
Avances recientes en la conservación y utilización de los

RECURSOS GENETICOS

*Resúmenes en español de los trabajos presentados en el
Taller Mundial sobre el Germoplasma del Maíz*

celebrado en el
CIMMYT, México, del 6 al 12 de marzo de 1988

Auspiciado por el INIFAP y el CIMMYT con el apoyo de CTA,
IBPGR, Pioneer Hi-Bred International y el PNUD

I. Recolección de germoplasma

Experiencias en la recolección de germoplasma de maíz

*Efraim Hernández Xolocotzi, Profesor Emérito, Centro de Botánica, Escuela de Posgraduados,
Montecillo, México*

Resumen

En esta ponencia se describen las decisiones fundamentales que se tomaron a fin de crear una metodología para la recolección de razas nativas de maíz en México. Tras una breve revisión de los acontecimientos que dieron origen a esta actividad, se explica cómo se encontró un método para identificar y recolectar poblaciones que representaran en forma adecuada la diversidad genética del maíz. Los pasos principales fueron la formulación de un esquema de clasificación de las razas de maíz y la elaboración de pautas prácticas para la recolección de germoplasma. Por último, en la ponencia se describen las experiencias acumuladas en la recolección de razas nativas y se presentan algunos principios generales derivados de tales experiencias.

La función del IBPGR en la recolección de germoplasma de maíz

R. Reid y J. Konopka, IBPGR, Roma, Italia

Resumen

Desde 1975, el IBPGR ha brindado su apoyo a la recolección sistemática de razas nativas de maíz en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Corea del Sur, España, Marruecos, Paraguay, Perú, Portugal, Tailandia y Uruguay. También se ha recolectado maíz en expediciones para recolectar varios cultivos en muchas otras partes del mundo. Además de almacenar las muestras en los bancos nacionales de genes, se han enviado duplicados de las mismas al CIMMYT o al Laboratorio Nacional de Almacenamiento de Semilla (NSSL) de Estados Unidos. A partir de 1980, el IBPGR

financia un proyecto de cooperación regional para caracterizar y crear compuestos interraciales de las colecciones reunidas en el Cono Sur de Sudamérica. Se han publicado catálogos que incluyen los datos de evaluación correspondientes a Argentina (1983), Bolivia (1983), Brasil (1984), Paraguay (1983), Perú (1984) y Uruguay (1983). En el futuro, el IBPGR dedicará un mayor esfuerzo a sus actividades de maíz a fin de efectuar recolecciones en regiones de todo el mundo que no están representadas en la diversidad del maíz y de sus parientes silvestres.

II. La clasificación y caracterización de germoplasma

Los complejos de germoplasma de maíz nativos de México: 25 años de experiencia y logros en su identificación, evaluación y empleo

Edwin J. Wellhausen, Antigo Director General del CIMMYT

Resumen

Esta ponencia describe el proceso mediante el cual se recolectaron y clasificaron las razas de maíz en México en los años 40 y explica cómo esa labor llevó a nuevos esfuerzos para recolectar razas de maíz en toda América Latina y en otras partes del mundo. A continuación se presenta una relación de los conocimientos adquiridos a través de esa labor acerca del origen y evolución del maíz y la utilidad de esos conocimientos en los programas modernos de mejoramiento.

Posteriormente, la ponencia manifiesta cómo se emplearon las colecciones mexicanas en el mejoramiento de variedades, así como en un programa destinado a incrementar la producción mexicana del maíz. El artículo termina planteando un reto a los programas actuales de mejoramiento para que saquen el mayor provecho posible de los patrones heteróticos observados en las razas mexicanas durante las primeras evaluaciones de estos materiales. Dos apéndices describen los primeros tiempos de los bancos de germoplasma de maíz de México y del CIMMYT.

Aumento de semilla y evaluación de germoplasma

Wilfredo Salhuana, Pioneer Hi-Bred International, EUA

Resumen

En esta ponencia se explica por qué los recursos genéticos del maíz, aunque se hayan recolectado, conservado y clasificado en forma adecuada, no se emplean en los programas de mejoramiento en la medida que deberían. Un paso importante para incrementar la utilización de estos recursos en los programas de mejoramiento es la evaluación de los mismos a través de esfuerzos cooperativos, tales como el Proyecto Latinoamericano de Maíz (LAMP). La ponencia describe las distintas etapas del plan de evaluación del LAMP y brinda consejos prácticos sobre la multiplicación de semilla.

III. Manejo de los bancos de germoplasma

Manejo del banco orientado a los usuarios

Suketoshi Taba, Banco de Germoplasma de Maíz, CIMMYT

Resumen

En el banco de germoplasma de maíz del CIMMYT se ha creado y puesto en práctica el concepto de manejo del banco orientado a los usuarios. De vital importancia para este concepto es un sistema de computación que contiene la información relativa a cada fase de la labor realizada por el banco (incluyendo la recopilación de datos de pasaporte y la regeneración, caracterización, evaluación preliminar y almacenamiento de las accesiones del banco) y del cual el administrador y los usuarios del banco pueden recuperar información con gran facilidad. El mayor intercambio de información y la recolección activa de germoplasma por parte de los administradores y usuarios de los bancos debe propiciar el deseo de compartir la responsabilidad en cuanto a la preservación de los recursos genéticos del maíz entre todos los bancos nacionales e internacionales y todos los programas de mejoramiento. Este método abre nuevas perspectivas para que los administradores de bancos participen de manera constante en los programas de mejoramiento de maíz, en especial a través de la generación de información que puede ayudar a los fitogenetistas a tomar decisiones respecto a los materiales que emplearán en sus programas de mejoramiento.

Almacenamiento a largo plazo de germoplasma vegetal

Steve Eberhart, Laboratorio Nacional de Almacenamiento de Semilla, EUA

Resumen

El Laboratorio Nacional de Almacenamiento de Semilla (NSSL) es responsable de la conservación a largo plazo del valioso germoplasma vegetal que constituye la colección de base del Sistema Nacional de Germoplasma Vegetal (NPGS). Las existencias de semilla del NSSL comprenden introducciones vegetales, variedades obsoletas y de liberación reciente, variedades de polinización libre, líneas progenitoras y materiales genéticos. Además, el NSSL respalda sus actividades de conservación con vastos programas de investigación sobre los cambios bioquímicos, fisiológicos y genéticos que se producen en la semilla durante el almacenamiento y sobre los efectos en la longevidad de la semilla del contenido de humedad, el ambiente de almacenamiento y los recipientes empleados. La semilla del NPGS está a disposición de todos los investigadores del mundo.

Un sistema local de manejo de información de un banco de germoplasma

Pedro M. Rosales, Servicio de Procesamiento de Datos, y Suketoshi Taba, Banco de Germoplasma de Maíz, CIMMYT

Resumen

El objetivo de esta ponencia es analizar las ventajas que ofrece el empleo de un sistema computarizado de manejo de información para facilitar el funcionamiento de un banco de germoplasma. Una de las principales tareas de los bancos de germoplasma es el almacenamiento

de semillas y de la información pertinente, ya que es tan importante que los administradores de los bancos proporcionen a los usuarios muestras de semillas como que les entreguen la documentación correspondiente. El sistema de información creado para el banco de germoplasma de maíz del CIMMYT es un sistema local para el manejo de los datos de pasaporte, registros de la generación de semilla, datos agronómicos obtenidos de la evaluación y caracterización y registros sobre el almacenamiento y utilización de las accesiones.

IV. Los parientes silvestres del maíz

Conservación *in situ* del género *Zea* en la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán

Bruce F. Benz, Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara, México

Resumen

La posibilidad de crear un maíz perenne y de mejorar la resistencia del maíz a las enfermedades causadas por los virus y los espiroplasmas mediante el empleo de *Zea diploperennis* Iltis, Doebley y Guzmán, respaldó la idea de conservar esta especie en su hábitat natural. En 1987 se creó, por decreto presidencial, la Reserva de la Biosfera de la Sierra de Manantlán y, en 1988, se la incluyó en la red internacional de Reservas de la Biosfera de la UNESCO-MAB a fin de conservar *in situ* la *Z. diploperennis*, que es endémicamente perenne. También se espera que la Reserva conserve y proteja las poblaciones del pariente silvestre anual del maíz, *Zea mays* subespecie *parviglumis* Iltis y Doebley, así como el germoplasma de las razas tradicionales de maíz Tabloncillo y Reventador.

El teosintle y otros parientes silvestres del maíz

Garrison Wilkes, Universidad de Massachusetts, Boston, EUA

Resumen

En esta ponencia se presenta una revisión de los parientes silvestres del maíz, así como un informe personal sobre un trabajo de campo que abarca 25 años de estudio del teosintle, la gramínea mesoamericana que es el pariente más cercano del maíz. Se señala la amenaza de extinción que pesa sobre los parientes silvestres y se describen las medidas que se toman para preservarlos.

El maíz es un cultivo del Nuevo Mundo que se ha extendido a todo el orbe, en tanto que el teosintle, su pariente más cercano, ha permanecido en las tierras altas y la Sierra Madre Occidental de México y en Guatemala. El teosintle es una planta sorprendente porque es uno de los pocos parientes silvestres ampliamente reconocidos de una especie domesticada. El maíz también es sorprendente porque gran parte de las razas nativas de México y Guatemala contienen germoplasma de teosintle. No obstante, nunca se confunden las dos especies puesto que siguen siendo diferentes desde un punto de vista morfológico. Resultan menos contundentes las pruebas de la presencia en el maíz de germoplasma procedente del género *Tripsacum*, un pariente mucho más lejano. En este género existen alrededor de 15 grupos taxonómicos, todos ellos gramíneas perennes del Nuevo Mundo cuyo centro de distribución, al igual que el del teosintle, parece encontrarse en la Sierra Madre Occidental de México y en Guatemala.

V. Almacenamiento de semilla

Aspectos fisiológicos y genéticos del envejecimiento de la semilla

José L. Lozano y A.C. Leopold, Universidad de Cornell, EUA

Resumen

Mediante el análisis de generación media, se comparó la capacidad de sobrevivencia en condiciones de almacenamiento de dos líneas genéticas de maíz. Los resultados indican que un conjunto de genes nucleares dominantes determinan el comportamiento durante el almacenamiento; la proporción de segregación de poliamina respalda los resultados obtenidos, ya que se observó una correlación entre un elevado contenido de poliamina y un mejor comportamiento en condiciones de almacenamiento. La proporción de segregación de 3:1 indica el predominio de elevados niveles de espermidina y putrescina en la población F2. Se obtuvieron perfiles electroforéticos de fragmentos de la macrobase del ADN embrionario mediante el empleo de electroforesis en gel en un campo con pulsaciones (PFGE). Dos líneas genéticas de *Zea mays* L. con longevidades notablemente diferentes en condiciones de almacenamiento mostraron polimorfismo electroforético del ADN antes y después del envejecimiento. El notorio cambio observado en la línea menos longeva a raíz de la pérdida de viabilidad podría indicar una ruptura del ADN asociada con dicha pérdida. Como los perfiles de la PFGE después del envejecimiento presentan regiones discretas de ADN, se plantea la hipótesis de que los cambios en la movilidad del ADN observados después del envejecimiento podrían ser específicos del sitio y no causados por una ruptura aleatoria. Nuestros experimentos señalan la posible intervención del metabolismo de la poliamina y de la fragmentación del ADN en las características fisiológicas y genéticas más importantes en relación con el almacenamiento del maíz.

Comparación de razas mexicanas de maíz almacenadas en condiciones adversas de humedad y temperatura

Ernesto Moreno Martínez y Jorge Ramírez González del Instituto de Biología y Manuel Mendoza Ramírez y Gustavo Valencia Ramírez de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D.F.

Resumen

Un total de 105 colecciones de 39 razas mexicanas de maíz (*Zea mays* L.), con ocho repeticiones de 100 semillas cada una, se almacenaron durante 90 días a una humedad relativa del 85% y a una temperatura de 27°C. Al término del período de almacenamiento, se observó una gran variación en la germinación de las distintas razas y colecciones. Sobre la base de los datos relativos a la germinación, las colecciones se clasificaron en "resistentes", "intermedias" y "susceptibles", dependiendo de su capacidad para soportar condiciones adversas de almacenamiento.

Red de colecciones activas: Propuesta para la conservación y empleo del germoplasma de maíz

N. Murthi Anishetty, IBPGR, Roma, Italia

Resumen

Se presenta una descripción de la red mundial actual, haciendo hincapié en las colecciones de base, seguida por una explicación de las funciones de las colecciones activas, un resumen de las actividades realizadas en el pasado en relación con las colecciones de maíz y un análisis de la situación actual de los recursos genéticos del maíz y del Proyecto Latinoamericano del Maíz. Se presenta una propuesta para establecer una red mundial de colecciones activas, cuya característica principal sería una base de datos que brindara a todos los colaboradores rápido acceso a la información sobre la localización y composición de todas las colecciones a nivel mundial.

VI. Diversidad racial

Clasificación citológica de las poblaciones de razas de maíz y su empleo potencial

T. Angel Kato Y., Profesor de Investigación, Centro de Genética, Colegio de Posgraduados, Montecillo, México

Resumen

La gran cantidad de información relativa a la constitución del nudo cromosómico de las razas de maíz (*Zea mays* L.) se interpreta de la siguiente manera: 1) el maíz se domesticó en diversas partes de Mesoamérica a partir de poblaciones ancestrales del teosinte mexicano anual que sobrevive aún, *Z. mexicana* (Schrader) Kuntze; 2) cada centro de domesticación dio origen a germoplasma primario con una combinación especial de nudos cromosómicos (complejo de nudos); 3) la mayoría de los distintos tipos de nudos estaban presentes en más de uno de dichos complejos, aunque cada complejo poseía uno o más nudos específicos; 4) cada complejo se extendió sobre un territorio determinado y, a causa de las diversas condiciones ambientales, dio origen a diversas razas y variedades, y 5) cuando dos o más complejos coincidían en una misma región, la intercrucza producía una mayor diversificación.

Sobre la base de esta interpretación, se propone un método de clasificación de poblaciones de razas de maíz que combina la clasificación morfológica racial tradicional con información sobre nudos específicos de los complejos. Asimismo, se analiza la posibilidad de emplear esta clasificación morfocitológica en investigaciones, por ejemplo, de los patrones heteróticos, la capacidad de combinación y la adaptabilidad, con el fin de determinar el valor que puede tener para el mejoramiento del maíz.

Empleo de marcadores bioquímicos de genes para evaluar la diversidad genética del maíz

B.A. Orman, Departamento de Especialistas en Investigación, y J.S.C. Smith, Departamento de Biotecnología, Pioneer Hi-Bred International, EUA

Resumen

Diversas tecnologías de marcadores bioquímicos de genes ofrecen un medio totalmente independiente del ambiente para caracterizar y cuantificar en detalle la diversidad genética del maíz. El uso de los marcadores aloenzimáticos de genes, que son relativamente económicos, está muy difundido aunque limitado por el reducido número de loci cuya localización en el mapa genómico ha sido establecida. La tecnología de polimorfismos por segmentos de longitud restringida (RFLP), si bien más costosa, se está desarrollando con gran rapidez y puede ser muy útil en la evaluación de la diversidad genética en suficiente detalle para satisfacer las necesidades de los fitomejoradores. Se han elaborado mapas de un gran número de loci RFLP polimórficos, y pronto se podrá contar con un mapa completo del genoma del maíz. Aunque su empleo se halla todavía en una fase experimental, la electroforesis proteínica bidimensional y el análisis de la proteína que almacena ceína ofrecen nuevas posibilidades de caracterizar en forma aún más detallada la diversidad.

Los marcadores bioquímicos de genes pueden aplicarse en todas las operaciones de bancos de germoplasma. Los datos generados con esta tecnología pueden ayudar a establecer prioridades en cuanto a las colecciones que deben conservarse y en la identificación de entradas duplicadas o las que requieren recolección. Además, los marcadores de genes pueden utilizarse para supervisar la conservación de la diversidad genética en operaciones de multiplicación de semilla. Entre las aplicaciones relacionadas con la evaluación de germoplasma cabe mencionar la selección de entradas para los programas de selección, la identificación de nuevos complejos heteróticos, la selección de probadores y la aceleración de programas de retrocruza entre materiales exóticos y materiales elite. El empleo de los datos generados por los marcadores bioquímicos de datos en combinación con las prácticas actuales de recolección y fitomejoramiento podría mejorar la eficiencia con que se evalúa y emplea la diversidad genética del maíz.

El germoplasma del maíz estadounidense: Orígenes, limitaciones y alternativas

M.M. Goodman, Universidad Estatal de Carolina del Norte; Fernando Castillo González, Colegio de Posgraduados, Montecillo, México, y Randall N. Holley, Universidad Estatal de Carolina del Norte, EUA

Resumen

El maíz dentado de la faja maicera de Estados Unidos surgió de un complejo germoplásmico constituido por alrededor de 75-80% de material Southern Dent y por 20-25% de Northern Flint. La mayoría de los híbridos actuales se derivan de unas cuantas líneas endogámicas (A632, B14, B37, B73, y sus derivados) originadas del Stiff Stalk Synthetic y cruzadas con unas cuantas líneas (C103, Mo17, Oh43 y sus derivados) procedentes en su mayor parte de la raza Lancaster. Además, por lo menos la mitad de los populares híbridos del interior de EUA no son únicos, sino que tienen las mismas genealogías que otros híbridos que compiten con ellos.

En un intento por ampliar en gran medida la base genética del maíz híbrido estadounidense, estamos tratando de derivar líneas templadas adaptadas a partir de germoplasma principalmente tropical. Hasta el momento, hemos tenido más éxito en la obtención de materiales prometedores utilizando la intercrusa de híbridos tropicales que con los materiales sintéticos, que no tienen ningún antecedente de endogamia. De cualquier manera, el empleo de híbridos y sintéticos para derivar líneas plantea graves problemas, como la pérdida de patrones heteróticos y la dificultad de identificar poblaciones fuente que sean especialmente útiles. A fin de facilitar la identificación de esas poblaciones, se evaluaron las colecciones existentes de razas típicas en condiciones neutras del fotoperíodo. Seleccionamos 40 de las colecciones más prometedoras (de un conjunto inicial de cerca de 1,300 y un conjunto evaluado de alrededor de 400) y estamos tratando de convertirlas a neutras al fotoperíodo mediante la retrocrusa.

Si se desea que los bancos de germoplasma desempeñen una función importante en la genética y el mejoramiento futuros del maíz, deben contar con programas de evaluación y premejoramiento además de sus actividades normales de conservación y distribución. Los estudios sobre isoenzimas y nudos cromosómicos han demostrado que al evaluar características poco comunes del germoplasma (tales como resistencia a enfermedades e insectos) en ensayos con repeticiones, es de vital importancia examinar colecciones individuales, ya que los alelos raros suelen encontrarse con frecuencias elevadas sólo en una cuantas accesiones. Estos alelos constituirían, en el mejor de los casos, elementos minúsculos de compuestos raciales o de otro tipo y, para que la evaluación fuera eficaz, tendrían que volver a aislarse de los materiales sintéticos.

Los bancos de germoplasma de maíz han tendido a postergar la regeneración de colecciones "difíciles" y, en cambio, se han concentrado en los materiales mejor adaptados que son más fáciles de conservar, esperando contar con "un sitio más adecuado" para regenerar las accesiones difíciles. Este problema puede evitarse mediante la cooperación entre bancos, ya que las accesiones que son difíciles de regenerar en un sitio pueden no serlo en otros. También existe una clara necesidad de contar con una estación experimental libre de heladas y bien equipada en tierras altas para poder multiplicar con éxito la gran cantidad de accesiones que se pierden en los bancos de germoplasma de maíz de toda América Latina.

VII. Regeneración de germoplasma

Teoría y práctica de la determinación del tamaño de la muestra para la conservación de germoplasma de maíz

J. Crossa, Biometrista, CIMMYT

Resumen

Se examina el empleo de modelos de probabilidad para elegir el tamaño de muestra más apropiado para la regeneración de semilla, se hace uso de la teoría de la genética de las poblaciones para analizar las consecuencias genéticas de la deriva aleatoria en poblaciones pequeñas. Asimismo, se describen algunas alternativas prácticas, basadas en los resultados teóricos, para la regeneración de semilla de maíz.