CIAT
60451
COLECCION HISTORICA

ADAPTACION GEOGRAFICA DE GRANOS BASICOS[1/]

En la actualidad todos los granos básicos se cultivan en el Continente Americano, aunque no todos se originaron aquí. El maiz y el frijol si tienen origen americano mientras que el arroz, el trigo y el sorgo provienen de Asia y Africa.

Llama la atención, sin embargo, que las regiones del mundo moderno que producen estos granos en mayor volúmen y eficiencia son diferentes de sus centros de origen, lo que indica la importancia que la adaptación de las especies ha tenido en el desarrollo agrícola moderno.

En la Figura 1 se describen los centros de origen de los granos básicos :

Arroz - Sureste de Asia

Maíz - Mesoamérica y Perú

Sorgo - Abisinia

Fríjol - Mesoamérica y Perú

Trigo - Asia Central y el Cercano Oriente

De estos centros de diversidad genética se movilizaron semillas que en un proceso de domesticación antropocentrica se establecieron en otras partes del mundo, estando asociados en muchos casos el desarrollo de una especie con el desarrollo de las civilizaciones antiguas. Así , por ejemplo los Incas en Perú, los Aztecas y Mayas en Mexico y Centroamérica y los pueblos indios del Sureste árido de los Estados Unidos se desarrollaron alrededor del cultivo del maíz, la civilización en China antigua alrededor del Arroz y las Babilonicas y Egipcias

---

1/ Presentado por el Dr. Federico Poey, Especialista en Semillas, Unidad de Semillas, Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, en el III Curso de Adiestramiento en Semillas en CIAT, Cali, Colombia.

CIAT
BIBLIOTECA
021490
14 NOV 1995

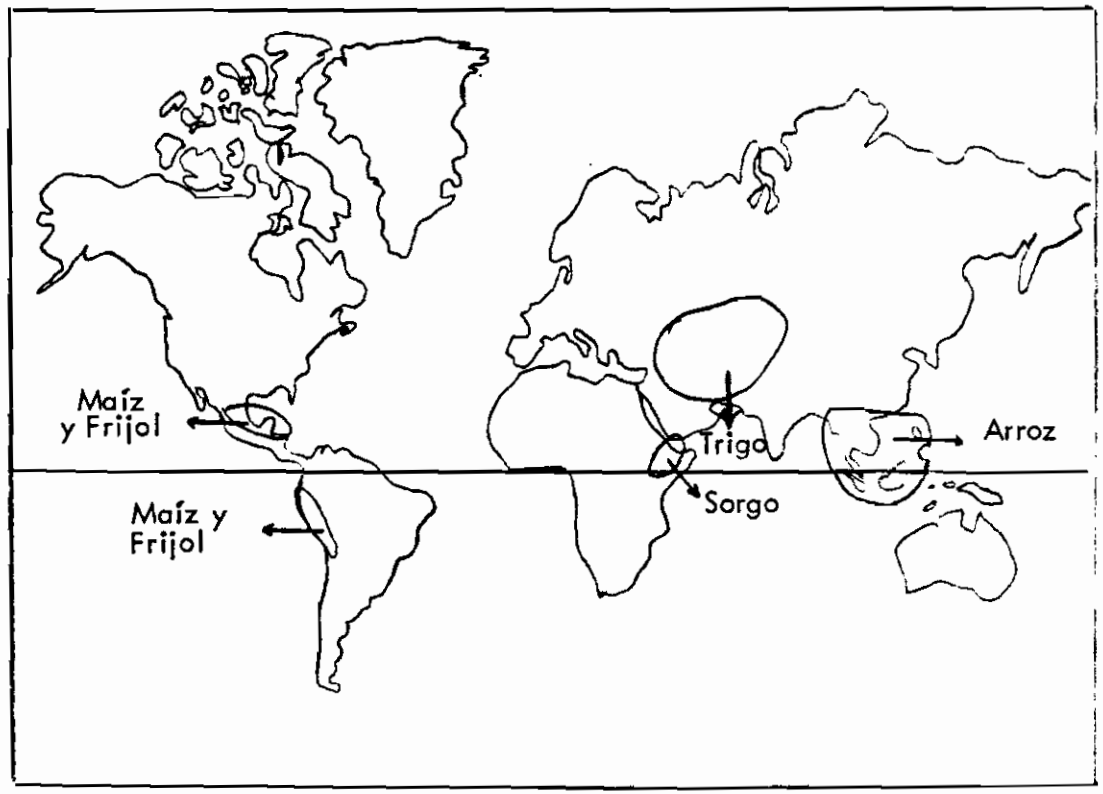

Figura 1.- Los Centros de Origen de los Granos Basicos.

alrededor del trigo y cebada. El descubrimiento de América y el avance científico y tecnológico de los ultimos siglos aceleró la distribución de estos cultivos al resto del mundo, encontrándose ahora los más importantes centros geográficos de producción en regiones muy diferentes. En algunas especies esta adaptación necesitó reajusts genéticos más drásticos que en otros determinándose para cada caso un área más o menos limitada para las variedades modernas. Esta aclimatación, biologicamente depende de la variabilidad genética, método de polinización y duración del ciclo de vida.

De la variabilidad genética dependerá que algunos genotipos puedan prosperar bajo condiciones ambientales nuevas; el método de polinización, autopolinización (autogomi) o polinización cruzada (alogamia) influye en las posibilidades de recombinación y mantenimiento de las características de adaptación. Las alógamas como el maíz, permiten mayor recombinación pero es mas difícil de mantenerse estable en combinaciones naturales, mientras que las autogamas como el arroz y trigo una vez lograda una combinación genética adaptada, su condición homocigota le permite reproducirse generacion tras generación. La duración del ciclo de vida determina el número posible de generaciones en un tiempo determinado. A mayor precocidad mayor número de ciclos y por lo tanto mayor probabilidad de recombinación.

Conocer el desarrollo de la adaptación geográfica de granos básicos y particularmente los intentos modernos de ampliar y recombinar en forma dirigida las características útiles de las especies, contribuirá a normar criterios de ubicación de prioridades en el desarrollo de la actividad semillera en los granos básicos en el tiempo y lugar.

En términos de adaptación de variedades, podemos identificar dos extremos : el primero sería una variedad universal y el otro una variedad específica para cada rincón de la tierra.

Los programas de mejoramiento de granos básicos tratan de lograr un puente intermedio que permita un área grande de adaptación y a la vez que inter-accionen positivamente con los efectos ambientales locales más específicos. Según se avanza en esos programas, la especificidad genotípica va adquiriendo mayor importancia.

Desde el punto de vista de la actividad semillera, los dos extremos tienen ventajas, siempre y cuando se cumpla con un volúmen adecuado para lograr eficiencia económica. La universalidad de las variedades permite los mas grandes volúmenes, incluyendo la exportación,mientras que la especificidad permite ventajas de mercadeo en un comercio de competencia.

Maíz.

El maíz se origina en Mesoamérica y se extiende a todo el continente americano para la época de la colonización. Posteriormente es llevado a Europa, Africa y Asia donde es adaptado y en la actualidad se cultiva en todas las regiones agrícolas del mundo.

Las variedades modernas, sin embargo, han adquirido una especificidad de adaptación determinada por las horas de luz que limitan su área de adaptación dentro de latitudes limitadas. Esta limitación geográfica es por lo tanto para cambios de zonas de Norte a Sur, pudiendo aclimatarse una variedad a cambios de Este a Oeste con mucho mejores posibilidades. Otra limitación climática ha sido determinada por las temperaturas nocturnas que reducen el ámbito de adaptación con relación al nivel sobre el mar.Estas limitaciones pueden estimarse en forma generalizada en 30° de latitud y 1,000 m. en altura s.n.m.

Con el desarrollo del método de hibridación, se generaliza el movimiento de germoplasma valioso principalmente dentro de similares latitudes de la zona templada, incluyendo sus correspondientes zonas antípodas.Así progresa la industria de semilla de maíz híbrido en

Europa dependiendo de las líneas puras desarrolladas originalmente en la zona maicera de los Estados Unidos. Lo mismo puede decirse de Chile que aprovecha híbridos directamente de las compañias de los Estados Unidos. La Argentina, que geograficamente puede utilizar materiales de los Estados Unidos, produce, sin embargo, maices cristalinos desarrollados localmente, que les significa ventaja de precio en el mercado de exportación.

En la zona tropical, el movimiento de germoplasma ha sido más limitado, mas bien por razones económicas que ecológicas. Primero, no existe una demanda generalizada de semilla de maíz hibrido como sucede en las zonas templadas que, conjuntamente con el tipo de cultivo eminentemente tradicional por agricultores de subsistencia han creado una diversidad de preferencias de consumo que hace inaceptable los materiales de otras zonas de similar latitud y altura sobre el nivel del mar. Estas preferencias son de color y textura de grano y de ciclo de maduración también. Por otro lado se han establecido enfermedades, como La Roya en Africa y el Downey Mildew en Asia que limitan un intercambio más efectivo de materiales dentro de la franja tropical del mundo.

La ampliación de adaptación del máiz en la zona tropical está lográndose ahora con métodos científicos y colaboración internacional a través de los programas de mejoramiento del CIMMYT. Existe en la actualidad, un potencial de rendimiento y adaptación de utilidad inmediata por los programs de mejoramiento nacionales y de empresas privadas del mundo tropical nunca antes disponible. Las poblaciones mejoradas del CIMMYT constituyen la contribución más efectiva para el desarrollo de nuevas variedades de libre polinización y particularmente híbridos, ya que la selección sistematizada hacia planta baja, resistencia a enfermedades y rendimiento permite desarrollar lineas de adaptación y valor superior a las que hasta la fecha se han logrado en algunos programas nacionales. Por ejemplo, podemos citar los híbridos de Mexico, Perú, Colombia y Venezuela que tienen el inconveniente de

la excesiva altura de la planta y susceptibilidad a enfermedades, que como el Downey Mildew, empiezan a ser un problema en la América Tropical.

Con relación al aprovechamiento de materiales de otras regiones, podemos mencionar que los híbridos de los países mencionados tienen en común materiales o sus derivados de los primeros híbridos blancos y amarillos desarrollados en la década de los 40 y 50 en Mexico y Cuba respectivamente. Este dato histórico respalda las posibilidades de éxito que puede tener un programa internacional de híbridos basado en un vigoroso intercambio de lineas y familias de los materiales del CIMMYT. Es posible visualizar un progreso a través de países y regiones dentro de una misma latitud tropical como el evidenciado para las zonas templadas en las décadas pasadas.

Arroz.

El arroz es una planta autógoma originada en Asia que ha logrado establecerse en todo el mundo comprendido entre los 53 ° de latitud Norte (en China) y los 40 °Sur y a alturas que llegan a los 2.400 m.s.n.m. en regiones tropicales.

La domesticación de la especie en Asia produjo dos tipos diferentes que fueron inclusive considerados como sub-especies cuando se empezó a aplicarmétodos dirigidos de fitomejoramiento. Actualmente son consideradas como razas ecográficas y se denominan Indica y Japanica.

La raza Indica es sembrada comunmente en los tropicos, son altas y tienen gran capacidad de ahijamiento con hojas largas de color verde claro y decumbentes. Demuestran baja tolerancia al frio y sólo responden a bajos niveles de fertilización, sin embargo toleran sequía así como ataques de insectos y enfermedades. Los granos son largos con alto contenido de amilosa que les permiten permanecer sueltos y con poca

desintegración al cocinarse. Esta raza se siembra en India, Pakistán, Bengladesh, Malasia, Sri Lanka y la mayoría de los países de Latinoamérica.

La raza Japanica produce hojas más erectas y oscuras y ahijan menos que las Indica. Sin embargo, son resistentes al acame y responden mejor al nitrógeno, pero menos tolerantes a los ataques de insectos y hongos. Los granos son cortos y gruesos con menor proporción de amilosa ocasionando que se hagan pegajosos y tiendan a desintegrarse al cocinarse demasiado. Las variedades de las zonas templadas son de este tipo y se siembran en Japón, Portugal, España, USSR, Italia y Francia. En Egipto, China, Taiwán, Estados Unidos, Australia, Korea siembran de los dos tipos.

Hay un tercer tipo llamado Bulu que se siembra en Indonesia que es similar al Japanica pero con hojas más anchas y pubescentes.

Programas de mejoramiento para recombinar estas razas y lograr variedades intermedias no han tenido mayor éxito, encontrándose mucha esterilidad en los cruces híbridos. El mejoramiento moderno que tanto impacto ha logrado en Asia y América Tropical ha estado fundamentado en la introducción de caracteres específicos que no han modificado la mayoría de las otras características raciales.

Así por ejemplo, el mejoramiento dentro de la raza Indica ha sido fundamentado en la introducción de genes de enanismo encontrados en Taiwán, todos de origen Indico también. De este esfuerzo surgió la famosa línea IR-8 que se expandió rapidamente por Asia y algunos países de América Latina en la década de los 60.

En términos generales puede decirse que la raza Indica con las modificaciones de la arquitecturs de planta en sus líneas mejoradas ha dado lugar a las modernas variedades sembradas en las zonas tropicales del mundo. Dentro de ésta zona, sin embargo, hay

que distinguir dos ambientes contrastantes que determinan el tipo de planta resultante de los programas de mejoramiento.

Estas son las condiciones de riego y de secano que requieren profundidad de raices, tipo de hoja y mecanismos fisiológicos muy diferentes, aunque en sus características de grano sean similares. El futuro, por lo tanto, en las zonas tropicales estará determinado por variedades de fenotipos de planta diferentes, limitándose el área de adaptación y duración de una variedad determinada por la estabilidad de las resistencias a enfermedades que persistentemente logran romper la resistencia obtenida.

Para las zonas templadas, donde las practicas de cultivo son más eficientes y la mano de obra más limitada, variedades de siembra directa, que ahijan menos pero responden mejor a los insumos agrícolas determinará aún fenotipos diferente a los esperados para las zonas tropicales donde el transplante determina un tipo de planta más ahijador.

En Asia se puede esperar que las variedades duren mayor tiempo en el mercado ya que los problemas limitantes pueden identificarse con el mejor aprovechamiento de practicas culturales en la fertilización y control de insectos.

Resumiendo, la adaptación local de materiales recombinados de diferente origen y nó la busqueda de variedades de tipo universal parece haberse impuesto en las diferentes regiones del mundo. Condiciones ecológicas como cantidad y distribución de lluvias, por ejemplo, favorecen tipos con sensitividad al fotoepriodismo cuando éstas son excesivas. La adaptación a condiciones de riego y secano por otro lado favorece diferentes tipos de planta, así como las siembras directas y de transplante. En el tipo de grano las tradiciones culinarias determinan otra limitante para lograr una adaptación mas amplia de variedades en una región.

Las producciones y comercio de semilla en cada caso dependerán de las nuevas

recombinaciones que en forma sistematizada se viene haciendo con la ayuda de los Centros Internacionales IRRI y CIAT. Para la América Latina la rapida diseminación de nuevas variedades y la más acelerada multiplicación de ellos constituirá un incentivo importante para aumentar volúmenes de venta en un mercado de semillas que se ha vuelto muy competitivo.

Sorgo.

Aunque se han identificado 31 especies de Sorgos cultivados todos pertenecen a una sola : Sorghum vulgare . Los sorgos cultivados por su tipo de grano, todos los cuales son anuales, pueden dividirse en grupos varietales bastante contrastantes.

Milo .- Panoja compacta en un pedúnculo recurvado con granos grandes y amarillos. Los tallos son finos y ahijan mucho . Son comunes en Africa Oriental.

Kafir .- Tal los fuertes, jugosos y no dulces con panoja cilindrica y erecta y granos de mediano tamaño de color blanco y rosado o rojo, oriundos de Africa del Sur.

Hegari.- Plantas con numerosas hojas y tallos con jugo moderadamente dulce. Los granos son más harinosos que los de Kafir y son comunes en Sudán.

Feterita.- Panojas compactas y rectas con granos grandes, blancos y harinosos. Predominan en Sudán.

Durra.- Demuestran rachis, ramas y glumas pubescentes en la panoja con granos aplanados. Predominan en el Mediterráneo y Cercano y Medio Oriente.

Shallu.- Tienen glumas parcialmente pubescentes y granos corneos. Predominan en India y Africa Tropical.

Guineense .- Similar al grupo Shallu y comunes en Africa Central y Occidental.

Kaoliang.- Demuestran tallos rigidos y panojas abiertas con menos ramificación y florecillas que otros grupos. Los granos de color café "a prueba de pájaros" predominan. Son comunes en Asia Oriental.

Otros tipos incluyen los siguientes :

Dulce.- Gran abundancia de jugo dulce, con semillas pequeñas, coloreadas y amargas.

Forraje .- Hay dos tipos : Sudangrass y Johnson-grass. Ambos tienen tallos finos, panojas abiertas y alta capacidad de ahijar. Johnson-grass es perenne, se reproduce por rizomas y llega a convertirse en una maleza importante.

Adaptación Mundial.

De sus centros de origen en Asia y Africa, el sorgo se ha establecido en casi todo el mundo como un cultivo de grano mecanizado y forrajero impulsado por la aplicación efectiva de principios genéticos que han logrado aprovechar la variabilidad existente en "diseñar" tipos de planta idóneos para la agricultura intensiva.

En 1853 se hizo la primera introducción de Sorgo a los Estados Unidos de la variedad Chinese Ambar, que junto con introducciones posteriores que no han incluido más de 30 variedades, han dado lugar a las variedades modernas en el continente Americano. Los materiales introducidos representan los seis centros de diversificación de sorgo identificados en Africa y Asia, razón que justifica la gran capacidad de adaptación de este cultivo.

El éxito del sorgo de grano en los últimos tiempos se debe a la hábil manipulación de unos pocos genes para lograr primero una arquitectura de planta ideal para la mecanización y segundo, modificar su sistema reproductivo para capitalizar un nuevo potencial de rendimiento de hibridación. La industria semillera logró popularizar estos adelantos mediante la producción masiva de semillas de sorgos híbridos enanos que encontraron un mercado inmediato en las

zonas agrícolas mecanizadas de todo el continente. A este desarrollo contribuyó la amplia adaptación lograda, la relativa ausencia de enfermedades(en el comienzo) y la ausencia de criterios pre-establecidos en el tipo de grano, por no ser, generalmente su utilización para consumo humano.

Los genes de enanismo provienen presumiblemente de mutación en variedades altas antiguas. Cuatro genes de enanismo han sido identificados : dw1, dw2, dw3 y dw4. El mecanismo genético que controla la maduración también ha sido bien identificado permitiendo una gama de maduración que contribuye a ampliar la adaptación del sorgo a zonas ecológicas específicas. Estos genes se identifican como Ma , Ma 2 y Ma 4.

Pero la contribución individual más significativa en el rápido incremento de este cultivo fué la identificación de un mecanismo genético de esterilidad masculina que determinó la posibilidad comercial de producir sorgo híbrido. El sistema de hibridación, además de ofrecer ventajas de incremento en el rendimiento al agricultor presenta incentivos económicos favorables a la industria semillera. Estos incentivos se originan de la necesidad que tiene el agricultor de comprar semilla nueva cada ciclo para lograr los máximos beneficios. Esta identificación se logró en 1950 en una progenie de un cruce de milo como hembra y Kafir como macho. Líneas retrocruzadas al factor de esterilidad citoplásmica se han popularizado en forma efectiva en muchos otros programs que concentran sus esfuerzos principalmente en identificar líneas de diferente origen que contengan factores de restaturación.

En un esfuerzo por aprovechar la variabilidad existente en las especies se estableció en 1963 un proyecto cooperativo entre la Estación Experimental de Texas y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos para la conversión de materiales tropicales a fenotipos más adecuados para los diferentes ecosistemas. Los primeros materiales empezaron a liberarse

en 1969. Estos se han agrupado en tres categorías para lograr un uso más acorde a las conveniencias adaptativas :

"Lineas convertidas" que son relativamente uniformes de poca altura y maduran normalmente en los EEUU; "Lineas Mezcla Templada" (temperate bulk) que son útiles para programas que necesitan contrapartes altas y tardías para forrajes o requerimentos específicos ; y las "Lineas Mezcla Tropical " (tropical bulk) para aquellos que necesitan poca altura y sensitividad al fotoperiodismo.

El aprovechamiento sistematizado de materiales mediante la colaboración internacional del ICRISAT y Universidades de los Estados Unidos, en particular para la América Latina ofrece un respaldo genético extraordinario para que el sorgo, en los años venideros, logre superar su actual popularidad, contribuyendo a consolidar la industria semillera en muchos países.