada en la venta de simiente

Producción de simiente

La hibridación y la investigación de las prácticas agronómicas, así como el programa de extensión, hubiesen sido un esfuerzo en vano sin el establecimiento concomitante de un sistema eficaz de producción y distribución de simiente. En muchos países, esta responsabilidad la ha asumido algún organismo del gobierno. No sé de un solo caso en que este sistema haya tenido éxito, salvo durante períodos muy breves de tiempo.

Kenya fue un país por demás afortunado al contar con una pequeña empresa productora y vendedora de simiente. La Kenya Seed Company, la habían organizado un grupo de agricultores, para la producción y distribución de semillas de pastos. En 1962 se les convenció para que emprendieran la producción de maíz híbrido. La primera vez que se ofreció en venta simiente híbrida fue en 1963. Cada uno de los años sucesivos, hasta 1967, la venta de simiente estuvo limitada por las existencias disponibles más bien que por la falta de demanda. La enorme expansión ha exigido extensas compras de equipo clasificador para maíz y sucesivas ampliaciones de la instalación. Actualmente se venden cantidades limitadas de simiente de maíz híbrido en Uganda, Tanzania y Etiopía. La diversidad de épocas en que el maíz obtenido en Kenya alcanza la madurez habrá de servir a muchas de las zonas de Africa Oriental en que el maíz es un cultivo importante.

La Kenya Seed Company se propone sumar a la producción y venta tanto sorgo híbrido como mijo híbrido, tan pronto como se haya creado el material adecuado.

Almacenamiento del maíz

El maíz en Kenya es un importante alimento para el hombre y su consumo per cápita es de aproximadamente una libra (453g) por día en promedio. La producción ha oscilado entre sobrantes y escasez, según los

caprichos del tiempo. En ausencia de todo control, era de esperar que los precios variasen de acuerdo con la magnitud de la cosecha producida. Sin embargo, las fluctuaciones del pre io han quedado reducidas al mínimo gracias a las actividades de la Junta de Comercialización del Maíz. Debido a las circunstancias ecológicas, la mayor parte de Kenya es una región deficitaria en lo referente a alimentos. Solamente en las zonas de Kitales y Embu hay una producción que, normalmente, es superior a la demanda. En el pasado, la Junta de Comercialización del Maíz ha mantenido precios relativamente altos para que alentasen la producción.

Actualmente se construyen instalaciones para el almacenamiento del maíz sobrante que equivale, aproximadamente, al 10 por ciento del consumo normal por año.

Otros Problemas Económicos

El éxito de los programas de investigación y extensión reclama ahora que se proceda a una cuidadosa evaluación de las políticas económicas. Si la producción del maíz ha de ir ligada solamente a las necesidades de alimentación del país, puede necesitarse alguna forma de control para la producción. La capacidad para un constante excedente de maíz permite, empero, que examinemos varias alternativas. En primer lugar, una parte de la extensión superficial actualmente sembrada con maíz podría destinarse a otros cultivos. Para el máximo beneficio de los pequeños terratenientes, lo mejor sería que las extensiones así apartadas se sembrasen con un cultivo para la venta en dinero. Corrientemente, no hay cultivos adecuados para la venta a cambio de dinero que puedan sembrarse en todas las zonas de Kenya. En segundo lugar, el maíz excedente podría emplearse para que respaldase la función de una empresa ganadera. Actualmente se produce algo de carne de cerdo y se ha formado un pequeño mercado de exportación. Sin embargo, se ha puesto coto a la magnitud de esta operación con el fin de reducir al mínimo la competencia entre necesidades de alimentos y de piensos en años de escasez. Un mayor fomento de la producción de carne (cerdos, aves de corral y, posiblemente, bovinos) exigiría un cambio en las políticas seguidas en la fijación de precios. En la actualidad, el precio del maíz está ligeramente por encima del que se cotiza en el mercado mundial, pero el precio del tocino está más bajo.

El programa coordinado del maíz en Kenya ha demostrado que, en condiciones favorables, es posible lograr prontos y apreciables aumentos de la producción de alimentos. También es igualmente manifiesto que, cuando se logran estos aumentos, otros problemas económicos van adquiriendo una importancia cada vez mayor. Estos problemas han de resolverse si se quiere que el maíz pase de desempeñar un papel puramente de subsistencia a un papel de contribuyente activo al desarrollo económico.

Mejoras en Proteínas

Hasta ahora hemos fijado nuestra atención en los aspectos más amplios del aumento de la producción de alimentos. En alguna fase, y según sea la presión para el aumento de la producción de alimentos, tie-

-ne que prestarse atención al mejoramiento de la calidad y cantidad de proteínas. Si resulta aceptable en la dieta local, el modo más fácil de lograr esta mejora es por medio del aumento de la producción y uso de leguminosas. Cuando no hay leguminosas asequibles o si las que hay no son aceptables, entonces la atención tiene que dirigirse, lógicamente, hacia los cereales. Se sabe que hay trigo, sorgo y mijo con un alto contenido de proteínas. Estas cepas pueden ser totalmente inadaptadas y, por lo tanto, inadecuadas, respecto a una zona ecológica dada. Pueden obtenerse tipos adaptados mediante hibridación, si puede disponerse de las instalaciones necesarias para sostenimiento de la operación. En cuanto al maíz, hay disponibles tipos genéticos que dan una calidad mejorada de proteínas. Las cepas de estos tipos con alto contenido de lisina (opaco$_2$ y harinoso$_2$) se han distribuido profusamente y están ya muy adelantados los estudios que de ellos se hacen en Colombia, Brasil, Nigeria, Kenya y en muchos otros lugares en los que el maíz es un cultivo alimenticio importante. Si estos estudios nos llevan a la obtención de tipos que sean localmente aceptables tanto por su calidad como por su rendimiento, contribuirán señaladamente a la solución de tan generalizado problema de falta de proteínas.