

Informe final* del Proyecto FZ016
Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres
en México, segunda etapa 2008-2009

Responsable: M en C. Manuel de Jesús Guerrero Herrera
Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Noroeste
Dirección: Calle Dr. Norman E. Borlaug Km 12.0, Valle del Yaqui, Cajeme, Son, 85000 ,
México
Correo electrónico: guerrero.manuel@inifap.gob.mx
Teléfono/Fax: (644) 414-5700
Fecha de inicio: Septiembre 30, 2008.
Fecha de término: Abril 8, 2015.
Principales resultados: Base de datos, fotografías, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** María Ramírez, A., Hernández Casillas, J. M., Muñoz de la Vega, E. y A. Ríos Sosa. 2015. Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México, segunda etapa 2008-2009. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noroeste. **Informe final Región Centro: Estado de México y Distrito Federal, SNIB-CONABIO, proyecto No. FZ016**, México D.F.

Resumen:

Mesoamérica y en particular México, es considerada una región con mega-diversidad biológica y centro de origen del maíz, que en el transcurso de los siglos ha venido convirtiéndose en recursos genéticos esenciales, que contribuyen al sustento humano, pecuario e industrial y ahora energético de la humanidad. La evidencia biotecnológica de los lustros recientes, señalan al Teocintle anual *Zea mays ssp. parviglumis*, como el progenitor del maíz moderno *Zea mays L. ssp. mays*, y a la cuenca del Río Balsas como la región donde han concurrido el Teocintle y el maíz moderno, manteniendo su intercambio genético, que con la selección por las etnias mexicanas han dado lugar a la extraordinaria diversidad que en condiciones precarias aún mantienen. Constituyen el Teocintle y el *tripsacum* fuentes de características genéticas que pudieran aportar características genéticas que dieran valor agregado a los posibles nuevos híbridos y variedades de maíz. En la actualidad los centros de diversidad biológica, como el del maíz, se ven amenazados con intensidad creciente, por factores socio-económicos, bióticos y abióticos.

Este proyecto es la continuación de la primera parte, que pretende involucrar todo el territorio nacional, tomado en cuenta la organización por centros regionales que integran al INIFAP. Con este propósito, se continuará y ampliará la recolección de los maíces nativos y sus parientes silvestres en las diferentes regiones de México: Noroeste, Norte Centro, Noreste, Centro, Golfo Centro, Pacífico Centro, Pacífico Sur y Sureste. Se propone coleccionar 4810 muestras de maíz nativo y ejemplares de Teocintle y de *tripsacum*, y llevar a cabo su identificación racial; depositar para su conservación ex situ, muestras representativas en los Bancos de germoplasma de Universidades, de los campos experimentales del INIFAP en cada estado, y en el Banco Central del INIFAP.

La información será incorporada a la base de datos del Sistema Biótica ver. 4.5 para disponibilidad de la comunidad científica y personas interesadas; así como los mapas de distribución actualizados. Es importante señalar que este es un esfuerzo interinstitucional y se recomienda que se le dé seguimiento en el futuro, recolectando periódicamente, dado que la aleatoriedad de la ocurrencia de factores bióticos, abióticos y socio-económicos, influyen en el éxito de la obtención de muestras. La recolección y la conservación son componentes indisolubles que deben contemplarse íntegramente, para propósitos de conservación a mediano y largo plazo, por lo que deben formularse estrategias para el desarrollo de instalaciones que lo permitan

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Proyecto: “CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL DEL MAÍZ NATIVO Y SUS PARIENTES SILVESTRES EN MÉXICO, SEGUNDA ETAPA 2008-2009. FZ016



**DR. JUAN MANUEL HERNÁNDEZ
CASILLAS**

***INFORME FINAL ESTADO DE MÉXICO Y D.F.
DE ACTIVIDADES 2010***

Preparado para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

INTRODUCCIÓN

El maíz es la base de la alimentación de los mexicanos, por representar la mitad del volumen total de alimentos que se consume cada año y proporcionar a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas. Durante más de 300 generaciones, las comunidades rurales e indígenas mexicanas han sido los guardianes de los nichos ecológicos brindando múltiples razas de este cereal. Este hecho es trascendental en la historia y la cultura de los mexicanos y un legado para la humanidad.

En México, el maíz mantiene una gran diversidad genética, y ha tenido un importante papel en el desarrollo de las razas modernas y altamente productivas en Mesoamérica. El estado de México ocupa lo que a muchos parecería una posición envidiable: circunda la populosa y vibrante Ciudad de México, la capital, cuyos 18 millones de habitantes representan un atractivo mercado de bienes y servicios. Muchos habitantes fuera de las zonas urbanas practican la agricultura, ya sea para complementar sus ingresos o, en algunos casos, como actividad primaria. La gran mayoría de los agricultores mexiquenses han cultivado maíz en algún momento, pero muy pocos han obtenido ganancias con esta actividad, pese a su proximidad con la megalópolis. Los años de precios bajos, hasta hace muy poco, para el grano de maíz desalentaron la inversión por parte de los agricultores en prácticas modernas o nuevas variedades. El cultivo se ha caracterizado por mostrar una increíble variabilidad que muchos investigadores han intentado ordenar y clasificar, buscando establecer las relaciones filogenéticas existentes. El problema de la clasificación se agudiza en las especies alógamas como el maíz, en las que normalmente, se producen con cierta frecuencia cruzamientos intervarietales.

Las razas criollas de maíz en importantes zonas del estado de México han sido sustituidas por híbridos y otras variedades mejoradas. Algunos caracteres heredables varían de una manera continua. Los caracteres cuantitativos pueden seguir una distribución normal. Esta variación continua es resultado tanto de diferencias en el genotipo como de la influencia de factores ambientales en parte del fenotipo de manera visual. Es por ello la preocupación por mantener de manera *ex situ* la diversidad genética existente.

Región: Centro

Responsable: Dr. Juan Manuel Hernandez Casillas

Colaboradores: Dra. Micaela de la O Olan, Dr. Gilberto Esquivel Esquivel.

I. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES (RESULTADOS Y DISCUSIÓN)

1. Determinación de los sitios de colecta.

En los primeros meses del 2009 se realizaron colectas reuniendo más de 300 poblaciones, integradas por diferentes agricultores y comunidades de 38 municipios del estado de México, y las delegaciones Xochimilco y Milpa Alta en el D.F. Se colectaron 30 mazorcas de cada accesión.

Las colectas se han concluido satisfactoriamente, se recorrieron todos los municipios del Estado de México y Delegaciones de D.F., que contaban con maíces criollos.

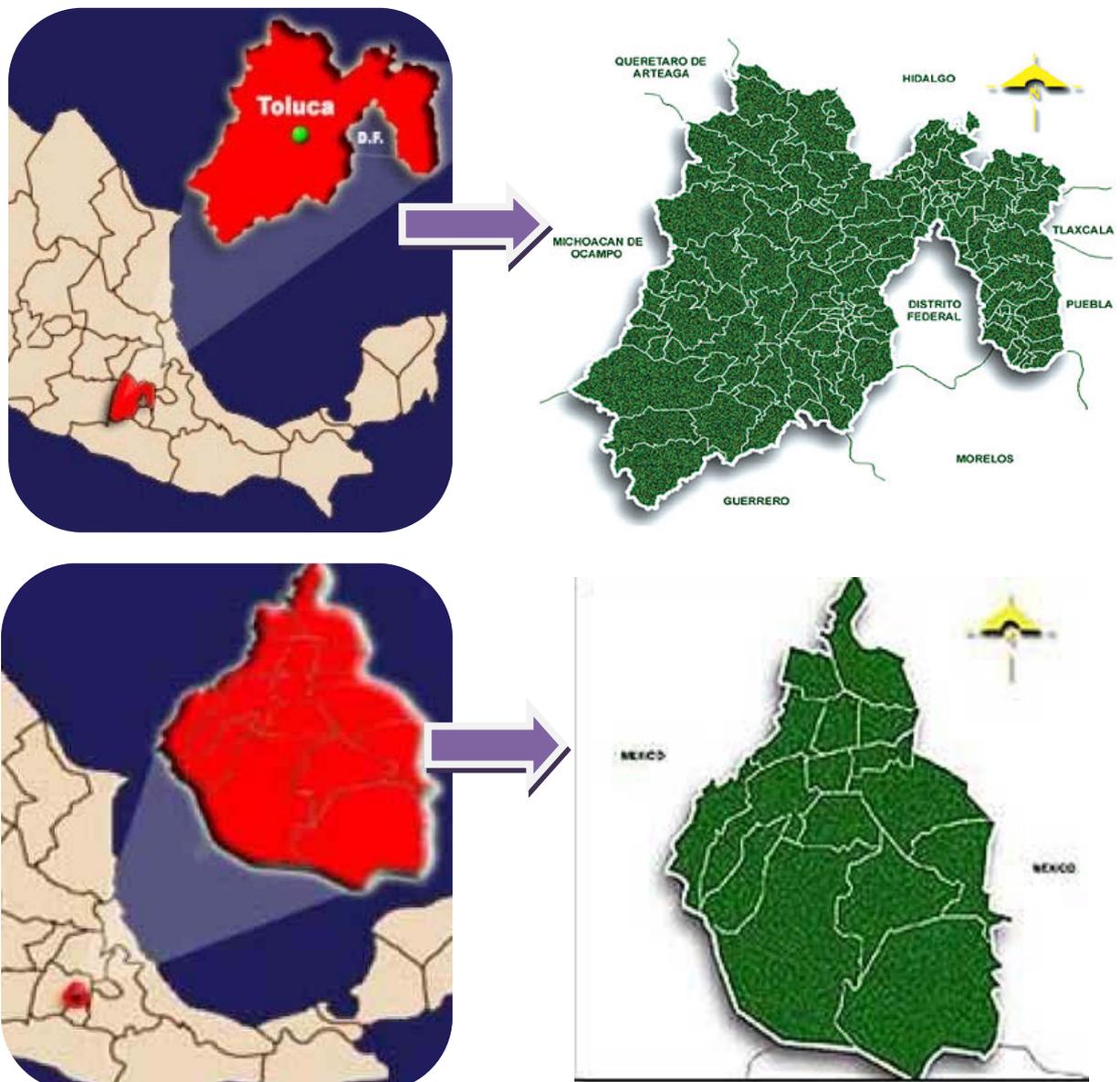


Figura 1. Rutas del estado de México y D.F., donde se colectaron maíces criollos.

2. Caracterización de las colectas

a) Hojas de Pasaporte (Anexos)

Se concluyó satisfactoriamente la caracterización de las colectas. Se recolectaron 267 accesiones de maíz en el estado de México y 53 en el D.F. El teocintle es conocido como el ancestro del maíz, en el estado de México se recolectaron 5 accesiones encontradas en alturas desde 742 hasta 2600 msnm, a orillas de la carreteras o bien dentro del propio maíz de cultivo.

Dentro de las hojas de pasaporte se incluyeron las fotografías de cada una de las accesiones.

Toma de fotografías en muestras de maíz y teocintle

Una vez caracterizadas las muestras se procedió a la toma de fotografías de todas las accesiones de maíz y teocintle como se muestra en la Figura 2. En la toma de fotografías se acomodaron a manera que se observara tanto la mazorca como las características del grano en forma vertical y horizontal, procurando que las semillas quedaran alineadas.



Figura 2. Toma de fotografías de los materiales recolectados en el Estado de México y D.F.

b) Datos cualitativos de mazorca y grano (Anexo, archivo de Excel)

Se realizó la caracterización cualitativa y cuantitativa de los materiales (avance de un 100 %), donde se le toman datos a diez mazorcas por colecta y se realizan los cálculos promedios, las cuales incluyeron las siguientes variables:

b.1. Características cuantitativas de la mazorca

- DIMZ: Diámetro de mazorca (cm), la cuál se midió con un vernier en la parte central de la mazorca. En la mayoría de las colectas estuvieron en un rango de 3 a 5 cm (Figura 3).



- LOMZ: Longitud de la mazorca (cm), la cual se midió desde la base hasta el ápice de la mazorca. Con valores de 10 a 14 cm (más del 50 % de las accesiones).



- DI/LO: Es la relación que existe en el diámetro entre la longitud de la mazorca.
- DIOL: Diámetro de olote, el cuál se midió con el vernier, después de desgranada la mazorca. 163 accesiones colectadas tuvieron valores bajos 1 a 2 cm (Figura 3), indicador importante para mencionar que efectivamente son materiales criollos y no híbridos.

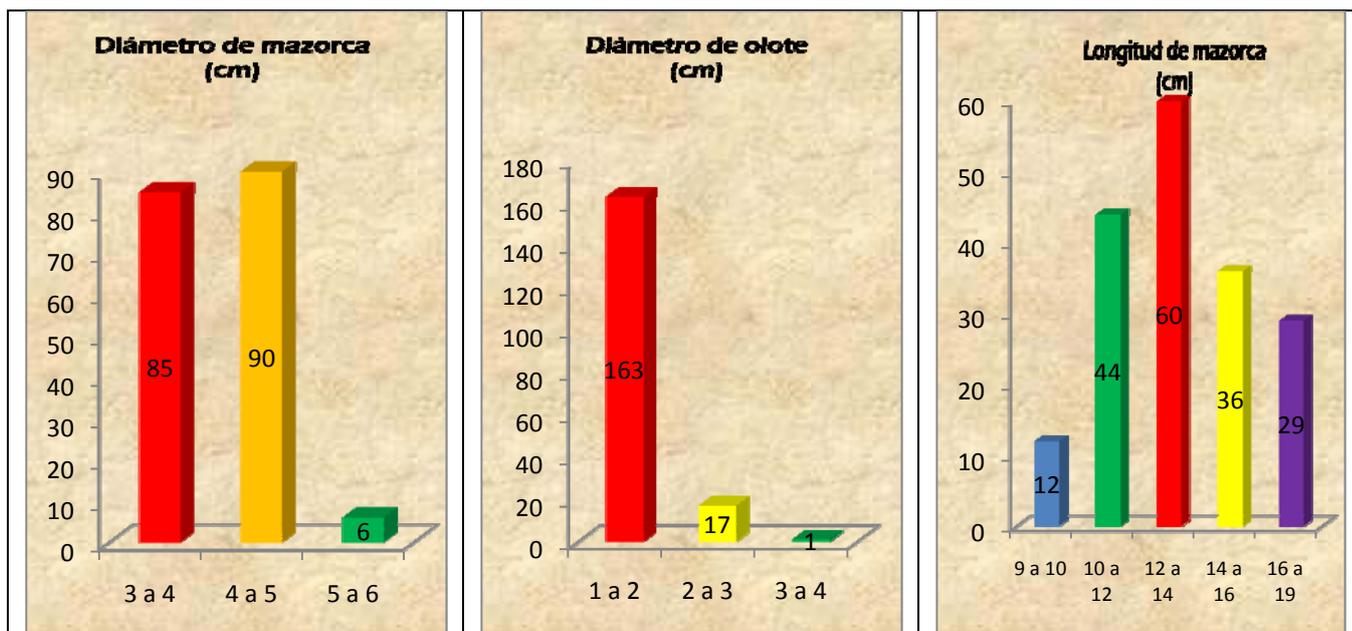


Figura 3. Características DIMZ, DIOL y LOMZ.

- HILE: Cantidad de hileras de la mazorca
- GR/HI: Cantidad de granos de cada hilera
- PEMZ: Peso de la mazorca (g).
- PEGR: Peso del grano de la mazorca (g), sin el olote.

En la Figura 4, se observa la gran variación de número de hileras en la mazorca (la mayoría poseen de 12 a 14 HILE), así como el número de granos por hilera (de 24 a 31 GR/HI).

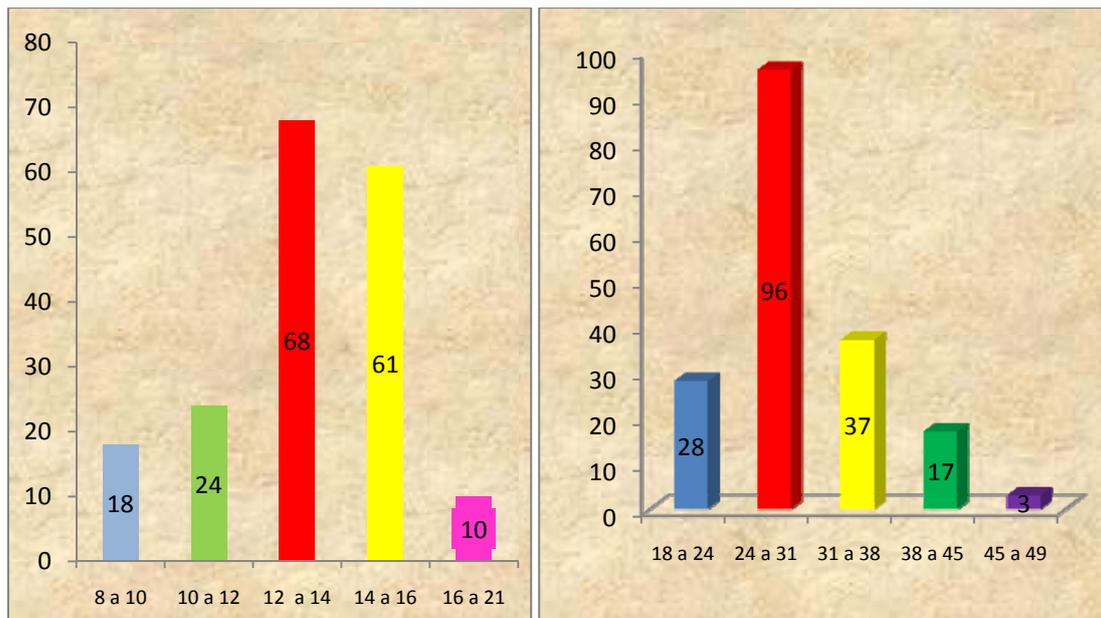


Figura 4. a) Número de hileras por mazorca; b) Número de granos por hilera

b.2. Características cuantitativas del grano

- HUME: Porcentaje de humedad, se calculó en un aparato llamado Steinlite electronic tester model G, que nos dan ciertos valores de temperatura y selector button en la cual nos vamos a ciertas tablas para conocer la humedad de la semilla. En la Figura 5 muestra que la mayoría de las accesiones tenían de 8 a 12 % de humedad.



- VO100: Volumen de 100 granos (cm^3), se determinó con una probeta de 100 ml, y con un volumen conocido se colocaron los 100 granos, y de acuerdo a lo que se desplazó fue el resultado final para cada mazorca.

Se observa que la mayoría de las accesiones poseen un volumen de 10 a 40 mL, lo que indica que es un grano poco pesado (Figura 5).

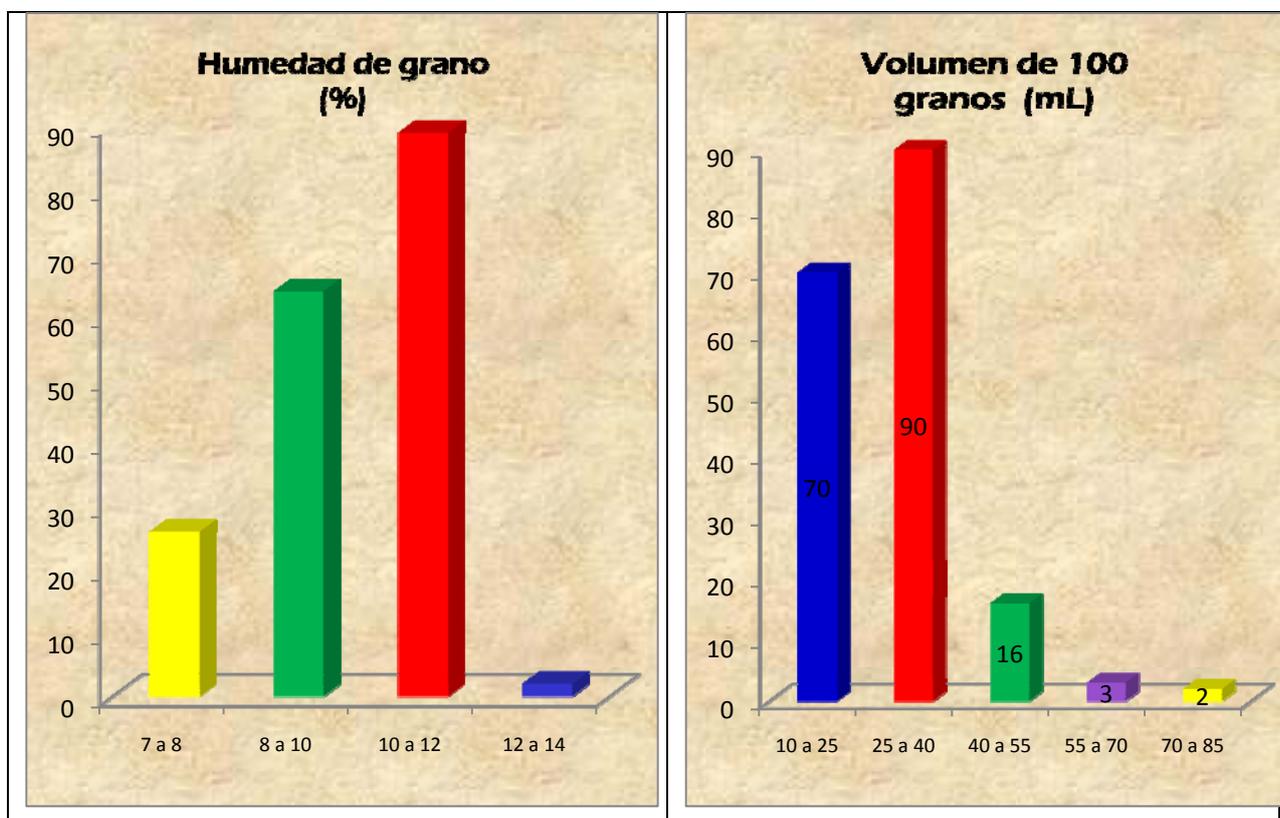


Figura 5. Caracteres medibles de Humedad de la semilla y volumen de 100 granos.

- PEHE: Peso hectolítrico, fueron calculados al 100 % en los materiales.
- GRGR: Grosor de grano (mm), donde se colocaron 10 granos de cada mazorca y se obtuvo un promedio del grosor. En las accesiones colectadas la mayoría de los materiales poseen granos de grosor mediano 3 a 4 mm (Figura 6).
- ANGR: Ancho de grano (mm), de igual manera se colocaron 10 granos en una base de plastilina y se tomó el promedio para cada una de las diez mazorcas. Para ésta variable la mayoría son anchos con 6 a 8 mm.

- LOGR: Longitud de grano (mm), se realizó de la misma manera que el ancho y grosor del grano. En el estado de México y D.F., los granos son relativamente pequeños de 8 a 12 mm en la mayoría de los materiales (Figura 6).

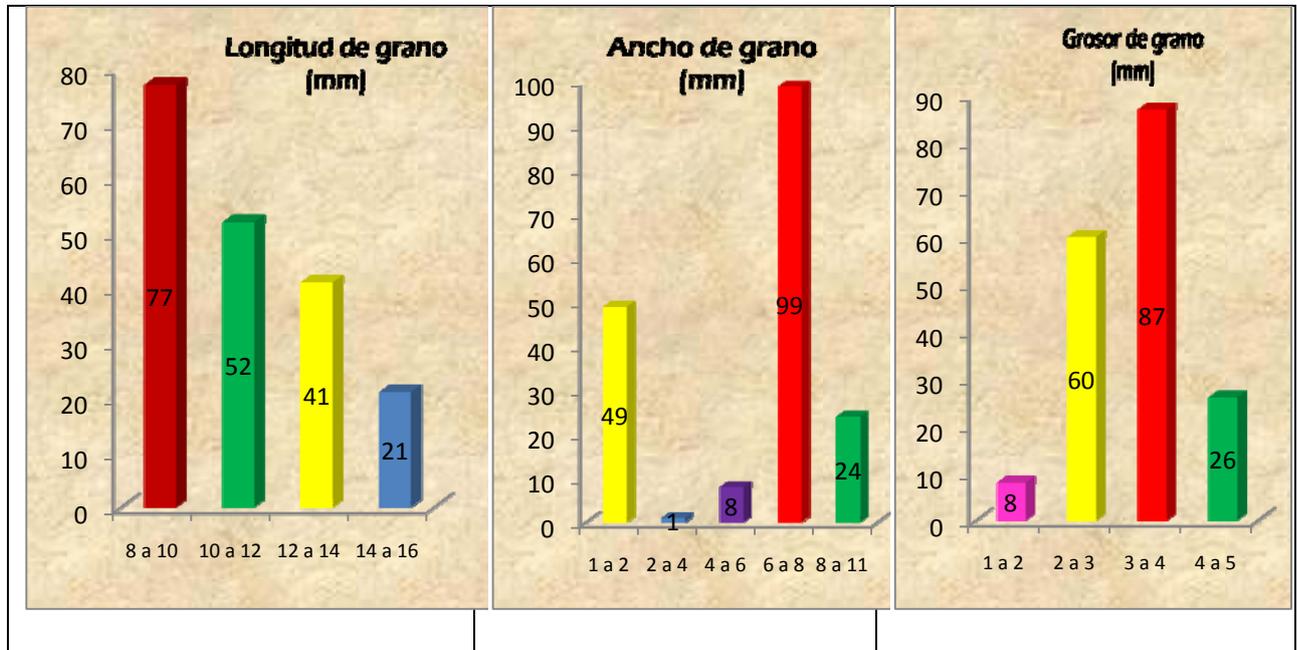


Figura 6. Características de grano de colectas del Estado de México y D.F.

- AN/LO: Proporción que existe entre el ancho del grano en relación a la longitud del grano.
- GR/AN: Proporción que existe entre el grosor del grano en relación al ancho.
- PS100: Peso seco de 100 granos (g), después de desgranar cada mazorca se pesaron 100 granos.

b.3. Características cualitativas

- FOMZ: Forma de la mazorca, se encontraron tres tipos: cónica (91 % de las accesiones), cilíndrica (6 %) y cónica-cilíndrica el resto (Figura 7).



Figura 7. Formas de la mazorca encontradas en colectas del estado de México y D.F.

- COOL: Color de olote, se encontraron tres colores típicos: blanco (85 % de las accesiones colectadas), rojo y morados (Figura 8).

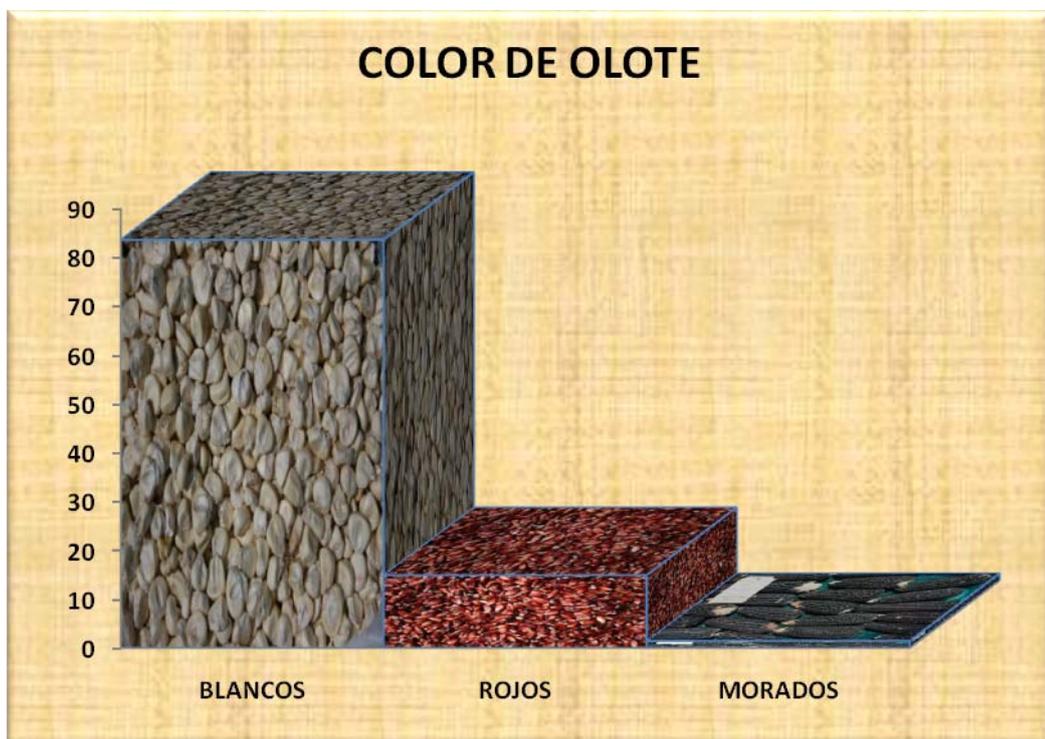


Figura 8. Diversidad de Colores de olote representadas en el estado de México y D.F.

- DHI: Disposición de las hileras, se localizaron cuatro tipos diferentes, rectas, regular, irregular y en espiral.
- TEGR: Textura de grano, se realizó de manera visual con el experto en identificarlas las cuales fueron: dentado (45 % de las accesiones), harinoso, Semiharinoso, cristalino y Semicristalino (Figura 9).

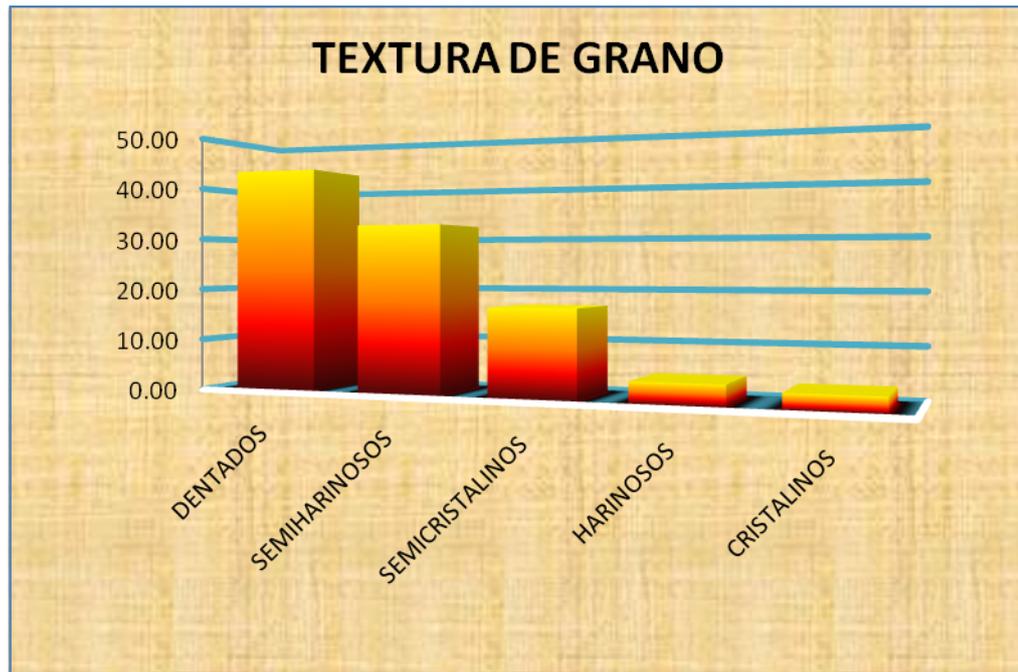


Figura 9. Textura de grano de las accesiones colectadas en el estado de México y D.F.

- COGR: Color de grano, se encontraron, blancos, rojos, rosados, naranjas, negros, amarillos, amarillos-rojos, variegados. El 47.8 % fueron granos de color blanco (Figura 10).

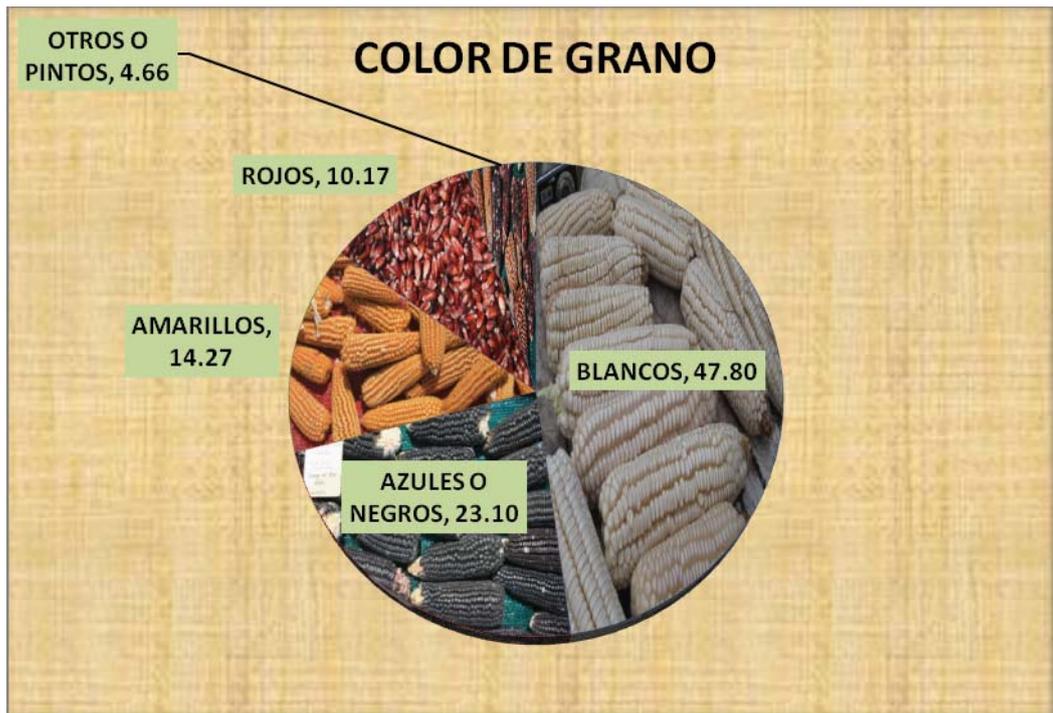


Figura 10. Color de grano de accesiones colectadas

1. Identificación racial.

Se realizó la identificación racial de las colectas realizadas. En las partes bajas del estado de México (700 a 1800 msnm) fue mayor la influencia de las razas Tuxpeño, Pepitilla, Tabloncillo, Tuxpeño norteño, Celaya y Olotillo, cabe mencionar que la raza de maíz Ancho es una de las más cultivadas en las zonas más bajas del Estado de México colindando con el estado de Morelos, donde existe un clima más caluroso. Dentro de la derivación de las razas principales o variantes se encontraron:

- Celaya x Tuxpeño Norteño
- Celaya x Elotes Occidentales
- Olotillo x Pepitilla
- Ancho x Pepitilla
- Cónicos x Celaya
- Elotes cónicos x Pepitillas
- Tuxpeño x Celaya
- Olotillo x Celaya
- Celaya x Tuxpeño

En las zonas más altas (2000 a 3000 msnm) la raza Cónico en todas sus variantes predominó en la mayoría de los municipios del estado de México, seguida por la raza Elotes cónicos, Chalqueño y Cacahuacintle, ya en menor proporción las razas Palomero Toluqueño, Celaya, Ancho, Bolita, Cónico Norteño y pepitilla (Figura 11).

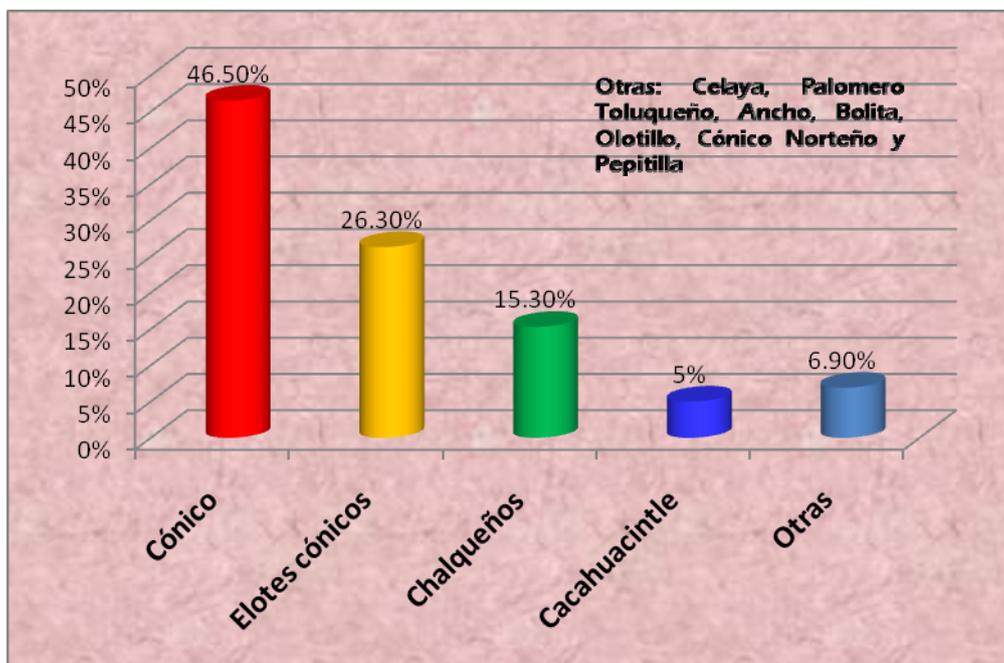


Figura 11. Razas principales del estado de México en altitudes 2000 a 3000 msnm

Dentro de las variantes de las razas principales del Estado de México o combinaciones de razas se encontraron:

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| Cónico x Elotes cónicos | Elotes cónicos x Chalqueño |
| Cónico x Celaya | Pepitilla x Celaya |
| Cónico x Cacahuacintle | Celaya x Elotes Occidentales |
| Cónico x bolita | Olotillo x Bolita |
| Cónico x Chalqueño | Bolita x Ancho |
| Chalqueño x Cónico | Pepitilla x Cacahuacintle |
| Chalqueño x Cacahuacintle | Ancho x Elotes cónicos |
| Chalqueño x Bolita | Cacahuacintle x Cónico |

Chalqueño x Ancho

Ancho x Chalqueño

Chalqueño x Celaya

Cacahuacintle x El. Cónicos

Chalqueño x Elotes cónicos

Palomero Toluqueño x Cónico

Elotes cónicos x Cónico

Elotes cónicos x Palomer. Toluque

En el D.F. el 53 % de los materiales correspondieron a los Elotes Cónicos, seguida de Chalqueño (20 %) y con 27 % representados por los razas Cónico, Cacahuacintle y Ancho (Figura 12).

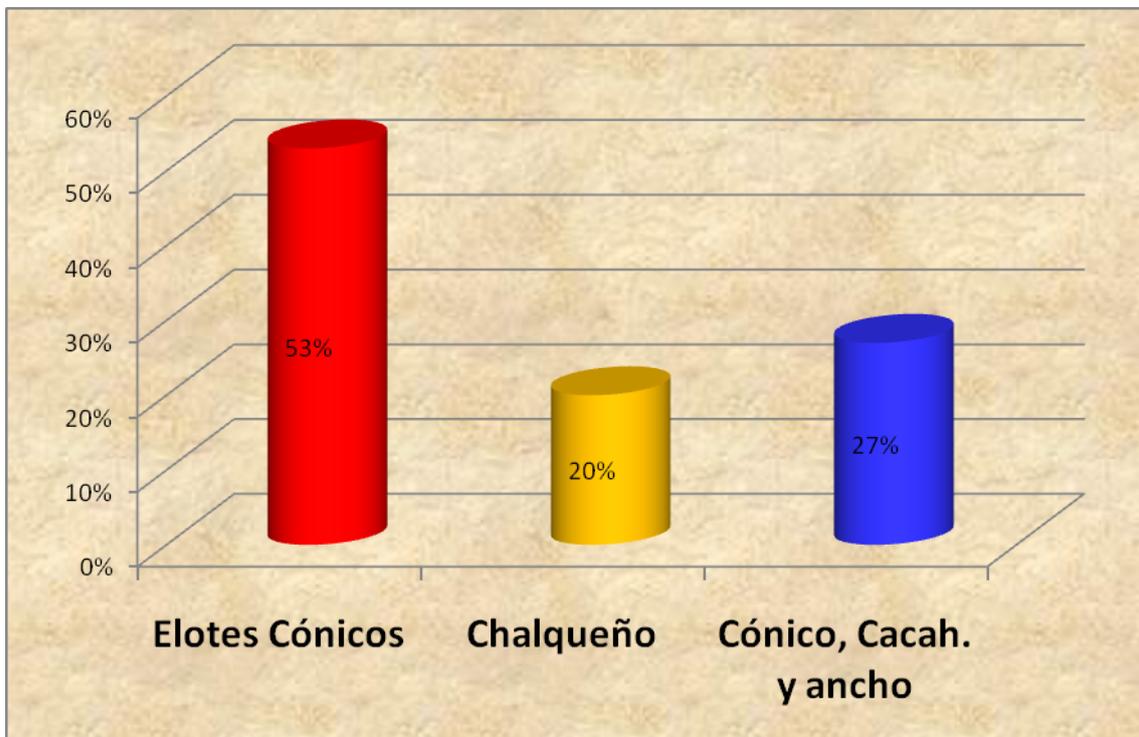


Figura 12. Representación gráfica (%) de las razas principales encontradas actualmente en el D.F. (57 accesiones).

Dentro de las combinaciones de razas o variantes de razas encontradas en el D.F. tenemos;

Cónico x Bolita

Chalqueño x Cónico

Cacahuacintle x Chalqueño

Cónico x Chalqueño

Cónico x Cacahuacintle

capturista, Lic., \$7,800 por mes									
ayudantes externos, sueldo \$3,000 por mes,									
<i>SUBTOTAL</i>									
3. VIÁTICOS Y VIAJES									
Viáticos Equipos de Trabajo: _ personas por _ días a \$950 diarios								\$20,000	
<i>SUBTOTAL</i>								\$20,000	
5. OTROS									
Gasolina									
Mantenimiento de vehículo									
Casetas									
Pago de muestras									
Papelería									
Material para colecta y conservación de muestras									
Servicio de paquetería									
<i>SUBTOTAL</i>									
GRAN TOTAL								\$20,000	

CONCLUSIONES

La diversidad de materiales en el estado de México lo hace característico para tener germoplasma en todos los programas de mejoramiento genético para enfrentar los cambios climáticos que hoy en día se presenta. La caracterización amplia de variedades de maíz, locales y mejoradas es una herramienta poderosa e importante para identificar caracteres de valor comercial.

La racionalidad productiva no está dictada puramente por lo económico, sino ante todo por un complejo entramado de costumbres, conocimientos, gustos y necesidades subjetivas. Se ha modificado la cultura del maíz y la tortilla, más no ha desaparecido.

Existen un gran número de genotipos de maíces nativos en el estado de México, también llamados en algunas regiones criollos, con características diferentes. Esto permite que el cultivo se adapte a diferentes ambientes de la República. De esta manera, encontramos el cultivo en zonas de intenso calor como en el estado de Sinaloa o en regiones totalmente distintas como en el

Estado de México. Cada uno de estos maíces tiene cualidades propias que nosotros distinguimos por el color de los granos y su diferente tamaño de la mazorca.

Considerando las razas que se encontraron en este trabajo de colecta, podemos decir que la diversidad que se tenía hace 20 años, todavía se mantiene en forma general, exceptuando a Palomero Toluqueño en que sus poblaciones se han reducido.

Por otra parte la conservación de la diversidad observada y que se mantiene en manos de los agricultores obedece a la identidad que el campesino tiene con los materiales nativos a través de varias generaciones, la cual va cambiando conforme avanzan las nuevas generaciones con oportunidades y visiones diferentes a sus padres, por lo tanto la apreciación de que la diversidad se mantiene, en poco tiempo puede cambiar si las nuevas generaciones no conservan el interés por la diversidad que heredan de sus padres.

Existen áreas de buen potencial para el desarrollo de materiales mejorados los cuales pueden tener influencia sobre el desplazamiento de germoplasma criollo, lo cual no es muy notorio en la actualidad debido quizás a que el material mejorado mantiene las características de los materiales de altura (mazorca cónica, dentados, color de grano blanco cremoso, etc.) y este material tiene influencia sobre el material nativo circundante, lo cual es visto como benéfico, pero si se continua introduciendo germoplasma semitropical y tropical el desplazamiento del material nativo y la introgresión será más evidente en estas áreas.