



Proyecto FZ016: *Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Segunda Etapa 2008-2009*

INFORME FINAL DE ACTIVIDADES 2008-2009

Preparado para la Comisión Nacional para el Conocimiento y
Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
y para el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Participantes en la recolección, identificación, caracterización y documentación:

Coordinador Nacional:
Dr. Alejandro Ortega Corona
Responsable en Región Norte Centro:
M. C. Adán Castillo Rosales
Colaborador en Zacatecas
Dr. Luis Roberto Reveles Torres

Calera de V. R., Zacatecas, Mayo del 2010

COMPONENTE 1. DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS MAÍCES NATIVOS EN ZACATECAS

CONTENIDO

I.	Resumen Ejecutivo	4
II.	Introducción	8
III.	Antecedentes	11
IV.	Justificación y objetivos	43
V.	Material y Métodos	45
VI.	Resultados	50
VII.	Discusión	74
VIII.	Conclusiones	77
IX.	Referencias bibliográficas	78

**PROYECTO FZ016: CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN
ACTUAL DEL MAIZ NATIVO Y SUS PARIENTES SILVESTRES DE MEXICO.
SEGUNDA ETAPA 2008-2009**

Luis Roberto Reveles Torres
Campo Experimental Zacatecas
Calera de V. R., Zacatecas

I. RESUMEN EJECUTIVO

Esta colaboración que corresponde al estado de Zacatecas, como integrante de la región Norte Centro del Proyecto Nacional, continuó durante 2008 y 2009 con el propósito iniciado en 2007, de ampliar a todo nuestro territorio la exploración y recolección de los maíces nativos y sus parientes silvestres (*Tripsacum* y Teocintle); de identificar las razas y/o especies; para su conservación *ex situ* de muestras representativas en el Banco Central de Germoplasma del INIFAP. Así mismo, la información relacionada con el germoplasma mencionado se incorporó a la base de datos del Sistema Biótica 5.0

Surge a nivel mundial, un interés renovado por reconocer y aprovechar los Recursos Fitogenéticos, para promover la diversificación agrícola con un espíritu agroecológico sustentable, especialmente en regiones como México, que poseen una riqueza biológica excepcional. Para éste propósito y en congruencia con el Programa de Acción Mundial relacionado a los Recursos Fitogenéticos, la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de México, a través de la Dirección General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico (DGVDT), impulsa junto con la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. (SOMEFI), y el Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), los proyectos: Conservación y Mejoramiento *in situ*, Conservación *ex situ*, Utilización de los Recursos Fitogenéticos y establecimiento de Redes sobre los Recursos Fitogenéticos vinculando instituciones y promoviendo programas a nivel nacional e internacional. Proyectos complementarios de gran valor son los que

convoca y apoya la CONABIO, patrocinadora de la actividad efectuada en el 2007-2009 y motivo de éste informe.

El valor del maíz en el norte centro de México, y en particular en Zacatecas, como en todo el país, mantiene su supremacía como alimento popular con una gran diversidad de productos y constante incremento en el uso pecuario. Únicamente para la cadena productiva maíz-nixtamal-masa (o harina)-tortilla, el estado de Zacatecas, con una población de 1'367,692 de habitantes (INEGI, 2005), demanda 1,184 toneladas diarias y medio millón de toneladas anuales de grano blanco; mientras que la industria pecuaria podría llegar a absorber un millón de toneladas de grano amarillo. En Zacatecas se cultiva maíz en las modalidades de riego y de temporal. En ésta última, en condiciones muy limitantes por la escasa y errática precipitación pluvial, de la última década (1996-2007), es que se siembran los maíces nativos de Zacatecas, con un elevado nivel de siniestralidad.

Contribuyen estas condiciones a que el maíz sea substituido por frijol, sorgo, mijos y pastos forrajeros, conjugándose ésta problemática a la baja rentabilidad del cultivo ya la competencia con la harina industrial de maíz prenixtamalizado. En la modalidad de riego, se utilizan híbridos de maíz que comercializan las empresas privadas de semillas, y en la modalidad de temporal, aún prevalecen los maíces autóctonos y las variedades de polinización libre como Cafime, VS-201 y generaciones avanzadas de híbridos de la serie 300 que fueron utilizados hasta la década de los ochenta. En las pequeñas áreas que cuentan con riego dentro de la zona de temporal, se utiliza semilla de los híbridos más populares en los distritos de riego, lo que favorece su infiltración genética en los maíces nativos.

La infiltración genética entre los diferentes materiales de maíz ha existido a lo largo del tiempo y se continúa presentando en la actualidad, existiendo un corredor genético entre los diferentes grupos raciales del maíz; condición que no ha impedido a los maíces nativos seguir cubriendo las necesidades y conveniencias de los grupos

étnicos (ahora con un elevado mestizaje) que los utilizan, permitiendo así la conservación de sus atributos fenotípicos preferidos.

Los objetivos del presente proyecto son: conocer la distribución actual, coleccionar y conservar los maíces nativos de Zacatecas, para contribuir posteriormente al análisis de su variación genética y a la definición de las características de interés industrial.

El recorrido de más de 1,600 kilómetros en la región de temporal de Zacatecas de la cual están implicados 36 municipios, en el invierno del 2007-2008 nos permitió coleccionar 166 muestras. Durante la colecta se elaboró la hoja pasaporte para cada accesión. Ésta información, junto con la obtenida en la caracterización de las mazorcas de cada una, se capturó en el Sistema Biótica 5.0, para crear la base de datos de maíces nativos de Zacatecas.

Tomando en cuenta las 166 colectas realizadas en los 36 municipios muestreados en el Estado, fue posible determinar la presencia de siete razas de maíces nativos en Zacatecas. En estudios anteriores se reporta la presencia de Cónico Norteño (Wellhausen *et al*, 1951) coincidiendo en la actualidad con la raza más abundante para el Estado, y con ello se detectó un flujo genético entre esta raza y las razas Ratón, Celaya, Pepitilla, Bolita y Elotes Occidentales. Dicho movimiento de germoplasma, si bien ha permitido la permanencia y existencia de dichas razas, también ha ocasionado la presencia de infiltración genética interracial. Dicha mezclas, donde el germoplasma recurrente es el Cónico Norteño, ha dado origen a las razas compuestas como: Cónico Norteño X Ratón, Cónico Norteño X Celaya, Cónico Norteño X Pepitilla y Cónico Norteño X Bolita.

De lo anterior, se infiere que esta infiltración genética entre los diferentes materiales de maíz se ha mantenido en el transcurso del tiempo hasta la actualidad, lo cual no ha impedido que dicho germoplasma nativo siga cubriendo las necesidades de los productores del Estado que continúan utilizando y conservando

estos maíces nativos por sus atributos agronómico-alimenticios. Lo anterior permite sugerir la presencia de un nicho ecológico bien definido para esta raza. Estos nichos denominados Patrones Etnofitogenéticos o simplemente Patrones Varietales, fueron inicialmente generados por los productores de la región, obteniendo conjuntos varietales específicos para cada nicho ecológico o microregión y para los diferentes usos (López y Muñoz, 1984; Gil *et al.*, 1995; Romero y Muñoz, 1996).

Será indispensable consolidar la infraestructura nacional de conservación, para impedir que la viabilidad de los recursos genéticos se degrade. Finalmente, se elaborará el Catálogo de los Maíces Nativos del estado de Zacatecas.

II. INTRODUCCIÓN

México es el centro de origen del maíz y debido a las variadas condiciones fisiográficas que prevalecen en cada una de las regiones, esta gramínea se ha adaptado bajo el cuidado y perpetuación de las diferentes culturas que lo han ido cultivando. Por ello como resultando de un largo proceso de domesticación a lo largo de cientos de años, hoy en día aun se conocen la diversidad de razas de maíz que podemos encontrar en diferentes zonas del país.

La diversidad del maíz en México se mantiene fundamentalmente, gracias a las comunidades rurales indígenas locales. Este sistema permite la conservación de los recursos genéticos del maíz, que constituyen la base de la alimentación y de la producción agrícola. En las seis o siete décadas pasadas, diversas instituciones en México, tales como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), las instituciones de educación superior y algunas instituciones extranjeras, sobre todo de Estados Unidos, han contribuido a esta diversidad genética mediante la generación de gran cantidad de nuevas variedades de maíz. Las razas de maíz nativo en México se han producido en forma dinámica y cambian continuamente como resultado de la selección humana y natural. No se trata de

entidades estáticas o separadas, sino que el término “maíz criollo” corresponde a las diferentes variedades regionales del grano en México (Turrent y Serratos, 2004)

En la región semiárida del norte – centro de México la producción de grano de maíz bajo condiciones de temporal tiene gran importancia socioeconómica, al destinarse al autoconsumo por la población rural.

La disponibilidad de variedades criollas en la región semiárida del norte – centro de México, se ha reducido en algunos casos y en situaciones extremas se ha perdido el germoplasma, debido a la alta siniestralidad por la sequía que prevaleció durante la última década.

Se cultiva una superficie de 260,745 hectáreas, con un 33% de siniestralidad principalmente por sequía, sin embargo, bajo estas condiciones se producen 261,033 toneladas de grano y un rendimiento promedio regional de cerca de 800 kg/ha. La siembra se realiza con variedades criollas o nativas, de ahí la importancia de la riqueza de la diversidad genética regional presente a través de razas como Cónico Norteño, Bolita, Celaya, Tuxpeño Norteño, Pepitilla, entre las principales.

Las principales adversidades para conservar esta riqueza genética son las sequías, las preferencias del mercado por maíces blancos para la producción de harina de maíz, así como las políticas agropecuarias de reconversión de cultivos en la región que tratan de sustituir al maíz por pastos y/o sorgo. En algunos casos las variedades criollas se han reducido o prácticamente desaparecido, tal es el caso de variedades como tayahui, san juan, mexicano de junio, olote colorado, lagunero de tres meses, cacareño, catarineño, etc. En la realidad, se observa que el maíz permanecerá con el agricultor, sobre todo en años de buen temporal, y esto debido a la idiosincrasia y cultura de nuestra población rural.

En el estado de Zacatecas la mayor parte de la agricultura se realiza en condiciones de temporal (INEGI, 2006), la cual se caracteriza por alta frecuencia de

sequías, ocurrencia de heladas tempranas, lluvias torrenciales y mal distribuidas, y en general pueden presentarse heladas tardías y vientos de gran intensidad.

Este trabajo de investigación planteó, la identificación de centros de diversidad y sus áreas geográficas en el estado de Zacatecas, así como la colección, clasificación y conservación de 160 colectas nativas agrupadas por razas, con el fin de determinar los centros de diversidad genética y conservar la biodiversidad del maíz en la región.

El conocimiento y la conservación de esta biodiversidad además de garantizar la continuidad de las variedades nativas contribuirá en a su utilización por futuras generaciones y constituirse en un patrimonio para la humanidad.

III. ANTECEDENTES

3.1 La Importancia del Maíz Mexicano

Para México y a nivel mundial, el maíz es el cereal más importante, desde el punto de vista alimenticio, económico, social e industrial. En 2006, la producción mundial (711.8 millones de toneladas) rebasó en una menor superficie, a la del trigo (630.6 millones de toneladas), y a la de arroz (621.6 millones de toneladas). Estos tres cereales aportan el 89% al sostenimiento de la humanidad y la cebada, el sorgo, avena y centeno el 11% restante. En el caso de México el maíz contribuye con el 69% al sostenimiento alimenticio, el sorgo el 17%, el trigo el 10%, la cebada, el arroz y la avena con el 4% restante.

En ese contexto, los recursos genéticos de maíz y sus parientes silvestres adquieren una dimensión y valor superior, por la contribución que pudiera lograrse al efectuar la introducción de genes intra e interespecífica, para la obtención de cultivares con valores agregados en resistencia a factores bióticos y abióticos, y de valor para las diversas industrias de la transformación (edulcorantes, cereales, botanas, adhesivos, fármacos, almidones, alimentos balanceados, etanol, etc.). El proceso incrementa su complejidad, cuando se hace necesario desarrollar

estrategias para el ciclo de primavera-verano, época en la que se cultivan principalmente los maíces nativos, que permitan conservar *in situ*, la extraordinaria riqueza genética representada por éstos, con la posible utilización comercial, en zonas de bajo riesgo, de híbridos transgénicos de maíz.

La colección de maíz para mantener la diversidad genética en bancos de germoplasma, se inició desde 1940 por la Oficina de Estudios Especiales (OEE), (Wellhausen, *et al.*, 1951). A la fecha, en el Banco de Germoplasma de Maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se conservan alrededor de 11,000 accesiones (Sánchez, 1989), 2,500 en la UACH, 4,000 en el Colegio de Postgraduados (Ortega P., 2003), y existen muestras en otros lugares como la Universidad de Guadalajara y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Saltillo. Otro fuerte impulso se tuvo en los setentas y desde entonces no se había hecho un esfuerzo constante y continuo para actualizar la situación que guarda la diversidad genética de los maíces nativos en México, a pesar de las advertencias de Hernández (1970), quien sugiere que no se debe coleccionar una sola vez, sino que hay que regresar y volver a regresar una y otra vez por nuevas colectas, en función de nuevos conocimientos del material y las nuevas demandas genéticas del hombre, además de que las nuevas colecciones en una misma región, con diferencia de 20 años o más, la más reciente en promedio tiende a superar a las antiguas en rendimiento o en sus componentes (Ortega P., 2003).

La exploración y recolección de maíces nativos de México se ha realizado con cierto dinamismo. A finales de los años cuarentas se realizó la primera colecta de aproximadamente 2,000 muestras, la cual ha estado bajo el resguardo del INIFAP (Wellhausen *et al.*, 1951); para 1954 ya contaba con 3,480 y en 1966 sólo se adicionaron 233 (Cárdenas y Hernández, 1988); en 1978 la colección estaba constituida por 8,176 (Ortega P. y Ángeles, 1978) y para principios de los noventas se contaba con cerca de 10,000 colectas (Ortega P. *et al.*, 1991).

Cabe señalar que las poblaciones de los maíces nativos en poder de los agricultores continúan evolucionando, mejorando su rendimiento y características agronómicas, ganando especificidad para sus nichos ecológicos con selección natural para usos especiales; sin embargo, también se está perdiendo la diversidad de los maíces nativos por erosión genética y cultural, el uso de semilla mejorada, la modernización del agro, cambio de cultivo, por la migración, y el apoyo a la industria de la harina, entre otras causas (Ortega P., 2003). Éstas razones sugieren que se conozca la situación actual de los maíces nativos, para proponer mecanismos de conservación y aprovechamiento, porque la revolución verde y después la biotecnología, que permite la recombinación de los patrimonios genéticos de diferentes especies, muy alejados de la evolución natural, podrían afectar seriamente su sobrevivencia (Aguilar, *et al.*, 2003).

Por otro lado, el incremento de las vías de comunicación, tanto terrestres como aéreas, ha permitido el acercamiento de las personas facilitado a la comercialización e intercambio de semillas a zonas siniestradas. El riesgo de pérdida de maíces nativos, que durante mucho tiempo fueron movilizados a la región serrana del noroeste, desde los sitios de domesticación del centro y sur de nuestro país, no tiene como responsable exclusiva la introducción de materiales mejorados a los valles de producción intensiva desde hace 50 años, sino que incluye a otros como son la incidencia de epifitas, la exposición a factores climáticos, la substitución por cultivos como pastos forrajeros, cacahuate, ajonjolí y sorgo, además de factores demográficos como la migración de pobladores, situación que deriva en que la edad de los custodios de éste importante recurso filogenético sean personas de la tercera edad que en el mediano plazo, no tendrán a quien transferir las semillas y el conocimiento del cultivo del maíz.

Gran parte de los acervos de las diferentes colecciones han sido evaluados en diferentes ocasiones y ambientes (Velásquez *et al.*, 1994; Taba *et al.*, 1998; López *et al.*, 1998; Herrera *et al.*, 2002; Antonio *et al.*, 2004), principalmente desde el punto agronómico; sin embargo, no se dispone de catálogos descriptivos de las muestras

individuales. En el mejor de los casos, a los datos de colecta se han agregado o cotejado los datos de color y textura de grano, así como su posible raza. Ésta última información es muy valiosa, ya que proporciona una idea global de las características de las muestras, y permite estudios filogenéticos y de regionalización de las áreas maiceras (Ortega P. *et al.*, 1991).

Es importante, por el extraordinario valor que ha tenido y tiene para México y la humanidad, la valiosa diversidad genética del maíz y sus parientes silvestres, Teocintle y *Tripsacum*, indagar la situación actual de dicha diversidad, afectada por la influencia de los cambios agroindustriales y socioeconómicos, ya citados y por los limitados a la actividad agrícola de subsistencia, escenario de las cinco a seis millones de hectáreas de los Maíces Nativos en México y al cambio climático que ha provocado intensas y prolongadas sequías y perturbaciones ciclónicas. Factor adicional lo pudiera constituir, el probable despliegue a nivel comercial en México, de cultivares transgénicos de maíz. Esto ha dado lugar, fuera y dentro del país, a intensa polémica entre los grupos anti-transgénicos y pro-transgénicos, ya que el flujo genético, deseado o no, pudiera ocurrir entre aquellos y éstos (Doebley, 1990; Serratos *et al.*, 1995; Bellon y Berthaud, 2004; Kato, 2004; Berthaud y Gepts, 2004; Turrent y Serratos, 2004; Snow, 2002; Wise, 2007, Fernández y Fernández, 2004).

Concurren además, la aceptación por México en el año 2000, del Protocolo de Cartagena sobre seguridad en relación a la biotecnología, del convenio sobre la Diversidad Biológica, para evitar daños a la salud, al ambiente, fomentar el uso seguro de cultivos transgénicos y reconocer la importancia “crucial” de los Centros de Origen y de Diversidad Genética para la humanidad.

Para el 2005, se expide en México la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, el Reglamento a dicha Ley en el 2008, y está en proceso la promulgación del Régimen Especial de Protección al Maíz (Nativo).

La Sociedad Mexicana tiene el dilema de armonizar la protección de los Maíces Nativos y sus parientes silvestres, y el uso de cultivares transgénicos de maíz, una vez que se determine su potencial contribución a la producción de éste cereal en el país.

Acompañan a éste entorno, los esfuerzos oficiales aún débiles, por brindar una vida digna y reconocer la suprema contribución que han hecho y continúan haciendo las Etnias Mexicanas, todavía en un ambiente de intensa marginación, al custodiar y mantener *in situ* a los Maíces Nativos de México.

3.2 El Proceso de Domesticación.

La existencia de centros de domesticación y origen de la agricultura fue descubierta desde el siglo antepasado por el botánico y naturalista De Candolle (1882) quien reconoció que la diversidad genética de las plantas domesticadas, creada durante cientos o miles de años de agricultura, no se distribuye de manera homogénea en el planeta. La distribución de esta diversidad tiene un patrón que fue descrito a finales de los años veintes y principios de los treintas del siglo pasado, por el reconocido genetista Nikolai Vavilov (1926, 1931, 1992). Este científico ruso describió la distribución espacial de la diversidad genética para cada una de las especies agrícolas que estudió y llegó a la conclusión de que el grado de diversidad es un indicador del tiempo que una especie se ha cultivado en determinada región: los cultivos presentan mayor diversidad en aquellas áreas en donde se han cultivado por más tiempo. Así, al encontrar el centro de mayor diversidad genética de un cultivo, se ubica también su centro de origen.

Conforme el estudio de la distribución de cultivos agrícolas en el mundo y el interés de conocer los procesos que llevaron a su domesticación han ido aumentando se ha llegado a la conclusión de que además de la distribución de la diversidad de un cultivo existen otros tipos de evidencia que permiten sustentar hipótesis de centros de origen y domesticación.

La domesticación es un proceso evolutivo que involucra cambios genéticos asociados a características morfológicas, fisiológicas y de comportamiento en poblaciones de plantas manipuladas por los seres humanos, con respecto a las poblaciones silvestres de las cuales se originan (Helbaek 1959; Harris 1972; Doebley 1992; Harlan 1992). En este proceso, la selección artificial interviene como fuerza evolutiva principal, favoreciendo la supervivencia y reproducción de fenotipos que presentan características ventajosas para los seres humanos; esto es, individuos con mejores características para ser utilizadas como alimento, medicina u otros usos (Zohary 1984; Harlan 1992). Aunque la domesticación está dirigida principalmente por la selección artificial, la selección natural puede seguir influyendo en la evolución de las plantas bajo domesticación.

En 1981, Bárbara McClintock, Ángel Kato y Almiro Blumenheim, publicaron sus investigaciones sobre la constitución cromosómica de las razas de Maíz, su significado en la interpretación de relaciones entre las razas y variedades en América, indicando como lo señala Wellhausen *et al.* (1951), que en base al grupo I de nudos cromosómicos especiales, Harinoso de Ocho, Blandito de Sonora, Dulcillo de Sonora y Onaveño, están relacionados con Chapalote y Reventador.

Hernández (1985), narra la simbiosis entre los grupos étnicos y los tipos autóctonos de maíz del suroeste de los Estados Unidos y del Noroeste de México, describiendo los usos de los tipos Tabloncillo, Bofo, Reventador, Dulcillo del Noroeste, Harinoso de Ocho, Tablilla de Ocho, Gordo y Azul; y Ortega Paczka (citado por Sánchez y Goodman, 1992) en 1985 describe a las razas de maíz Cristalino de Chihuahua, Onaveño, Palomero de Chihuahua, Ratón y Tuxpeño Norteño.

A partir de las publicaciones anteriores, se puede inferir sobre la existencia de un corredor genético entre los diferentes grupos raciales del maíz. Es decir, la infiltración genética entre los diferentes materiales de maíz ha existido a lo largo del

tiempo y se continúa presentando en la actualidad, condición que no impide a estos materiales seguir cubriendo las necesidades y conveniencias de los grupos étnicos (ahora con un elevado mestizaje) que los utilizan, permitiendo así la conservación de sus atributos fenotípicos.

Las investigaciones arqueológicas, citológicas y biotecnológicas modernas, continúan aportando información que contribuye a establecer que fue en la Cuenca del Río Balsas, en México, donde el maíz tuvo su origen y se inició la co-evolución con el hombre en el proceso de su domesticación, dispersión y diversificación (Mangelsdorf, *et al.*, 1964; Iltis, 1972 y 1980; Beadle, 1972; Galinat, 1977 y 1983; Wilkes 1979 y 1985; Smith y Lester, 1980; MacNeish y Eubanks, 2000; Ruiz, *et al.*, 2001; Benz, 2001; Matzouka, *et al.*, 2002; Tenaillon *et al.*, 2004; Doebley, 2004; Buckler *et al.*, 2005 y 2006; Slyter y Domínguez, 2006; Pohl *et al.*, 2007; Holts *et al.*, 2007).

Doebley y colaboradores (1985) y Doebley (1990), con la información molecular isoenzimática, del análisis de las poblaciones estudiadas de teocintle anual, y de 94 accesiones de maíz de todo México, ubicó al origen geográfico del maíz en la región central de la Cuenca del Río Balsas, donde concurren el norte del estado de Guerrero, el oriente del estado de Michoacán y el occidente del estado de México. También señaló a ésta zona como el centro de dispersión del teocintle y la que contiene a las poblaciones bioquímicamente más similares al maíz, por lo que el teocintle de ésta región es muy probablemente el ancestro del maíz, pero no necesariamente que ahí se inició su domesticación. Con base en lo anterior Doebley (1990), propone que el maíz sea considerado como una forma cultivada de la Raza Balsas de Teocintle (*Zea mays* spp *parviglumis* Iltis y Doebley).

Además la información molecular isoenzimática, que obtuvo no apoya la versión que ésta se llevó a cabo independientemente en varias ocasiones, sino que la domesticación ocurrió una sola vez. La información obtenida por Matzouka *et al.* (2002) apoya la versión de un solo evento de domesticación que ocurrió hace 9000

años, en los valles altos del sur de México; donde se inició la diversificación y dispersión hacia el norte y sur del Continente Americano.

El intercambio genético entre maíz y teocintle no ha cesado (Doebley, 1990; Wilkes, 1977; Eyre-Walker *et al.*, 1998; Milton y Gaut, 1998; Bennetzen *et al.*, 2000; Vigouroux *et al.*, 2002) y mantiene su extraordinario valor en el mejoramiento genético del maíz y en el que seguramente se presentará en el futuro para Teocintle. En éste intercambio genético entre el maíz y sus parientes silvestres, el impacto de transgenes tiene que ser considerado.

En cuanto a la clasificación racial del maíz, el análisis molecular isoenzimático conducido por Doebley y colaboradores (1985) en las razas de maíz de México, los lleva a identificar tres complejos raciales débilmente diferenciados: las Razas Cónicas de Valles Altos, las Razas del Norte y Noroeste de México y las Razas Dentadas y Harinosas de elevaciones bajas del Sur y Suroeste. Ésta clasificación (Benz, 1986), correlaciona bien con las características morfológicas y ecogeográficas, que sugieren un patrón independiente de diversificación racial dentro de diferentes regiones ecológicas y contrasta con la división (Wellhausen *et al.*, 1951) en Razas Indígenas Antiguas, Razas Exóticas Precolombianas, Razas Mestizas Prehistóricas, Razas Modernas Incipientes y Razas no bien definidas. La información isoenzimática no apoya las numerosas hipótesis de hibridación racial propuestas por Wellhausen y sus colaboradores (1951).

3.3 Evidencia de domesticación del cultivo de maíz en México.

El maíz es una planta que ha evolucionado en conjunto con el desarrollo de las civilizaciones en México. Este cultivo ocupa un lugar preponderante en la producción agrícola del país, así como en la vida de las poblaciones indígenas y de los agricultores de pequeña escala (Louette 1996). Además del maíz y su diversidad de razas y variedades, en nuestro territorio existen especies silvestres que genéricamente se conocen con el nombre de teocintle: *Zea mays* subsp. *mexicana*,

Z. mays subsp. *parviglumis* *Z. diploperennis*, *Z. perennis* *Z. luxurians*, *Z. huhuetenanguensis*, *Z. nicaraguensis* esta última de distribución en Centroamérica.

La domesticación de maíz y su dispersión a lo largo de toda América, ha generado desde hace tiempo gran interés. Mientras actualmente se acepta que uno de los teocintles, probablemente *Zea mays* subsp. *parviglumus* es el ancestro del maíz domesticado *Zea mays* subsp. *mays*, quedan aún muchas preguntas por responder sobre dónde, cuándo y cómo ocurrió el proceso de domesticación, y sobre cómo ocurrió la dispersión activa, probablemente durante el propio proceso de domesticación, al resto de América (Smalley y Blake, 2003; Afford y Horn, 2004).

Una parte clave para resolver estas preguntas corresponde a la evidencia botánica para determinar la presencia de maíz en diferentes sitios y épocas. Esta evidencia consiste en macrofósiles (usualmente, mazorcas, olotes, granos o fragmentos de la planta) y en microfósiles (polen y fitolitos) para los que se puede determinar su edad usando análisis de carbón radioactivo de materiales asociados a los fósiles recobrados. Una técnica que se está utilizando más recientemente es el espectrofotómetro acelerador de masa (AMS por sus siglas en inglés) para datación de radio carbón, ya que requiere menores cantidades de muestra. Con la aplicación de esta técnica se han logrado obtener datos más exactos asociados a la evidencia botánica (Smith 1994, 1995 y Fritz 1994).

La gran mayoría de la evidencia del proceso de domesticación en sus etapas tempranas en los tres centros de domesticación independiente, que se han identificado en América: Sudamérica, México y más recientemente el este de Norteamérica; proviene de excavaciones de cuevas y refugios rocosos en zonas altas y relativamente secas. Estos sitios contienen restos conservados de plantas y el registro de ocupaciones de corto plazo por parte de pequeños grupos de cazadores recolectores y pre-agricultores. Con los nuevos métodos de corroboración de evidencia aparentemente el proceso de domesticación se inició de manera independiente en los tres centros de origen de América entre 6,500 y 5,500 años.

Varias líneas de evidencia sugieren que las sociedades involucradas en este proceso de domesticación temprana probablemente no fueron exclusivamente cazadores recolectores nómadas de ambientes de con altas elevaciones. Aparentemente los restos recuperados de estas cuevas pueden reflejar una transición hacia una forma de vida con agricultura, alcanzada por sociedades ocupando asentamientos más sedentarios en valles cercanos a ríos.

En algunos casos, las cuevas de tierras altas conteniendo restos indicadores del proceso de domesticación, pueden representar un componente de los primeros alimentos producidos y utilizados en una época del año; en otros casos pueden marcar la subsiguiente expansión de sociedades que iniciaban el cultivo de alimentos en zonas de valles cercanos a ríos con mayores recursos, hacia zonas adyacentes con ambientes de tierras altas (Smith 1994).

3.4 Las Razas de maíz en México

Uno de los trabajos más completos que existen sobre las razas de maíz en México es la obra de Edwin John Wellhausen, Efraím Hernández Xolocotzin y otros. Con amplia descripción y explicación de las características de cada material genético. Tan solo en este espacio presento una síntesis de esa gran obra.

- Razas Indígenas Antiguas

Palomero Toluqueño

Plantas: Aproximadamente 1.7 m de altura, con pocas hojas; precoces, con pocos hijuelos, susceptible al acame, muy resistente a razas de *Puccinia sorghi*. Se adapta a altitudes entre 2,200 y 2,800 msnm.

Mazorcas: Cónicas, 20 hileras o más, grano tipo reventador, en forma de arroz, diámetro de mazorca de 30-36 mm, diámetro de olote de 17-22 mm, longitud de grano: 10-13 mm.

Se distribuye en el Valle de Toluca a alturas mayores de 2000 msnm.



Figura 1. Raza Palomero Toluqueño del grupo de razas Indígenas Antiguas

Arrocillo amarillo

Plantas: Bajo cultivo aun no estudiadas, adaptado a altitudes de 1,600 a 2,000 msnm, distribuido en el noroeste de Puebla,

Mazorcas: Muy cortas, amarillas, cónicas; cantidad promedio de hileras de 15.4, granos tipo reventador, pequeños, agudos y delgados; endospermo amarillo, aleurona sin color, diámetro de mazorca de 26-28 mm, diámetro de olote de 14-17 mm y longitud de grano de 8.4 mm.

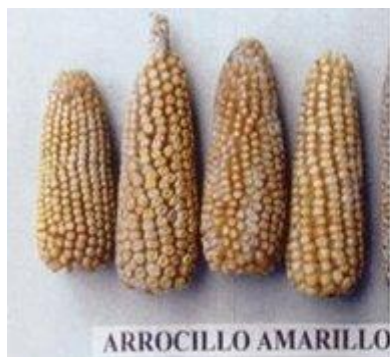


Figura 2. Raza Arrocillo amarillo del grupo de razas Indígenas Antiguas

Chapalote

Plantas: Cortas, de aproximadamente 1.6 m; precoces, con abundante ahijamiento, tallos delgados, hojas angostas y largas, susceptible a razas de *Puccinia sorghi*, se adapta a altitudes de 1800 msnm.

Mazorcas: Longitud corta o mediana, delgadas; número promedio de hileras 12.3, granos pequeños, redondos y lisos; endospermo blanco, aleurona sin color,

pericarpio café; diámetro de mazorca de 28-30 mm, diámetro de olote de 21-25 mm, longitud de grano de 6-8 mm.

Distribución: Noroeste de México.

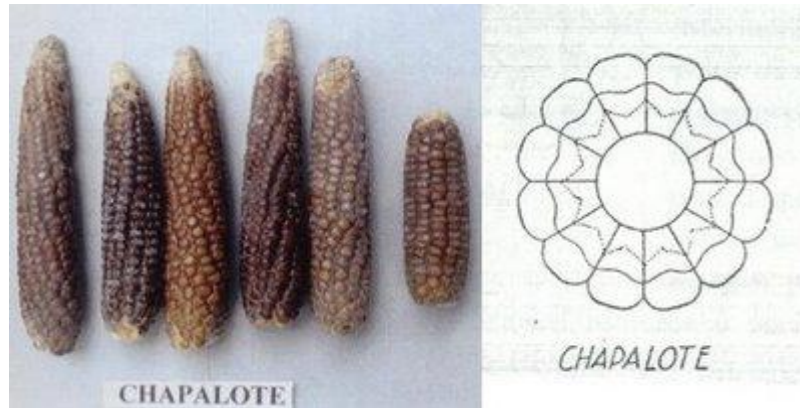


Figura 3. Raza Chapalote del grupo de razas Indígenas Antiguas

Nal-Tel

Plantas: Cortas, de 1.5 a 2 m en su hábitat natural; precoces, con ninguno o pocos hijos; 12 hojas en promedio, muy susceptible a chahuixtle, se adapta mejor a altitudes bajas, aprox. 100 msnm.

Mazorcas: Muy cortas y pequeñas, promedio de hileras 11.4, granos muy pequeños, redondeados; endospermo cristalino, amarillo; aleurona sin color; diámetro de mazorca de 26-28 mm, diámetro de olote de 19.2 mm, longitud de grano de 7-8 mm.

Distribución: Península de Yucatán.

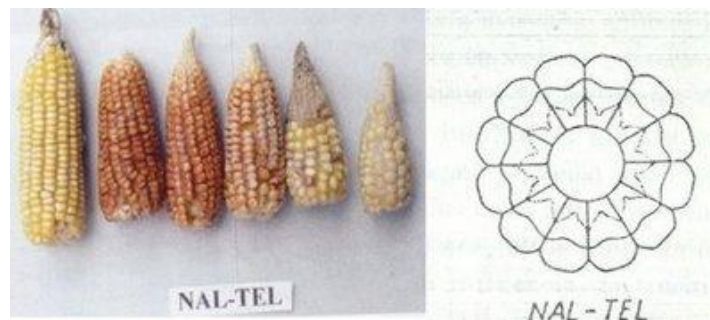


Figura 4. Raza Nal-Tel del grupo de razas Indígenas Antiguas

- Razas mestizas prehistóricas

Se cree que estas razas surgieron de la hibridación de las razas indígenas antiguas con las razas exóticas precolombinas y a través de la hibridación de ambos con un nuevo elemento: Teocintle. Se usa el término prehistórico en el sentido de que no se ha encontrado evidencia histórica de su origen.

Cónico

Planta: En Promedio de 1.7 m, muy precoz, sistema radical poco desarrollado, hojas anchas respecto a su longitud, adaptada a elevaciones de 2200-2800 msnm

Mazorca: Corta, cónica, aguda; número promedio de filas de 16, diámetro de mazorca de 19 mm, diámetro olote de 9.6 mm; grano de tamaño pequeño a mediano, endospermo de moderadamente duro a duro.

Distribución: Es una raza predominante en la Mesa Central, con plantaciones comerciales en los estados de México, Tlaxcala, Puebla y parte de Michoacán e Hidalgo, principalmente.

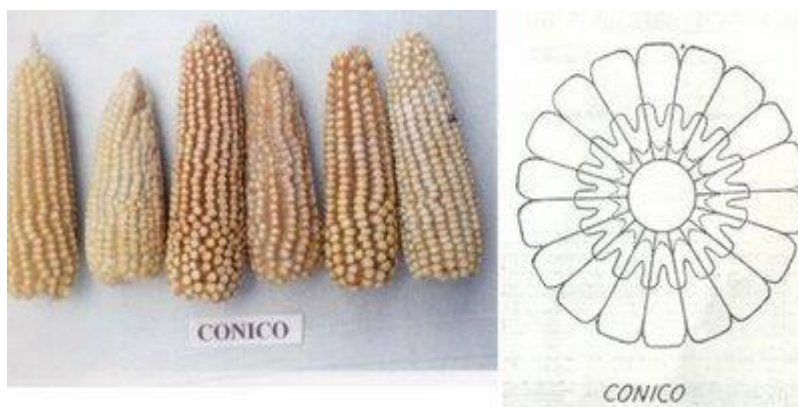


Figura 5. Raza Cónico del grupo de razas Mestizas Prehistóricas

Reventador

Planta: Cortas de 1.5 m, tallos delgados, pocas hojas con alto índice de venación, adaptado a elevaciones bajas: 0-1500 msnm.

Mazorca: Larga y delgada, número promedio de filas de 11.9, diámetro de mazorca de 19.6 mm, diámetro de olote de 9.8 mm; grano pequeño, corto, redondeado y liso.

Distribución: El maíz reventador en general se encuentra en las mismas áreas de distribución del maíz dulce y Tabloncillo (en el oeste de la República Mexicana: Sonora, Nayarit, Colima, Jalisco, sur y oeste de Guerrero).

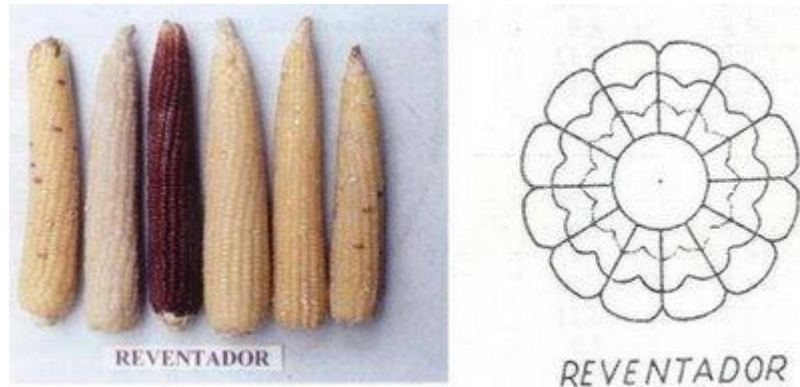


Figura 6. Raza Reventador del grupo de razas Mestizas Prehistóricas

Tabloncillo

Figura 7. Raza Tabloncillo del grupo de razas Mestizas Prehistóricas

Planta: De medianas a altas 2.4 m, maduración temprana, tallo delgado, hojas medianamente anchas y largas, muy alto índice de venación, adaptada a elevaciones de 0-1500 msnm.

Mazorca: Longitud media, delgada de forma cilíndrica, diámetro de mazorca de 23.4 mm, diámetro de olote de 12.5 mm, granos muy extendidos, cortos, promedio de filas de 9.1.

Distribución: El centro de distribución del tabloncillo se ubica en el oeste de México: planicies de Jalisco y llanuras costeras de Nayarit. También ha sido colectado a lo largo de la costa norte y oeste de Sonora y en Baja California.

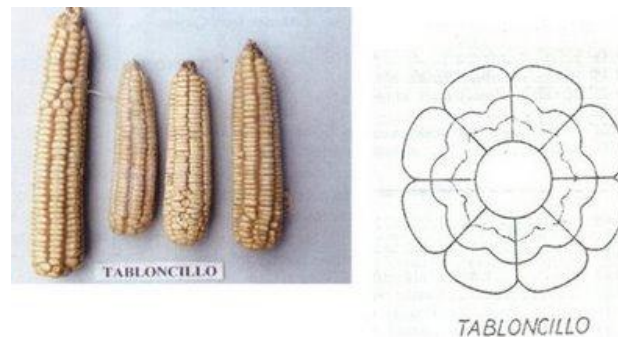


Figura 7. Raza Tabloncillo del grupo de razas Mestizas Prehistóricas

Tehua

Planta: Muy alta, hasta 6 m en su hábitat nativo; maduración extremadamente tardía, vainas de las hojas ligeramente pubescentes, adaptada a elevaciones de 600 a 1000 msnm.

Mazorcas: Largas y muy anchas, ligeramente cónicas, diámetro de mazorca de 41-43 mm, diámetro olote de 26-29 mm, número de filas promedio alto, 17.0; granos de tamaño medio, endospermo blanco de dureza media a alta.

Distribución: Tehua ha sido encontrado únicamente en el estado de Chiapas en las localidades de Zapotal, Potrerillo, Comalapa, Avispero y Finca Prusia, cercano a los límites con Guatemala.

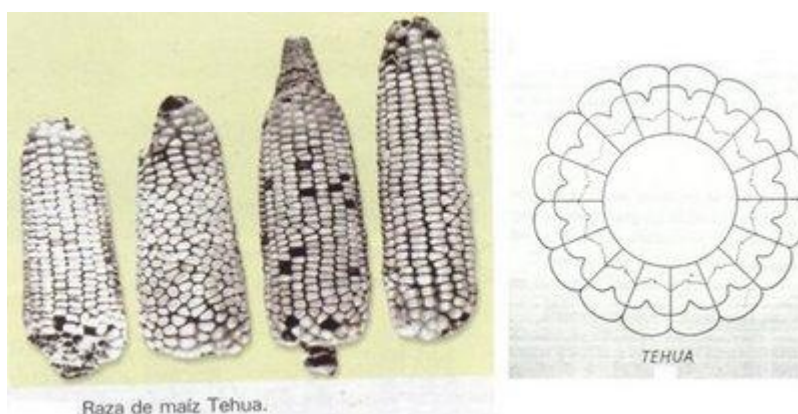


Figura 8. Raza Tehua del grupo de razas Mestizas Prehistóricas

Tepecintle

Planta: De medianas a altas, número de hojas medio, índice de venación medio, ahijamiento de medio a alto, adaptado a elevaciones de 0-600 msnm.

Mazorca: Cortas, anchas de forma cilíndrica, diámetro mazorca de 27-39 mm, diámetro olote de 16-24 mm; grano de tamaño mediano, endospermo de medio a duro.

Distribución: El Tepecintle ha sido encontrado principalmente en las áreas costeras de Chiapas y Oaxaca. En Oaxaca ha sido colectado cerca de Pochula y Pluma Hidalgo de 100 a 600 metros de altitud, en Chiapas este fue colectado alrededor de San Felipe Escuintla a 100 m altitud.

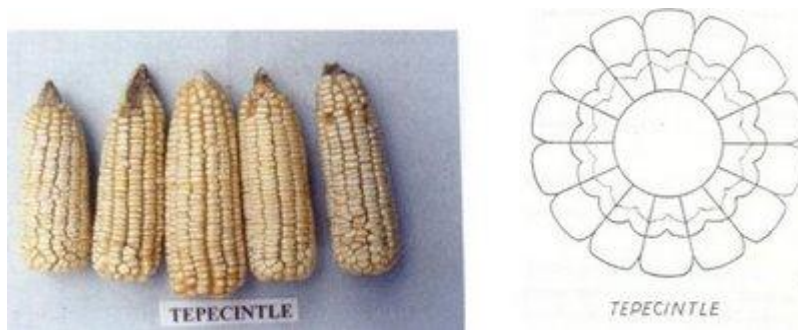


Figura 9. Raza Tepecintle del grupo de razas Mestizas Prehistóricas

Comiteco

Planta: Muy altas, entre 4.0 y 5.0 m en su hábitat nativo; de maduración tardía, hasta 20 hojas por planta, número promedio de hijuelos de 5.6, adaptada a elevaciones de 1,100-1,500 m.

Mazorca: Larga y ancha (32-37 mm), ligeramente cónica, diámetro de olote de 16-21 mm, número de filas medio de 13.5; longitud del grano de 13-14 mm, medianamente anchos, endospermo de medio a duro, blanco o amarillo.

Distribución: El Comiteco es el más comúnmente encontrado en una pequeña área cerca de Comitán y Juncana en Chiapas. Otros lugares cerca de Chiapas donde ha sido colectado son: Morelia, Margaritas, Altamirano, Yaltzi, el Retiro y Col. Hidalgo.

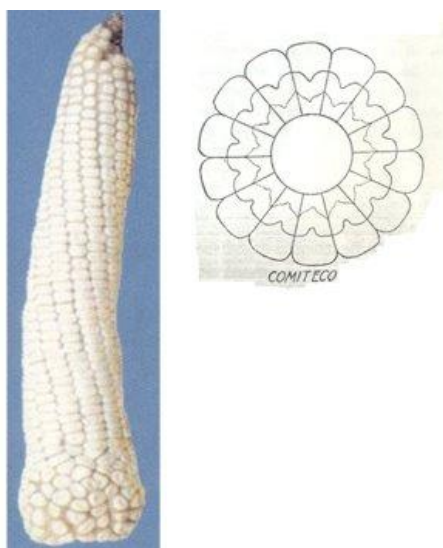


Figura 10. Raza Comiteco del grupo de razas Mestizas Prehistóricas

- Razas Modernas e Incipientes

Celaya

Plantas: Medianamente altas, medianamente tardías, pocos hijos, hojas numerosas, resistencia mediana a las razas del chahuixtle, adaptada a altitudes de 1,200 a 1,800 m; número de ramificaciones de la espiga medianamente alto, con algunas secundarias y pocas terciarias.

Mazorcas: Longitud mediana, medianamente delgadas, cilíndricas, número promedio de hileras de 12.4; granos de anchura mediana, medianamente delgados y largos, fuertemente dentados, estrías poco profundas; endospermo blanco, dureza mediana; aleurona y pericarpio sin color.



Figura 11. Raza Celaya del grupo de razas Modernas e Incipientes

Chalqueño

Plantas. Medianas hasta muy altas, de 2 a 5 metros; de periodo vegetativo mediano, de cinco a seis meses, número reducido de hijos; número mediano de hojas, relativamente anchas y de longitud mediana, color mediano, resistente a razas del chahuixtle, se ha adopta a altitudes de 1,800 a 2,300 m.; espigas largas, con pocas ramificaciones y con un bajo porcentaje de secundarias.

Mazorcas: Longitud mediana, gruesas; promedio de hileras de 16.6; color de la parte media del olote en 30% de las mazorcas examinadas; granos medianamente angostados y delgados, largos, con tendencia a ser punteados y con dentación mediana a fuerte.

Distribución. Es casi idéntica en tamaño a al del Cónico en la Mesa Central, pero debido a lo tardío que es, difiere del Cónico en la extensión de adaptación que tiene con respecto al factor altitud. Los límites superior e inferior de adaptación son aproximadamente de 1800 a 2300 m. respectivamente mientras que los del Cónico casi generalmente varían de 2,200 a 2,800 m.

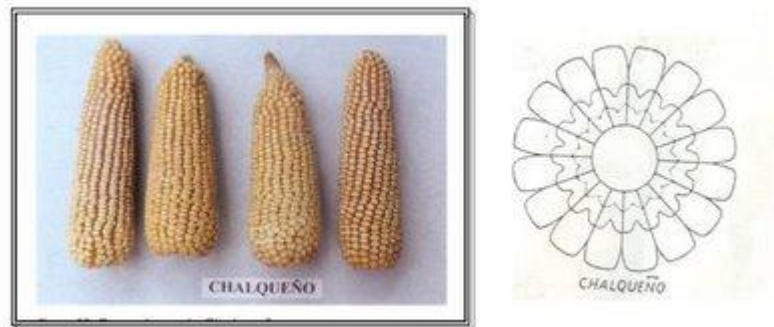


Figura 12. Raza Chalqueño del grupo de razas Modernas e Incipientes

Conico Norteño

Plantas Cortas, precoces, con muchos hijos, número pequeño de hojas, anchas en relación con su longitud; resistencia mediana a razas del chahuixtle, adaptado a altitudes de 1,600 a 2,100 m; espigas. Intermedias a largas, secundarias frecuentes y ninguna terciaria.

Mazorcas: Cortas a intermedias, adelgazamiento mediano y uniforme de la base al ápice; promedio de hileras de 16; granos angostos, delgados y largos, bastante bien dentados; estrías poco profundas; endospermo blanco, dureza mediana; aleurona y pericarpio sin color.

Distribución: Se ha encontrado ampliamente cultivado en la región norte del Bajío a elevaciones de 1,600 a 2,100 m, las partes septentrionales de los Estados de Jalisco, Aguascalientes, Querétaro, tierras altas de San Luís Potosí, Zacatecas e Hidalgo.

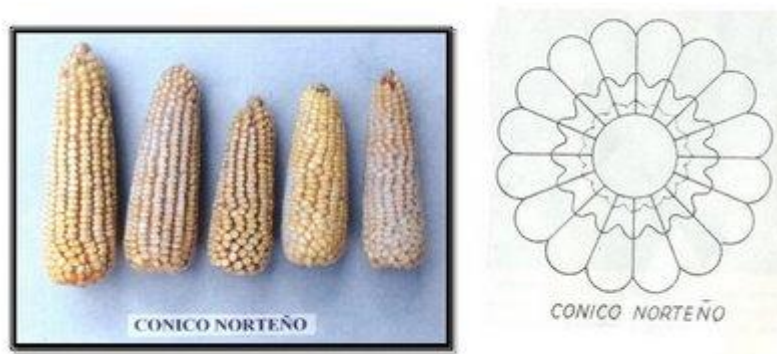


Figura 13. Raza Cónico Norteño del grupo de razas Modernas e Incipientes

Bolita

Planta: Medianamente cortas; precoces; con pocos hijos; número intermedio de hojas anchas en relación con su longitud; adaptación a elevaciones medianas de 900 a 1,500 m; espigas de longitud mediana, número de ramificaciones desde intermedio a alto; índice de condensación bajo.

Mazorcas: Muy cortas, cilíndricas; promedio de hileras de 10.2; granos de anchura mediana, gruesos, cortos, estrías poco o medianamente profundas; endospermo blanco, de dureza mediana; y pericarpio sin color.

Distribución. Bolita es muy común en la mesa central de Oaxaca. A elevaciones de 900 a 1,500m.

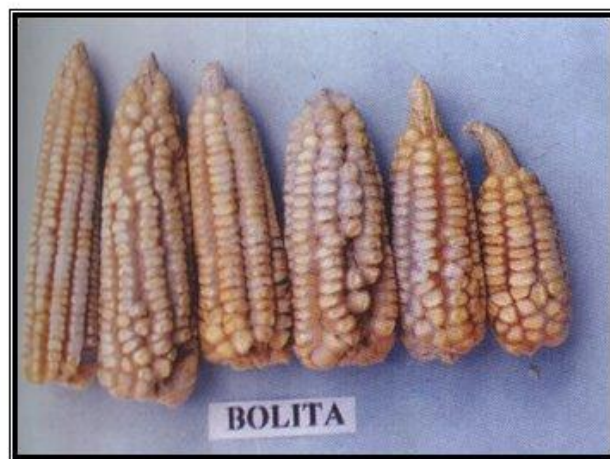


Figura 14. Raza Bolita del grupo de razas Modernas e Incipientes

- **Razas No bien definidas**

Conejo

Se encuentra con frecuencia en toda la cuenca del Río Balsas, es muy precoz, plantas relativamente cortas, mazorcas de 12 a 18 cm de largo con 8 a 10 hileras de granos de tamaño mediano.



Figura 15. Raza Conejo del grupo de razas No bien definidas

Complejo Serrano de Jalisco

En la parte sur del Estado de Jalisco, existe una región montañosa relativamente reducida que se extiende hasta la parte norte de Colima e incluye el Volcán de Colima.

Se han recolectado maíces de esta zona desde una elevación de 2,700 metros hasta 1,500 metros de altura. Según estudios preliminares de estas muestras demuestran que al parecer son resultado de un hibridación entre tres razas; específicamente, el Palomero Toluqueño, el Glotón y el Tabloncillo.

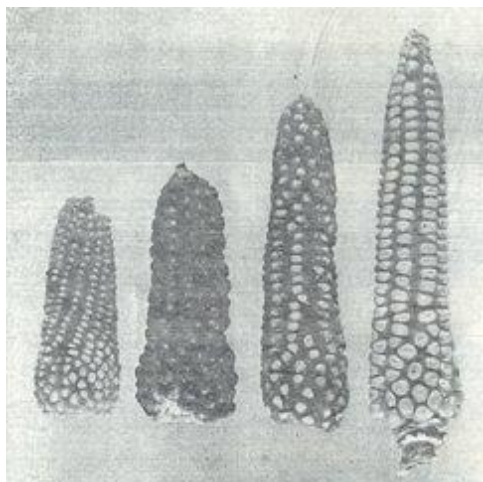


Figura 16. Raza Complejo Serrano de Jalisco del grupo de razas No bien definidas

Zamorano Amarillo

Es un maíz amarillo muy productivo que se encuentra principalmente en el Valle de Zamora, Michoacán, a elevaciones de 1,500 metros. A juzgar por la apariencia de sus mazorcas y por los resultados de su autofecundación: han intervenido en su formación cuando menos cuatro tipos básicos; específicamente el Cónico Occidental, Complejo Serrano de Jalisco, que contiene Glotón, el Tabloncillo y el Cilíndrico Dentado, Tuxpeño o Vandeño.

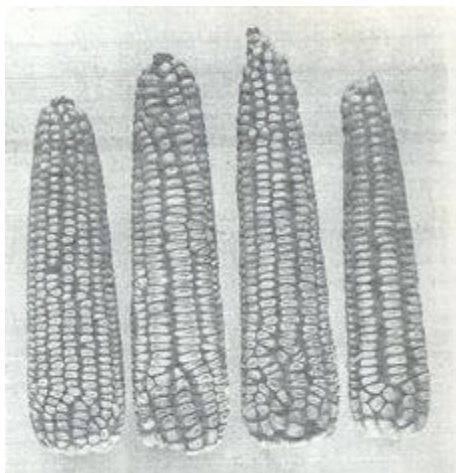


Figura 17. Raza Zamorano Amarillo del grupo de razas No bien definidas

Maíz Blando de Sonora

Fue recolectado en el estado a elevaciones de hasta 500 metros. Difiere del Harinoso Ocho en que tiene una mazorca más corta, un olote más grande, un mayor número de hileros y granos de menor tamaño. Es muy semejante al maíz prehistórico del Cañón del Muerto.

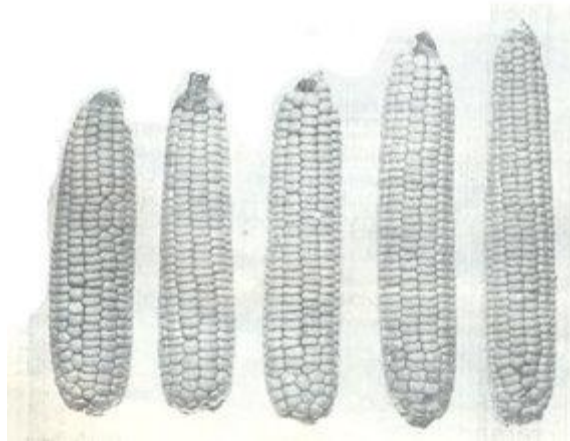


Figura 18. Raza Maíz Blanco de Sonora del grupo de razas No bien definidas

Onaveño

Es un maíz cristalino que se encuentra distribuido en la misma zona que el Maíz Blando de Sonora. Algunas variedades pueden ser el resultado de la influencia genética del Reventador en el Maíz Blando, los cuales se encuentran en la misma región que el onaveño. Por otra parte, otras variedades pueden ser simplemente Maíz Blando con genes para endospermo cristalino.

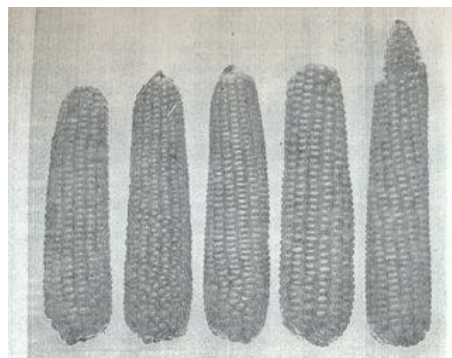


Figura 19. Raza Onaveño del grupo de razas No bien definidas

Dulcillo del Noroeste

Difiere del Maíz Dulce de Jalisco en que tiene mazorcas más largas y más delgadas generalmente adelgazadas en ambos extremos y granos de menor tamaño y de color amarillo pálido, además de su adaptación a la altura. Se adaptan primordialmente a tierras bajas y áridas del trópico.

Es probable que sea producto de una hibridación entre el Maíz Dulce y el Reventador.

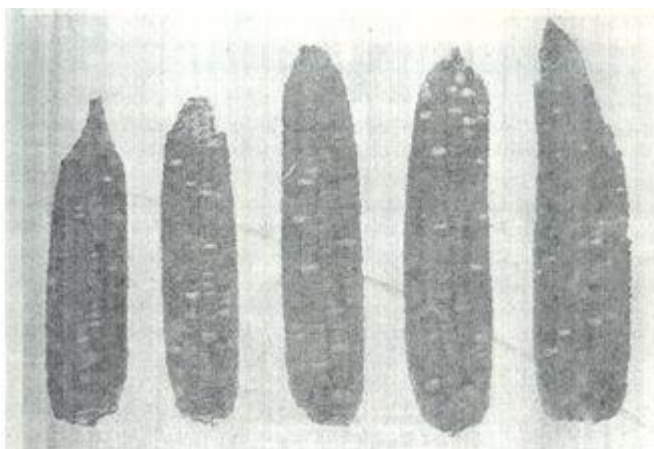


Figura 20. Raza Dulcillo del Noroeste del grupo de razas No bien definidas

3.5 Distribución de maíz en la región Norte-Centro

En la región norte-centro de México que va en un continuo desde la Altiplanicie de Zacatecas, los llanos de Durango y para terminar al norte del Valle de Satevó en Chihuahua, las siembras de maíz de temporal constituyen una actividad importante en la agricultura social, donde el maíz es destinado para autoconsumo.

Para los ciclos agrícolas 2005 y 2006 se sembraron más de medio millón de hectáreas (555,822), de las cuales por efectos de sequía fueron siniestrados el 33% (210,727) con una producción de 325,474 ton y un rendimiento promedio de 822 kg/ha. Estos bajos rendimientos fueron debidos principalmente a la errática precipitación a suelos delgados infértiles y a la utilización de variedades criollas de

ciclo precoz. A continuación se presentan los cuadros con superficie, producción y rendimiento promedio de maíz de temporal en el estado de Zacatecas (Cuadro 1) y el avance de siembras y estimación de producción y rendimiento de maíz de temporal en la región Norte Centro de México (Cuadro 2).

Cuadro 1. Superficie, producción y rendimiento promedio de maíz de temporal en el estado de Zacatecas.

Estado	Superficie (ha)			Producción ton	Rendimiento Promedio ton/ha
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada ha %		
Zacatecas	247,390	81,158	166,232 67	63,208	0.779

Fuente: Adaptado SIAP-SAGARPA 2005 y 2006

Cuadro 2. Avance de siembras y estimación de producción y rendimiento de maíz de temporal en la región norte-centro de México. 2007

Estado	Superficie (ha)		Producción Estimada (ton)	Rendimiento Estimado (ton/ha)
	Sembrada	Cosechada		
Zacatecas	247,376	247,376	219,854	0.889

Fuente: SIAP-SAGARPA 2007

En la parte oriental de la Sierra Madre Occidental, los ambientes para el cultivo de maíz son templados, semitemplados a semisecos en las zonas de transición o llanuras, y semiáridos y semicálidos en las planicies.

Las variedades nativas predominantes son las que proceden de la raza Cónico Norteño y Bolita que tienen como característica su precocidad y tolerancia a sequía, algunas variedades son maíz bonito, temporalero, olote colorado, catarineño, cacareño, mexicano de junio y en la región semidesértica con auxilio de riego se producía maíz tayahui, argentina, lagunero de tres meses y san juan; se desconoce si actualmente se siguen sembrando.

Kato (1981) citado por Sánchez (1984), señala que la distribución de algunos nudos cromosómicos hicieron posible determinar varias "rutas de migración" para el caso de la Sierra Madre Occidental se siguieron dos rutas, una por la costa y otra por

la parte oriental de la sierra, que es a la que nos referimos a partir de la Mesa Central de México, a través del Bajío y continuando por toda la Mesa del Norte hasta llegar a Estados Unidos, se refiere a las razas derivadas de una serie de introgresiones que haya ocurrido en tiempos relativamente recientes.

La raza Cónico Norteño se encuentra distribuida desde Aguascalientes hasta Chihuahua, a elevaciones de 1,600 a 2,100 msnm, aun cuando se adapta mejor a lugares cuya altura varía de 1,800 a 2,000 msnm. Se originó a partir de la raza Cónico de la Mesa Central, habiendo sido modificado por la introducción de plasma germinal de la raza Celaya o sus precursores del Tuxpeño y el Tabloncillo. Algunas variedades de Cónico Norteño muestran modificaciones tales como mazorcas más gruesas y granos largos con tendencia a tener picos en el ápice, características que en forma más acentuada se encuentran en el Pepitilla (Wellhausen, *et al.* 1951). También señalan haber colectado maíz dulce de Sonora en la parte central del estado de Durango, así como Tuxpeño Norteño en la parte norte de Chihuahua (Cuadro 3).

Cuadro 3. Presencia de maíces nativos en el estado de Zacatecas.

REFERENCIA	ZACATECAS
Wellhausen <i>et al.</i> 1951	Cónico Norteño
Taba 1995	Celaya Cónico Cónico Norteño Chalqueño Elotes occidentales Elotes cónicos Tabloncillo Bolita Maíz dulce San Juan Dulcillo del Noroeste Bofo Tablilla

3.6 Situación actual de los maíces

La representatividad de los maíces nativos del norte-centro de México en los Bancos de Germoplasma es reducida, y se han iniciado esfuerzos que se espera continuar mediante este proyecto para actualizar su distribución. A continuación se detalla por estado la situación de las colectas de maíz realizadas, la evolución de la superficie sembrada de maíz de temporal, los aspectos que han influido y las acciones prioritarias a seguir.

El estado de Zacatecas, en particular la región del altiplano, es considerado un área geográfica donde han evolucionado la raza de maíz Cónico Norteño. Esta región fue colectada por primera vez hace 50 años y actualmente la cantidad de razas a nivel nacional se ha incrementado a 57 (Tabla, 1995). De la introducción de maíces a las diferentes regiones agrícolas del Estado, sobresalen las razas Cónico Norteño, Bolita, Celaya, Pepitilla y Tuxpeño, de esta diversidad genética resultan las variedades criollas que son sembradas por el productor de maíz en Zacatecas.

En la región del altiplano de Zacatecas las condiciones de sequía en la década reciente, ha afectado la disponibilidad de semilla de los maíces nativos. La preferencia del mercado por maíces blancos de tipo semi-harinoso, ha propiciado la disminución de maíces criollos con amplia variación fenotípica. La región de Cantuna, Zacatecas es originaria la colección Zacatecas 58, una de las fuentes de precocidad tradicionales de los programas de mejoramiento genético de México.

Con el fin de establecer una idea de la superficie, producción y rendimiento de maíz de temporal en los municipios de Zacatecas, a continuación se presenta el Cuadro 4, con las características señaladas del año 2006.

Cuadro 4. Superficie, producción y rendimiento de maíz de temporal en los municipios de Zacatecas. 2006.

	Municipio	Sup. Sembrada (ha)	Sup. Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	PMR (\$/ton)	Valor Producción (miles pesos)
1	Apozol	1,684.00	1,434.00	1,362.30	0.95	1,800.00	2,452.14
2	Apulco	2,565.00	2,265.00	1,812.00	0.80	1,800.00	3,261.60
3	Atolinga	980.00	860.00	3,010.00	3.50	2,100.00	6,321.00
4	Benito Juárez	1,085.00	1,020.00	2,040.00	2.00	2,100.00	4,284.00
5	Calera	2,100.00	2,100.00	1,890.00	0.90	1,800.00	3,402.00
6	Felipe Pescador	1,340.00	1,340.00	1,690.00	1.26	2,300.00	3,887.00
7	Chalchihuites	4,000.00	3,828.00	8,420.00	2.20	1,700.00	14,314.00
8	Concepción del Oro	2,568.00	2,568.00	1,541.00	0.60	1,500.00	2,311.50
9	Cuahtémoc	3,400.00	3,400.00	1,360.00	0.40	2,200.00	2,992.00
10	Fco. R. Murguía	9,243.00	9,195.00	18,309.00	1.99	1,800.00	32,956.20
11	Fresnillo	12,800.00	12,500.00	13,750.00	1.10	2,300.00	31,625.00
12	Genaro Codina	3,300.00	3,300.00	1,320.00	0.40	2,000.00	2,640.00
13	Enrique Estrada	1,000.00	1,000.00	950.00	0.95	1,800.00	1,710.00
14	Joaquín Amaro	1,940.00	1,940.00	2,134.00	1.10	2,000.00	4,268.00
15	Pánfilo Natera	8,125.00	8,125.00	2,875.00	0.35	2,182.61	6,275.00
16	Guadalupe	1,635.00	1,635.00	654.00	0.40	1,500.00	981.00
17	Huanusco	2,187.00	1,937.00	1,937.00	1.00	1,800.00	3,486.60
18	Jalpa	3,948.00	3,698.00	3,648.00	0.99	1,800.00	6,566.40
19	Jerez	8,370.00	8,370.00	6,696.00	0.80	2,000.00	13,392.00
20	Jiménez del Teul	2,360.00	2,196.00	4,382.00	2.00	1,700.00	7,449.40
21	Juan Aldama	2,440.00	2,440.00	8,261.00	3.39	2,000.00	16,522.00
22	Juchipila	2,500.00	1,900.00	1,007.00	0.53	1,800.00	1,812.60
23	Loreto	6,731.00	6,731.00	2,694.00	0.40	2,190.79	5,901.99
24	Luis Moya	2,715.00	2,715.00	950.25	0.35	2,199.45	2,090.03
25	Mazapil	11,610.00	11,610.00	6,966.00	0.60	1,500.00	10,449.00
26	Melchor Ocampo	724.00	614.00	434.00	0.71	1,500.00	651.00
27	Mezquital del Oro	1,100.00	850.00	450.50	0.53	1,800.00	810.90
28	Miguel Auza	3,175.00	3,086.00	8,580.00	2.78	1,800.00	15,444.00
29	Momax	620.00	370.00	666.00	1.80	2,100.00	1,398.60
30	Monte Escobedo	5,150.00	5,150.00	6,180.00	1.20	2,000.00	12,360.00
31	Morelos	753.00	753.00	753.00	1.00	1,800.00	1,355.40
32	Moyahua	2,500.00	2,150.00	1,505.00	0.70	1,800.00	2,709.00
33	Nochistlán Mejía	8,146.00	7,146.00	5,716.80	0.80	2,000.00	11,433.60
34	Noria de Ángeles	3,560.50	3,560.50	1,245.77	0.35	2,100.00	2,616.12
35	Ojocaliente	12,595.00	12,514.00	4,379.91	0.35	2,180.33	9,549.65
36	Panuco	890.00	890.00	712.00	0.80	2,000.00	1,424.00
37	Pinos	34,700.00	34,700.00	13,880.00	0.40	2,191.35	30,415.94
38	Río Grande	8,640.00	8,640.00	25,930.00	3.00	1,800.00	46,674.00
39	Sain Alto	4,057.00	4,039.00	10,098.00	2.50	1,800.00	18,176.40
40	Salvador El	2,080.00	2,080.00	1,248.00	0.60	1,500.00	1,872.00
41	Santa Ma. de la Paz	1,250.00	1,130.00	2,825.00	2.50	2,100.00	5,932.50
42	Sombrerete	10,900.00	10,687.00	22,636.00	2.12	1,800.00	40,744.80
43	Rustican	205.00	205.00	123.00	0.60	2,000.00	246.00
44	Tabasco	1,407.00	1,107.00	885.60	0.80	1,800.00	1,594.08
45	Tepechtlán	2,856.00	2,531.00	5,821.30	2.30	2,100.00	12,224.73
46	Tepetongo	5,220.00	5,220.00	3,654.00	0.70	2,000.00	7,308.00
47	Teul Glez. Ortega	1,678.00	1,553.00	5,435.50	3.50	2,100.00	11,414.55
48	Tlaltenango	2,463.00	2,098.00	3,776.40	1.80	2,100.00	7,930.44
49	Trancoso	200.00	200.00	140.00	0.70	1,800.00	252.00
50	Trinidad Cadena	856.00	856.00	3,252.80	3.80	2,100.00	6,830.88
51	Valparaíso	12,580.00	12,580.00	15,096.00	1.20	2,100.00	31,701.60
52	Vetagrande	640.00	640.00	288.00	0.45	1,500.00	432.00
53	Villa de Cos	1,700.00	1,700.00	1,020.00	0.60	1,800.00	1,836.00
54	Villa García	3,648.50	3,648.50	1,277.00	0.35	2,183.09	2,787.81
55	Villa Glz. Ortega	4,900.00	4,900.00	1,700.00	0.35	2,189.41	3,722.00
56	Villa Hidalgo	4,000.00	4,000.00	1,400.00	0.35	2,200.00	3,080.00
57	Villa Nueva	602.00	502.00	351.40	0.70	1,800.00	632.52
58	Villa Nueva	15,723.00	15,723.00	9,434.00	0.60	2,000.00	18,868.00
59	Zacatecas	600.00	600.00	480.00	0.80	1,800.00	864.00
	Total	260,745.00	254,530.00	261,033.53	1.03	1,940.91	506,642.97

3.7 Características climáticas del estado de Zacatecas.

La parte norte de la altiplanicie es una basta zona de escasas lluvias, debiendo su aridez a su situación con respecto a la faja subtropical de alta presión y la orientación general de las sierras que limitan y aíslan de los mares. La zona más árida con menos de 300 mm de lluvia al año se extiende en la parte norte central de esta región y abarca desde la frontera del Estado hasta las inmediaciones del paralelo 24° norte. El máximo de lluvias se presenta en verano debido probablemente a los movimientos conectivos del aire y la invasión del aire húmedo proveniente del Golfo de México con las entradas de los alisios profundos sobre la altiplanicie mexicana.

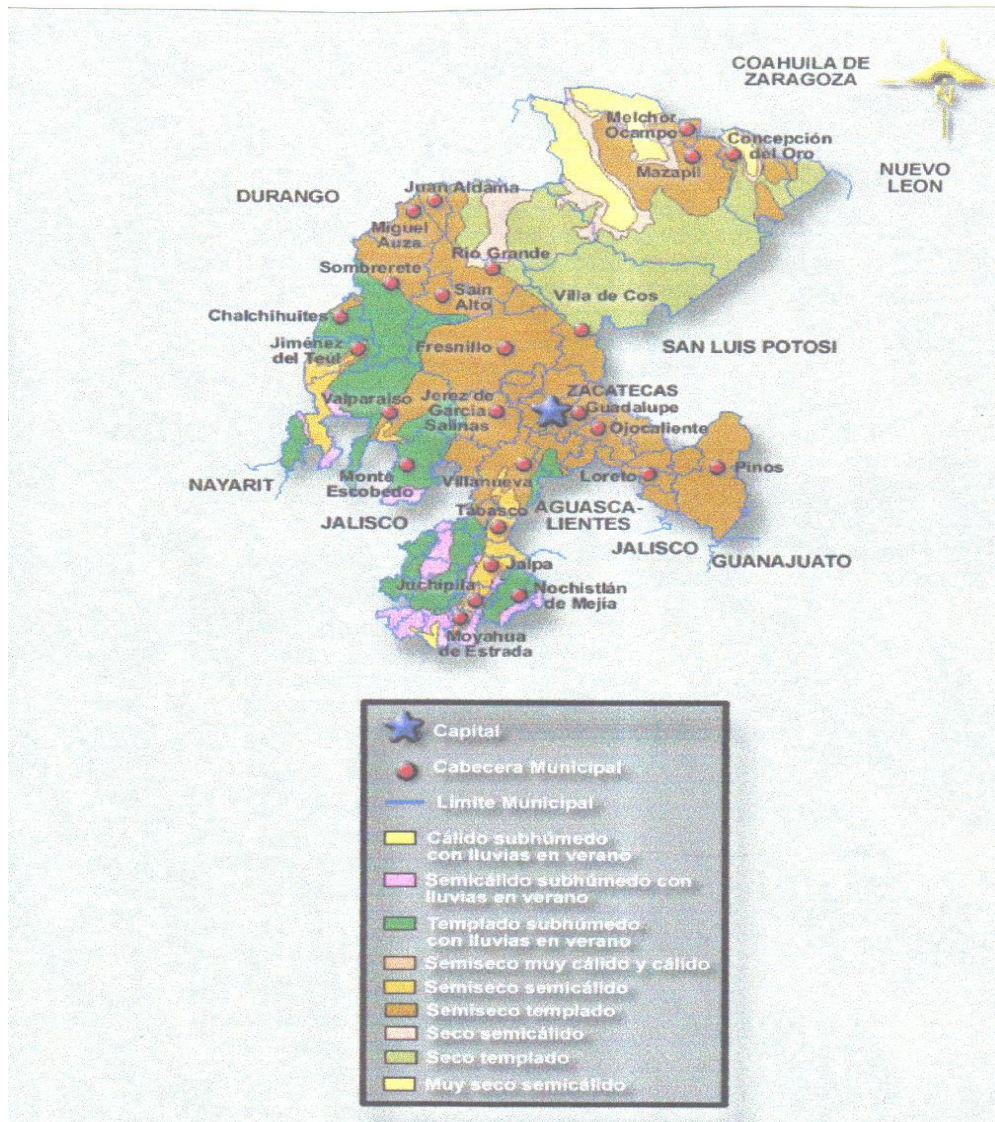


Figura 21. Características climáticas del estado de Zacatecas.

V. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El incremento en las vías de comunicación, ha permitido el acercamiento de las personas y facilitado la comercialización e intercambio de semillas de zonas cercanas y alejadas. Éste flujo de semillas hacia y entre las comunidades serranas no es la excepción, y como resultado se puede observar la infiltración de híbridos y variedades a los maíces nativos. El riesgo de pérdida de los maíces nativos de Zacatecas, que a través del tiempo fueron desplazados a la región serrana, no tiene como responsable exclusivo, la introducción desde hace 50 años de cultivares mejorados a los valles de producción intensiva, sino que incluye a otros como son la exposición a factores climáticos, la sustitución por cultivos como frijol, avena, cebada y pastos forrajeros; además de demográficos como la migración de pobladores jóvenes, la avanzada edad de los custodios y de éste importante recurso fitogenético, que en el mediano plazo no tendrán a quien transferir los materiales y el conocimiento del cultivo del maíz. Los maíces nativos, además de sus cualidades de adaptación que hacen que sean producibles en situaciones precarias de las áreas de temporal.

La evolución dinámica de la sociedad, acompañada en la actualidad por una intensa corriente de innovaciones tecnológicas y biológicas, hacia una diferente calidad de vida, ha provocado y continua ejerciendo cambios socio-económicos, que impactan al agroecosistema, modificando los valores, usos y costumbres de los sistemas tradicionales y de los que ahora se perciben como modernos, perturbando el entorno local, regional, nacional e internacional.

Las regiones mega diversas que albergan a los centros de origen y a la excepcional riqueza biológica, como México, se ven negativamente impactadas por tales procesos y por el cambio climático, que alteran la distribución y abundancia relativa de los maíces nativos, de sus parientes silvestres y de otros organismos.

Un ingrediente positivo para paliar esta situación de deterioro generalizado de la biodiversidad, es el interés renovado de varias instancias nacionales e internacionales por crear conciencia ecológica, proteger la biosfera y aprovechar con un espíritu conservacionista los recursos fitogenéticos. Dentro de éstos los maíces nativos que han sido cimiento de los imperios Olmeca, Azteca, Maya e Inca y en la actualidad el de los Estados Unidos de América, incrementa constantemente su valor estratégico a nivel regional, nacional e internacional.

Objetivo General

Conocer la diversidad y distribución geográfica actual de los Maíces Nativos de Zacatecas.

Objetivos particulares

1. Recolectar los maíces del estado de Zacatecas
2. Caracterizar e identificar a nivel de raza los maíces nativos de Zacatecas.
3. Digitalizar la información de las hojas pasaporte para crear la base de datos de los maíces nativos del estado de Zacatecas en el sistema Biótica 5.0 desarrollado por la CONABIO.
4. Elaboración del mapa de distribución de las colectas obtenidas utilizando el sistema Biótica 5.0.
5. Contribuir a la conservación *ex situ*, depositando la semilla en el Banco Central de Recursos Genéticos del INIFAP.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción del área de Trabajo

El estado de Zacatecas se localiza en la parte centro-norte de la República Mexicana al noreste de la capital. Sus coordenadas son: del paralelo 25° 09', 21° 01' de latitud norte y del meridiano 100° 48', 104° 20' de longitud oeste, a una altura media sobre el nivel del mar 2,230 metros. Los límites del estado son muy irregulares y han sufrido frecuentes variaciones con el tiempo. Colinda al norte con Coahuila, al noreste con Nuevo León en un vértice que es común a cuatro entidades, al este con San Luis Potosí al sur con Aguascalientes y Jalisco, al sureste con Nayarit. La división política de Zacatecas de acuerdo con la Constitución Estatal, es de 57 municipios con un total de 4,882 localidades, su capital es Zacatecas. El territorio zacatecano ocupa parte de tres grandes regiones orográficas: la Sierra Madre Occidental al oeste, la Altiplanicie Mexicana y la Sierra Madre Oriental. La Sierra Madre Occidental es abrupta, con cumbres que sobrepasan los 2,500 m sobre el nivel del mar, y con serranías menores orientadas de suroeste a noreste. En ella se encuentran los cañones de Juchipila y Tlaltenango. Toda esta zona es muy quebrada debido a sus numerosas serranías que encierran pequeñas llanuras, mesas valles, cañadas y desfiladeros.

5.1.1. Determinación de sitios de exploración y de colecta.

Para determinar los sitios de exploración, se consideraron las zonas de temporal, que es donde se siembran los maíces nativos. La selección de los lugares para realizar la exploración en busca de maíces nativos, se basó en la experiencia de las colectas realizadas anteriormente y en las estadísticas de la SAGARPA, considerando los municipios donde se sembró maíz en la modalidad de temporal en el ciclo primavera-verano en los años recientes. Es por ello que en los Distritos de Desarrollo Rural se tienen identificados los municipios más importantes para la producción de maíz de temporal, ponderando el número de colectas a realizar en cada uno de ellos, que incluye la variabilidad genética que se maneja en la región en cuanto a las condiciones agroecológicas y los propósitos de producción del

agricultor, éste es un periodo relativamente corto en el que hay que concentrar los esfuerzos para coleccionar los maíces nativos, en un entorno complicado por la inseguridad asociada al cultivo de enervantes.

El área geográfica considerada en este estudio contiene 58 municipios, y en los cuales se siembran 247,376 ha de maíz en la modalidad de temporal. Para ubicar las localidades donde se realizaron las colectas, se tomó en cuenta donde se ha colectado en el pasado, y de la información de los Distritos de Desarrollo Rural-CADERs a través del padrón de productores de maíz. En este proyecto se consideraron la exploración de los municipios, se elaboraron rutas de colecta y el plan para visitar las localidades en donde éstas se efectuaron.

5.1.2. Exploración y Recolectas:

Para el desarrollo de la investigación se consideraron los siguientes aspectos para el trabajo de campo y la recolecta de maíz:

- a. La cantidad de colectas por sitio de muestreo se determinó de acuerdo a la diversidad del germoplasma sembrado; variación inter-racial, usos, tiempo de sembrado por el agricultor y a la variación en el ambiente en que se sembró.
- b. En cada colecta se obtuvieron 30 mazorcas representativas de la diversidad genética de cada maíz nativo existente en la parcela, se hizo énfasis en buscar razas poco frecuentes.
- c. Se recabó información sobre el manejo, uso y preferencias de los agricultores en la hoja de pasaporte (Cuadro 5).
- d. El momento de recolección de las muestras se realizó en función de la época de cosecha, la cual se concentra de octubre a diciembre.

5.2. Caracterización de las colectas.

Al visitar los lotes de producción, se tomaron datos de planta considerados en la hoja de pasaporte. Las características cualitativas y cuantitativas de mazorca y grano, se midieron en gabinete con el apoyo de un ayudante y de un auxiliar, y se capturaron en tablas anexas al Sistema Biótica 5.0 Para este caso se midieron 10 mazorcas y 10 semillas por mazorca. Las características medidas fueron: longitud de

mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olote, cantidad hileras por mazorca, cantidad de grano por hilera, longitud de grano, grosor del grano, anchura del grano, volumen de 100 granos, peso seco de 100 granos, diámetro/longitud de la mazorca, anchura/longitud del grano, grosor/anchura del grano, color del grano, textura del grano, forma de la mazorca y color del olote.

En el formato de la “Hoja de Pasaporte” (Cuadro 5) se indican aquellos conceptos que se quedarán registrados para realizar una correcta identificación de las muestras recolectadas de los maíces nativos. Para cada caso se incluyó el valor correspondiente de dichos caracteres. Algunos datos se tomaron en campo al momento de la colecta y otros como lo son las mediciones de las mazorcas, se tomaron en laboratorio.

5.3. Identificación.

La clasificación taxonómica se hizo con apoyo del Dr. Juan Manuel Hernández Casillas, encargado del banco de Germoplasma de maíz del INIFAP .

5.4. Base de Datos. La información de la “Hoja de Pasaporte” de cada colecta fue incorporada al Sistema Biótica 5.0 conformando así, una base de datos sobre los maíces criollos del estado de Zacatecas, que incluyó una sección de fotografías de cada muestra y un mapa generado en el SIG del mismo sistema, con la distribución de las muestras colectadas en el estado.

5.5. Conservación *ex situ*. Las colecciones fueron depositadas en el Banco Central de Germoplasma de Maíz del INIFAP México.

Cuadro 5. Hoja de datos de Pasaporte

DATOS DE PASAPORTE PARA COLECTAS DE MAÍCES NATIVOS, TEOCINTLE Y TRIPSACUM									
NOMBRE(S) DE COLECTOR(ES):									
INICIAL(ES) DE COLECTOR(ES):					INSTITUCIÓN DEL COLECTOR:				
TIPO DE EJEMPLAR: Observado () Colectado ()									
FECHA DE COLECTA: Día: Mes: Año:					NÚMERO DE COLECTA/OBS.:				
ESTADO:			MUNICIPIO:			LOCALIDAD:			
LOCALIZACIÓN:									
NOMBRE DEL AGRICULTOR:					EDAD:		ETNIA:		
DOMICILIO DEL AGRICULTOR:					TELÉFONO:				
SITIO DE COLECTA: Troje () Terreno agrícola () Bodega Rural () Mercado () Institución () Otro:									
LATITUD N: grad min seg		LONGITUD W: grad min seg		ALTITUD m:					
NOMBRE DEL LOTE:					SUPERFICIE ha:				
TIPO DE SUELO:			PENDIENTE:		ORIENTACIÓN:		DRENAJE DEL SUELO:		
HÁBITAT: Llanura () Valle () Cuenca () Meseta () Ladera () Colina () Barranca () Montaña () Otra:									
¿CUANTOS TIPOS DIFERENTES DE MAÍZ CULTIVA?					¿CUALES SON?				
NOMBRE LOCAL (COMÚN, MÁS CONOCIDO):					LENGUA:				
TAMAÑO DE LA MUESTRA: Cantidad de mazorcas () Gramos de semilla () Cantidad de plantas () Cantidad de macollos ()									
VARIEDAD DEL AGRICULTOR ()					¿CULTIVADA POR CUANTOS AÑOS?			PROCEDENCIA:	
MEZCLA VARIETAL ()					¿CULTIVADA POR CUANTOS AÑOS?			PROCEDENCIA:	
¿CUALES VARIETADES ESTAN INCLUIDAS EN LA MEZCLA?									
VARIEDAD INTRODUCIDA ()					¿CULTIVADA POR CUANTOS AÑOS?			PROCEDENCIA:	
VARIEDAD MEJORADA ()					¿CULTIVADA POR CUANTOS AÑOS?			PROCEDENCIA:	
USOS: Grano () Nixtamal () Forraje () Combustible () Hoja () Otro:									
DESTINO DE LA PRODUCCIÓN: Autoconsumo () Mercado () Ambos ()									
ÉPOCA DE SIEMBRA: a) b)			ÉPOCA DE FLORACIÓN: a) b)						
ÉPOCA DE MADUREZ: a) b)			ÉPOCA DE COSECHA: a) b)						
RENDIMIENTO: a) b)			DENSIDAD DE PLANTAS:						
MÉTODO DE SIEMBRA: Mecanizado () Tracción animal () Espeque () Otro:									
SISTEMA DE SIEMBRA: Monocultivo ()			Policultivo ()		CULTIVOS ASOCIADOS:				
PROBLEMAS OBSERVADOS EN ALMACENAMIENTO:					CONTROL:				
¿FERTILIZA EL MAÍZ?:					¿QUE TIPO DE FERTILIZANTE USA?:				
TIPO DE RIEGO: Temporal () Con riego suplementario() Solo riego () Humedad residual ()									
¿CUALES SON LAS CARACTERÍSTICAS QUE LE GUSTAN DE LA VARIEDAD?									
¿CUALES SON LAS CARACTERÍSTICAS QUE NO LE GUSTAN DE LA VARIEDAD?									
¿QUIERE USTED CAMBIAR SU VARIEDAD?									
¿ES LA VARIEDAD RESISTENTE A:					Resistente ()		Susceptible ()		No Sabe ()
TAMAÑO DE LA POBLACIÓN: Km ² () Ha () m ² ()			DENSIDAD DE LA POBLACIÓN: plantas/m ² ()						
FRAGMENTACIÓN DE LA POBLACIÓN: Nada () Pocos fragmentos () Muy fragmentada ()									
ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS: Muchos () Regular () Pocos ()					PERCEPCIÓN DEL AGRICULTOR: Planta útil () Maleza ()				
MAÍZ SIMPÁTRICO: Si () No ()					PRESENCIA DE HÍBRIDOS NATURALES: Maíz-Tripsacum () Maíz-Teocintle ()				
ALTURA DE PLANTA (cm):			POSICIÓN DE TALLOS:			ALTURA DE TALLOS (cm):			
TALLOS MODIFICADOS: Presencia () Ausencia ()					TIPO DE TALLO MODIFICADO: Rizoma () Estolón ()				
CANTIDAD DE RAMAS DE LA INFLORESCENCIA: Central () Laterales () POSICIÓN DE RAMAS EN LA INFLORESCENCIA CENTRAL:									
COLOR DE ESTIGMAS:			COLOR DE ANTERAS:			COLOR DE SEMILLAS:			
GÉNERO:		ESPECIE:		SUBESPECIE:		RAZA:		RAZA SEC.:	
DETERMINADOR:					INICIALES:		FECHA DE DETERMINACIÓN:		
No. DE CATÁLOGO:			NOMBRE DE COLECCIÓN:				SIGLAS:		
INSTITUCIÓN DE LA COLECCIÓN:					SIGLAS:				
PAIS DE LA COLECCIÓN:					ESTADO DE LA COLECCIÓN:				
OBSERVACIONES:									
DATOS DE MAZORCA					DATOS DE GRANO				
Forma:		Longitud cm:			Color:		Grosor mm:		
No. de hileras:		Diámetro cm:			Textura:		Ancho/Long:		
Granos/hilera:		Longitud/Diámetro:			Ancho mm:		Grosor/Ancho:		
Diámetro de olote cm:		Color olote:			Longitud mm:		Volumen de 100 granos:		
							Peso de 100 granos:		

VI. RESULTADOS

En base a la superficie sembrada en cada municipio se consideró recolectar 160 muestras para determinar la distribución de los diferentes maíces criollos en Zacatecas. En base a la superficie, la producción y el rendimiento de maíz de temporal en los municipios del Estado (SAGARPA, 2006), se determinó que el número de colectas en cada municipio sería de la siguiente manera:

Cuadro 6. Cantidad de muestras colectadas por municipio.

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Cantidad de Muestras
Pinos	34700	10
Villa Nueva	15723	8
Ojo Caliente	12595	8
Valparaíso	12580	8
Fresnillo	12800	8
Mazapil	11610	8
Sombrerete	10900	8
Francisco R. Murgía	9243	7
Río Grande	8640	7
Jerez	8340	7
Nochistlán de Mejía	8146	7
Pánfilo Natera	8125	7
Loreto	6371	7
Monte Escobedo	5150	7
Tepetongo	5220	7
Saín Alto	4057	4
Villa Gonzáles Ortega	4900	4
Villa Hidalgo	4000	4
Chalchihuites	4000	4
Miguel Auza	3175	4
Noria de Ángeles	3560	4
Villa García	3648	4
Jalpa	3948	4
Genaro Codina	3300	4
Luis Moya	2715	1
Moyahua	2500	1
Salvador El	2080	1
Tepechitlán	2856	1
Tlaltenango	2463	1
Juchipila	2500	1
Juan Aldama	2440	1
Jiménez del Teul	2360	1
Huánuco	2187	1
Concepción del Oro	2568	1
Calera	2100	1
Apulco	2565	1

Proceso de recolecta

Las recolectas se iniciaron a partir del día 29 de octubre del 2008, concluyendo la recolección el día 16 de diciembre del 2008.

La información de cada una de los 166 muestras colectadas en los 36 municipios del Estado de Zacatecas, fue registrada en los correspondientes pasaportes con la información respectiva de identificación de colecta y colectores, ubicación geográfica, nombre de agricultor, descripción de colecta, datos de mazorca y grano y manejo agronómico. Dicha información fue resumida y con la información del manejo agronómico, constituyó la información necesaria para crear la correspondiente base de datos de los maíces criollos del Estado de Zacatecas. Los pasaportes fueron capturados en el sistema informático Biótica 5.0

En total, se recabaron 166 colectas durante este periodo. Las colectas fueron concentradas en el campo experimental, donde se empezó a procesar las mazorcas con una foto de 10 mazorcas para foto documentar las colectas, se desgranaron las 30 mazorcas de la muestra se pesaron 100 granos se saco el volumen de los granos se determino el color del grano, la textura, se midió un grano representativo de la colecta para saber la longitud y lo ancho del grano. A la mazorca se le tomaron medidas de las cuales eran longitud, diámetro. También se determinó el número de granos por hilera número de hileras, forma de la mazorca el diámetro del olote y color, así como la raza y la raza secundaria.

Dentro de los 36 municipios de Zacatecas muestreados, fue encontrada una importante variabilidad genética expresada en las 166 colectas realizadas, de las cuales se efectuó la correspondiente determinación racial (Cuadro 7). De esta manera, fue posible determinar la presencia de siete razas.

La raza Cónico Norteño aparece distribuida en todo el Estado; la raza Celaya es la segunda mas frecuente, esta prácticamente en los municipios de Jerez,

Fresnillo, Tepetongo, Monte Escobedo, Valparaíso, Río Grande, Saín Alto, Mazapil, Pánfilo Natera y Villa García. La raza Ratón se encontró en los municipios de Ojo Caliente, Villa Nueva, Moyahua, Jalpa, Tepetongo y Villa Hidalgo. La raza Elotes Occidentales se encontró en los municipios de Nochistlán, Tepetongo, Tlantenango, Valparaíso, Saín Alto y Calera. La raza Bolita se encontró en los municipios de Juchipila, Saín Alto y Loreto. La raza Tuxpeño se encontró en los municipios de Fresnillo y Tepetongo, y la raza Tabloncillo, fue solo una colecta que se encontró en el municipio de Tlaltenango. El número de colecta, la raza, las coordenadas geográficas, altitud, así como la localidad de cada municipio de las 166 colectas, se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Relación de colectas, de maíces criollos del estado de Zacatecas.

Número de Colecta	Raza	Altitud msnm	Latitud Grados	Latitud Minutos	Latitud Segundos	Longitud Grados	Longitud Minutos	Longitud Segundos	Localidad	Municipio
INIFAP2008LAMG1	Cónico Norteño	2215	22	51	7	-102	40	15	NORIA DE GRINGOS	MORELOS
INIFAP2008LAMG2	Cónico Norteño	2255	22	44	13	-102	45	36	SAN A. DE LOS NEGROS	ZACATECAS
INIFAP2008LAMG3	Celaya	2199	22	41	35	-102	44	7	BENITO JUAREZ	BENITO JUAREZ
INIFAP2008LAMG4	Cónico Norteño	2176	22	51	10	-102	38	39	NORIA DE GRINGOS	MORELOS
INIFAP2008LAMG5	Cónico Norteño	2071	22	41	56	-103	2	5	EL PORVENIR	JEREZ
INIFAP2008LAMG6	Celaya	2040	22	41	0	-103	1	9	JEREZ	JEREZ
INIFAP2009LAMG7	Cónico Norteño	2102	22	36	53	-102	46	18	MALPAZO	JEREZ
INIFAP2008LAMG8	Cónico Norteño	2160	22	50	55	-102	56	53	SAN CALLETANA	JEREZ
INIFAP2008LAMG9	Cónico Norteño	2100	22	46	59	-102	58	21	LOS JUAREZ	JEREZ
INIFAP2008LAMG10	Cónico Norteño	2056	22	41	41	-103	0	41	EL DURAZNO	JEREZ
INIFAP2008LAMG11	Cónico Norteño	1972	22	33	23	-103	2	41	SANTA FE	JEREZ
INIFAP2008LAMG12	Cónico Norteño	2247	23	5	55	-102	52	10	FRESNILLO	FRESNILLO
INIFAP2008LAMG13	Cónico Norteño	2206	23	8	53	-102	52	51	FRESNILLO	FRESNILLO
INIFAP2008LAMG14	Celaya	2149	23	11	21	-102	58	56	EMANCIPACION	FRESNILLO
INIFAP2008LAMG15	Tuxpeño	2083	23	13	8	-103	1	59	ERENDIDA	FRESNILLO
INIFAP2008LAMG16	Cónico Norteño	2066	23	16	53	-102	57	40	SAN JOSE DE LOURDES	FRESNILLO
INIFAP2008LAMG17	Celaya	2119	23	13	58	-102	48	30	MENDOZA	FRESNILLO
INIFAP2008LAMG18	Cónico Norteño	2091	23	11	25	-102	46	50	ESTACION SAN JOSE	FRESNILLO
INIFAP2008LAMG19	Celaya	2086	23	8	41	-102	40	46	PARDILLO 2	FRESNILLO
INIFAP2008LAMG20	Cónico Norteño	2068	22	41	0	-102	18	21	PALMILLAS	OJOCALIENTE
INIFAP2008LAMG21	Cónico Norteño	2091	22	40	9	-102	17	39	PALMILLAS	OJOCALIENTE
INIFAP2008LAMG22	Cónico Norteño	2085	22	39	22	-102	15	40	CERRITO DE LA CRUZ	OJOCALIENTE
INIFAP2008LAMG23	Ratón	2096	22	39	30	-102	14	38	CERRITO DE LA CRUZ	OJOCALIENTE
INIFAP2008LAMG24	Cónico Norteño	2096	22	39	30	-102	14	39	CERRITO DE LA CRUZ	OJOCALIENTE
INIFAP2008LAMG25	Cónico Norteño	2107	22	32	40	-102	11	2	JARILLAS	OJOCALIENTE

INIFAP2008LAMG26	Cónico Norteño	2102	22	40	36	-102	16	9	LA VERDE	OJOCALIENTE
INIFAP2008LAMG27	Cónico Norteño	2103	22	34	24	-102	18	55	TLACOTES	OJOCALIENTE
INIFAP2008LAMG28	Celaya	2000	22	27	55	-102	15	54	LUIS MOYA	LUIS MOYA
INIFAP2008LAMG29	Cónico Norteño	2313	22	32	7	-102	27	33	SANTA INES	GENARO CODINA
INIFAP2008LAMG30	Ratón	2326	22	37	23	-102	28	18	SAN RAMOS	GENARO CODINA
INIFAP2008LAMG31	Cónico Norteño	2270	22	29	35	-102	29	13	PASO DE MENDEZ	GENARO CODINA
INIFAP2008LAMG32	Cónico Norteño	2272	22	29	36	-102	29	12	PASO DE MENDEZ	GENARO CODINA
INIFAP2008LAMG33	Cónico Norteño	2301	22	38	45	-102	28	41	SAN JERONIMO	GUADALUPE
INIFAP2008LAMG34	Tuxpeño	2025	22	31	55	-102	48	18	FELIPE ANGELES	VILLANUEVA
INIFAP2008LAMG35	Cónico Norteño	2019	22	29	47	-102	49	26	ATITANAC	VILLANUEVA
INIFAP2008LAMG36	Ratón	2075	22	28	50	-102	53	35	ADJUNTAS DEL REFUGIO	VILLANUEVA
INIFAP2008LAMG37	Ratón	2001	22	26	2	-102	51	27	LA QUEMADA	VILLANUEVA
INIFAP2008LAMG38	Cónico Norteño	2131	22	15	15	-102	50	37	LAGUNA DEL CARRETERO	VILLANUEVA
INIFAP2008LAMG39	Cónico Norteño	1841	22	6	44	-102	50	9	SOYATE	VILLANUEVA
INIFAP2008LAMG40	Cónico Norteño	1810	22	5	28	-102	51	4	TAYAHUA	VILLANUEVA
INIFAP2009LAMG41	Bolita	1587	21	58	10	-102	53	16	AGUA BLANCA	VILLANUEVA
INIFAP2009LAMG42	Cónico Norteño	1557	21	47	34	-102	57	57	HUANUSCO	HUANUSCO
INIFAP2009LAMG43	Ratón	1488	21	43	4	-102	58	25	GUADALUPE VICTORIA	JALPA
INIFAP2009LAMG44	Ratón	1218	21	16	39	-103	9	44	MOYAHUA DE ESTRADA	MOYAHUA DE ESTRADA
INIFAP2009LAMG45	Bolita	1229	21	19	44	-103	8	24	NOCHISTLAN DE MEJIA	JUCHIPILA
INIFAP2009LAMG46	Cónico Norteño	1235	21	23	41	-103	7	9	SAN PEDRO	JALPA
INIFAP2009LAMG47	Ratón	1382	21	30	28	-102	30	26	JALPA	JALPA
INIFAP2009LAMG48	Cónico Norteño	1568	21	40	3	-102	53	47	SANTA JUANA	JALPA
INIFAP2009LAMG49	Cónico Norteño	2250	21	34	18	-102	47	18	LA LAGUNA	NOCHISTLAN DE MEJIA
INIFAP2009LAMG50	Cónico Norteño	2320	21	27	8	-102	52	18	MESA DE FRIAS	NOCHISTLAN DE MEJIA
INIFAP2009LAMG52	Elotes Occidentales	2370	21	27	25	-102	50	22	CERRO DE SAN MIGUEL	NOCHISTLAN DE MEJIA
INIFAP2009LAMG53	Elotes Occidentales	1834	21	21	26	-102	49	49	NOSHISTLAN	NOCHISTLAN DE MEJIA

INIFAP2009LAMG55	Ratón	1934	21	24	4	-102	44	23	LA ESTACION	NOCHISTLAN DE MEJIA
INIFAP2009LAMG51	Cónico Norteño	2370	21	27	25	-102	50	22	CERRO DE SAN MIGUEL	NOCHISTLAN DE MEJIA
INIFAP2009LAMG54	Elotes Occidentales	1822	21	21	21	-102	47	47	NOSHISTLAN	NOCHISTLAN DE MEJIA
INIFAP2009LAMG56	Ratón	1891	22	27	19	-103	6	12	SAN ANTONIO	TEPETONGO
INIFAP2009LAMG57	Ratón	1948	22	28	20	-103	9	10	TEPETONGO	TEPETONGO
INIFAP2009LAMG58	Celaya	1978	22	28	53	-103	9	36	EL SOLITRAL	TEPETONGO
INIFAP2009LAMG59	Cónico Norteño	2031	22	31	42	-103	9	32	MARECITOS	TEPETONGO
INIFAP2009LAMG60	Tuxpeño	1902	22	24	56	-103	9	53	VIVORAS	TEPETONGO
INIFAP2009LAMG61	Celaya	1953	22	24	21	-103	9	21	VIVORAS	TEPETONGO
INIFAP2009LAMG62	Elotes Occidentales	1963	22	29	29	-103	2	1	BUENA VISTA	TEPETONGO
INIFAP2009LAMG63	Celaya	1971	22	19	26	-103	25	10	ANACLETO LOPEZ	MONTE ESCOBEDO
INIFAP2009LAMG64	Cónico Norteño	1913	22	18	45	-103	28	51	SANTA TERESA	MONTE ESCOBEDO
INIFAP2009LAMG65	Celaya	2200	22	18	33	-103	33	31	MONTE ESCOBEDO	MONTE ESCOBEDO
INIFAP2009LAMG66	Cónico Norteño	2230	22	19	30	-103	33	26	MONTE ESCOBEDO	MONTE ESCOBEDO
INIFAP2009LAMG67	Cónico Norteño	2230	22	19	30	-103	33	26	MONTE ESCOBEDO	MONTE ESCOBEDO
INIFAP2009LAMG68	Celaya	2230	22	19	30	-103	33	26	MONTE ESCOBEDO	MONTE ESCOBEDO
INIFAP2009LAMG69	Cónico Norteño	2087	22	33	48	-103	31	45	SANTA BARBARA	MONTE ESCOBEDO
INIFAP2009LAMG70	Celaya	1719	21	41	56	-103	18	37	TALESTEIPA	TEPECHITLAN
INIFAP2009LAMG71	Elotes Occidentales	1763	21	45	57	-103	16	15	TLATELNANGO	TLALTENANGO DE SANCHEZ ROMAN
INIFAP2009LAMG72	Tabloncillo	1763	21	45	57	-103	16	15	TLATELNANGO	TLALTENANGO DE SANCHEZ ROMAN
INIFAP2009LAMG73	Cónico Norteño	2161	23	2	2	-103	10	8	GUADALUPE TRUJILLO	VALPARAISO
INIFAP2009LAMG74	Cónico Norteño	2257	22	54	56	-103	6	53	SANTA ROSA	VALPARAISO
INIFAP2009LAMG75	Bolita	2207	22	59	12	-103	13	35	SOMBRERETILLO	VALPARAISO
INIFAP2009LAMG76	Elotes Occidentales	1968	22	44	53	-103	35	54	TEJUJAN	VALPARAISO
INIFAP2009LAMG77	Bolita	1968	22	44	53	-103	35	54	TEJUJAN	VALPARAISO
INIFAP2009LAMG78	Celaya	1968	22	44	53	-103	35	55	TEJUJAN	VALPARAISO
INIFAP2009LAMG79	Bolita	1968	22	44	53	-103	35	55	TEJUJAN	VALPARAISO

INIFAP2009LAMG80	Cónico Norteño	2007	22	47	54	-103	31	44	VALPARAISO	VALPARAISO
INIFAP2009LAMG81	Cónico Norteño	2036	22	48	33	-103	29	13	VALPARAISO	VALPARAISO
INIFAP2009LAMG82	Cónico Norteño	2046	22	50	16	-103	24	53	LOBATOS	VALPARAISO
INIFAP2009LAMG83	Cónico Norteño	2017	23	57	59	-103	5	37	NIEVES	RIO GRANDE
INIFAP2009LAMG84	Cónico Norteño	1974	23	59	31	-103	2	0	NIEVES	RIO GRANDE
INIFAP2009LAMG85	Cónico Norteño	1974	23	59	31	-103	2	0	NIEVES	RIO GRANDE
INIFAP2009LAMG86	Cónico Norteño	2025	24	2	55	-103	0	59	NIEVES	RIO GRANDE
INIFAP2009LAMG87	Cónico Norteño	1922	23	51	36	-103	6	50	EL FUERTE	RIO GRANDE
INIFAP2009LAMG88	Celaya	1922	23	51	36	-103	6	50	EL FUERTE	RIO GRANDE
INIFAP2009LAMG89	Cónico Norteño	1894	23	50	47	-103	2	42	LOS RAMIREZ	RIO GRANDE
INIFAP2009LAMG90	Cónico Norteño	1894	23	50	47	-103	2	42	LOS RAMIREZ	RIO GRANDE
INIFAP2009LAMG91	Cónico Norteño	2052	24	14	27	-103	22	58	MIGUEL AUZA	MIGUEL AUZA
INIFAP2009LAMG92	Cónico Norteño	1937	24	18	58	-103	25	55	MIGUEL AUZA	MIGUEL AUZA
INIFAP2009LAMG93	Cónico Norteño	2002	24	16	50	-103	24	35	MIGUEL AUZA	MIGUEL AUZA
INIFAP2009LAMG94	Cónico Norteño	2008	24	17	42	-103	22	38	JUAN ALDAMA	JUAN ALDAMA
INIFAP2009LAMG95	Cónico Norteño	1999	24	18	49	-103	22	43	JUAN ALDAMA	JUAN ALDAMA
INIFAP2009LAMG96	Cónico Norteño	1999	24	18	49	-103	22	43	JUAN ALDAMA	JUAN ALDAMA
INIFAP2009LAMG97	Celaya	2159	23	36	21	-103	21	37	15 DE SEPTIEMBRE	SAIN ALTO
INIFAP2009LAMG98	Celaya	2141	27	37	33	-103	21	25	CANTUNA	SAIN ALTO
INIFAP2009LAMG99	Cónico Norteño	2149	23	36	10	-103	19	18	LOS REYES	SAIN ALTO
INIFAP2009LAMG100	Cónico Norteño	2149	23	36	10	-103	19	18	LOS REYES	SAIN ALTO
INIFAP2009LAMG101	Cónico Norteño	2137	23	35	19	-103	16	50	SAIN ALTO	SAIN ALTO
INIFAP2009LAMG102	Cónico Norteño	1985	23	35	24	-102	9	25	EMILIANO ZAPATA	VILLA DE COS
INIFAP2009LAMG103	Celaya	1943	22	7	55	-101	59	2	SAN FRANCISCO DE LOS QUIJANOS	MAZAPIL
INIFAP2009LAMG104	Cónico Norteño	2067	22	7	55	-101	59	2	VILLA GARCIA	VILLA GARCIA
INIFAP2009LAMG105	Cónico Norteño	1912	24	16	45	-101	56	34	INGACIO ALLENDE	MAZAPIL
INIFAP2009LAMG106	Celaya	1912	24	16	45	-101	56	34	INGACIO ALLENDE	MAZAPIL
INIFAP2009LAMG107	Cónico Norteño	1885	24	21	37	-101	50	2	EL CARDITO	MAZAPIL

INIFAP2009LAMG108	Cónico Norteño	1934	24	21	58	-101	33	18	EL ROSARIO	MAZAPIL
INIFAP2009LAMG109	Celaya	1980	23	53	19	-101	43	44	RANCHO NUEVO	MAZAPIL
INIFAP2009LAMG110	Cónico Norteño	2238	23	36	47	-103	24	21	FRANCISCO I. MADERO	SAIN ALTO
INIFAP2009LAMG111	Elotes Occidentales	2238	23	36	47	-103	24	21	FRANCISCO I. MADERO	SAIN ALTO
INIFAP2009LAMG112	Cónico Norteño	2424	23	39	30	-103	39	58	SOMBRERETE	SOMBRERETE
INIFAP2009LAMG113	Cónico Norteño	2300	23	43	37	-103	39	34	SAN JOSE DEL TERRERO	SOMBRERETE
INIFAP2009LAMG114	Cónico Norteño	2227	23	49	19	-103	39	29	COL. ZARAGOZA	SOMBRERETE
INIFAP2009LAMG115	Cónico Norteño	2227	23	49	19	-103	39	29	COL. ZARAGOZA	SOMBRERETE
INIFAP2009LAMG116	Cónico Norteño	2242	23	58	4	-103	38	46	COLONIA HIDALGO	SOMBRERETE
INIFAP2009LAMG117	Cónico Norteño	2250	23	58	1	-103	36	46	COLONIA HIDALGO	SOMBRERETE
INIFAP2009LAMG118	Cónico Norteño	2132	23	57	2	-103	23	54	COLONIA GONZALEZ ORTEGA	SOMBRERETE
INIFAP2009LAMG119	Cónico Norteño	2132	23	57	2	-103	23	54	COLONIA GONZALEZ ORTEGA	SOMBRERETE
INIFAP2009LAMG120	Cónico Norteño	2140	23	56	54	-103	23	30	COLONIA GONZALEZ ORTEGA	SOMBRERETE
INIFAP2009LAMG121	Cónico Norteño	2160	22	56	58	-102	40	49	ESTACION VICTOR ROSALES	CALERA
INIFAP2009LAMG122	Cónico Norteño	2163	22	57	10	-102	40	48	ESTACION VICTOR ROSALES	CALERA
INIFAP2009LAMG123	Elotes Occidentales	2141	22	57	7	-102	41	20	ESTACION VICTOR ROSALES	CALERA
INIFAP2009LAMG124	Cónico Norteño	2105	22	41	43	-102	11	26	EL PORVENIR	GENERAL PANFILO NATERA
INIFAP2009LAMG125	Celaya	2134	22	41	8	-102	9	41	UNION DE SAN ANTONIO	GENERAL PANFILO NATERA
INIFAP2009LAMG126	Celaya	2132	22	41	9	-102	9	47	UNION DE SAN ANTONIO	GENERAL PANFILO NATERA
INIFAP2009LAMG127	Cónico Norteño	2132	22	41	9	-102	9	47	UNION DE SAN ANTONIO	GENERAL PANFILO NATERA
INIFAP2009LAMG128	Cónico Norteño	2132	22	41	9	-102	9	46	UNION DE SAN ANTONIO	GENERAL PANFILO NATERA
INIFAP2009LAMG129	Cónico Norteño	2153	22	40	58	-102	7	7	LA BLANCA	GENERAL PANFILO NATERA
INIFAP2009LAMG130	Cónico Norteño	2153	22	42	0	-102	12	49	NUEVO MUNDO	GENERAL PANFILO NATERA
INIFAP2009LAMG131	Cónico Norteño	1934	23	16	27	-103	48	4	JIMENEZ DEL TEUL	JIMENEZ DEL TEUL
INIFAP2009LAMG132	Cónico Norteño	2270	23	20	47	-103	50	39	GUALTERIO	CHALCHIHUITES

INIFAP2009LAMG133	Cónico Norteño	2049	23	34	44	-103	49	58	GUALTERIO	CHALCHIHUITES
INIFAP2009LAMG134	Cónico Norteño	2208	23	46	38	-103	53	25	LA SOLEDAD DEL SUR	CHALCHIHUITES
INIFAP2009LAMG135	Cónico Norteño	2159	23	27	17	-103	54	40	PIEDRA AZUL	CHALCHIHUITES
INIFAP2009LAMG136	Cónico Norteño	2103	22	22	29	-102	6	2	LORETO	LORETO
INIFAP2009LAMG137	Cónico Norteño	2104	22	22	29	-102	6	1	LORETO	LORETO
INIFAP2009LAMG138	Cónico Norteño	2058	22	21	30	-102	4	45	LORETO	LORETO
INIFAP2009LAMG139	Cónico Norteño	2048	22	21	20	-102	4	54	LORETO	LORETO
INIFAP2009LAMG140	Celaya	2046	22	16	18	-101	58	4	LORETO	LORETO
INIFAP2009LAMG141	Cónico Norteño	2048	22	17	8	-101	59	17	LORETO	LORETO
INIFAP2009LAMG142	Bolita	2029	22	17	29	-102	2	41	NORIA DE BORREGOS	LORETO
INIFAP2009LAMG143	Celaya	2080	22	8	13	-101	58	20	VILLA GARCIA	VILLA GARCIA
INIFAP2009LAMG144	Cónico Norteño	2340	22	21	59	-101	36	51	PINOS	PINOS
INIFAP2009LAMG145	Cónico Norteño	2340	22	21	59	-101	36	51	PINOS	PINOS
INIFAP2009LAMG146	Cónico Norteño	2350	22	22	1	-101	36	51	PINOS	PINOS
INIFAP2009LAMG147	Cónico Norteño	2368	22	21	52	-101	36	39	PINOS	PINOS
INIFAP2009LAMG148	Cónico Norteño	2345	22	21	13	-101	37	32	GUADALUPE DE LOS POZOS	PINOS
INIFAP2009LAMG149	Celaya	2379	22	27	13	-101	37	35	GUADALUPE DE LOS POZOS	PINOS
INIFAP2009LAMG150	Cónico Norteño	2246	22	12	54	-101	38	8	LA VICTORIA	PINOS
INIFAP2009LAMG151	Cónico Norteño	2239	22	12	51	-101	38	42	LA VICTORIA	PINOS
INIFAP2009LAMG152	Cónico Norteño	2222	22	18	36	-101	41	20	LA VICTORIA	PINOS
INIFAP2009LAMG153	Cónico Norteño	2210	22	29	50	-101	57	27	ESTANCIA DE ANIMAS	VILLA GONZALEZ ORTEGA
INIFAP2009LAMG154	Cónico Norteño	2128	22	30	10	-101	56	19	VILLA GONZALEZ ARTEAGA	VILLA GONZALEZ ORTEGA
INIFAP2009LAMG155	Ratón	2164	22	29	28	-101	54	47	VILLA GONZALEZ ARTEAGA	VILLA GONZALEZ ORTEGA
INIFAP2009LAMG156	Cónico Norteño	2164	22	29	28	-101	54	47	VILLA GONZALEZ ARTEAGA	VILLA GONZALEZ ORTEGA
INIFAP2009LAMG157	Cónico Norteño	2205	22	26	26	-101	54	39	NORIA DE LOS ANGELES	NORIA DE ANGELES
INIFAP2009LAMG158	Cónico Norteño	2100	22	24	41	-101	58	29	NORIA DE LOS ANGELES	NORIA DE ANGELES
INIFAP2009LAMG159	Cónico Norteño	2202	22	26	23	-101	55	2	NORIA DE LOS ANGELES	NORIA DE ANGELES

INIFAP2009LAMG160	Cónico Norteño	2202	22	26	23	-101	55	2	NORIA DE LOS ANGELES	NORIA DE ANGELES
INIFAP2009LAMG161	Cónico Norteño	2203	22	19	59	-101	42	15	VILLA HIDALGO	VILLA HIDALGO
INIFAP2009LAMG162	Cónico Norteño	2201	22	20	99	-101	42	13	VILLA HIDALGO	VILLA HIDALGO
INIFAP2009LAMG163	Cónico Norteño	2178	22	20	19	-101	43	43	VILLA HIDALGO	VILLA HIDALGO
INIFAP2009LAMG164	Ratón	2122	22	22	38	-101	45	37	VILLA HIDALGO	VILLA HIDALGO
INIFAP2009LAMG165	Cónico Norteño	2067	22	7	55	-101	59	2	VILLA GARCIA	VILLA GARCIA
INIFAP2009LAMG166	Cónico Norteño	2067	22	7	55	-101	59	2	VILLA GARCIA	VILLA GARCIA

De un total de 166 colectas de maíces nativos (criollos) del estado de Zacatecas, las razas más frecuentes fueron: *Cónico Norteño* con una frecuencia de 110 colectas, *Celaya* con 24, *Ratón* con 13, *Bolita* con 6, *Tuxpeño* con 3 y *Elotes Occidentales* con 9 colectas.

Como razas secundarias, *Ratón* se presentó en 29 colectas, *Celaya* en 16, *Cónico Norteño* con 10, *Pepitilla* con siete, *Bolita* con tres y *Elotes Occidentales* en dos colectas. Esto se puede apreciar en los Cuadros 8 y 9.

Cuadro 8. DETERMINACIÓN RACIAL DE LAS COLECTAS DE MAÍZ DE ZACATECAS EFECTUADA EL 6 DE ABRIL DE 2009

NUMERO COLECTA	RAZA PRINCIPAL	RAZA SECUNDARIA
LAMG1	Cónico Norteño	Celaya
LAMG2	Cónico Norteño	Celaya
LAMG3	Celaya	
LAMG4	Cónico Norteño	
LAMG5	Cónico Norteño	Celaya
LAMG6	Celaya	Cónico Norteño
LAMG7	Cónico Norteño	
LAMG8	Cónico Norteño	
LAMG9	Cónico Norteño	
LAMG10	Cónico Norteño	
LAMG11	Cónico Norteño	Ratón
LAMG12	Cónico Norteño	
LAMG13	Cónico Norteño	
LAMG14	Celaya	
LAMG15	Tuxpeño	
LAMG16	Cónico Norteño	Ratón
LAMG17	Celaya	
LAMG18	Cónico Norteño	
LAMG19	Celaya	
LAMG20	Cónico Norteño	Ratón
LAMG21	Cónico Norteño	
LAMG22	Cónico Norteño	

LAMG23	Ratón	Cónico Norteño
LAMG24	Cónico Norteño	Celaya
LAMG25	Ratón	
LAMG26	Cónico Norteño	Ratón
LAMG27	Cónico Norteño	
LAMG28	Celaya	
LAMG29	Cónico Norteño	
LAMG30	Ratón	
LAMG31	Cónico Norteño	Ratón
LAMG32	Cónico Norteño	
LAMG33	Cónico Norteño	Pepitilla
LAMG34	Tuxpeño	
LAMG35	Cónico Norteño	Pepitilla
LAMG36	Ratón	
LAMG37	Ratón	
LAMG38	Cónico Norteño	Ratón
LAMG39	Cónico Norteño	Ratón
LAMG40	Cónico Norteño	
LAMG41	Bolita	Cónico Norteño
LAMG42	Cónico Norteño	Pepitilla
LAMG43	Ratón	
LAMG44	Ratón	Celaya
LAMG45	Bolita	Cónico Norteño
LAMG46	Cónico Norteño	
LAMG47	Ratón	
LAMG48	Cónico Norteño	
LAMG49	Cónico Norteño	Celaya
LAMG50	Cónico Norteño	Pepitilla
LAMG51	Cónico Norteño	Pepitilla
LAMG52	Elotes Occidentales	
LAMG53	Elotes Occidentales	
LAMG54	Elotes Occidentales	
LAMG55	Ratón	
LAMG56	Ratón	
LAMG57	Ratón	
LAMG58	Celaya	Ratón

LAMG59	Cónico Norteño	Ratón
LAMG60	Tuxpeño	Celaya
LAMG61	Celaya	Cónico Norteño
LAMG62	Elotes Occidentales	
LAMG63	Celaya	Ratón
LAMG64	Cónico Norteño	Ratón
LAMG65	Celaya	Ratón
LAMG66	Cónico Norteño	Ratón
LAMG67	Cónico Norteño	Elotes Occidentales
LAMG68	Celaya	Cónico Norteño
LAMG69	Cónico Norteño	Ratón
LAMG70	Celaya	Bolita
LAMG71	Elotes Occidentales	
LAMG72	Tabloncillo	Bolita
LAMG73	Cónico Norteño	
LAMG74	Cónico Norteño	
LAMG75	Bolita	
LAMG76	Elotes Occidentales	
LAMG77	Bolita	Celaya
LAMG78	Celaya	
LAMG79	Bolita	Cónico Norteño
LAMG80	Cónico Norteño	
LAMG81	Cónico Norteño	Ratón
LAMG82	Cónico Norteño	
LAMG83	Cónico Norteño	
LAMG84	Cónico Norteño	Elotes Occidentales
LAMG85	Cónico Norteño	
LAMG86	Cónico Norteño	Elotes Occidentales
LAMG87	Cónico Norteño	Ratón
LAMG88	Celaya	Cónico Norteño
LAMG89	Cónico Norteño	Celaya
LAMG90	Cónico Norteño	Celaya
LAMG91	Cónico Norteño	Ratón
LAMG92	Cónico Norteño	
LAMG93	Cónico Norteño	
LAMG94	Cónico Norteño	

LAMG95	Cónico Norteño	
LAMG96	Cónico Norteño	Bolita
LAMG97	Celaya	
LAMG98	Celaya	
LAMG99	Cónico Norteño	Bolita
LAMG100	Cónico Norteño	Pepitilla
LAMG101	Cónico Norteño	
LAMG102	Cónico Norteño	Ratón
LAMG103	Celaya	Cónico Norteño
LAMG104	Cónico Norteño	
LAMG105	Cónico Norteño	
LAMG106	Celaya	
LAMG107	Cónico Norteño	Celaya
LAMG108	Cónico Norteño	
LAMG109	Celaya	
LAMG110	Cónico Norteño	Celaya
LAMG111	Elotes Occidentales	
LAMG112	Cónico Norteño	Pepitilla
LAMG113	Cónico Norteño	
LAMG114	Cónico Norteño	
LAMG115	Cónico Norteño	
LAMG116	Cónico Norteño	
LAMG117	Cónico Norteño	Celaya
LAMG118	Cónico Norteño	
LAMG119	Cónico Norteño	
LAMG120	Cónico Norteño	Ratón
LAMG121	Cónico Norteño	Ratón
LAMG122	Cónico Norteño	Ratón
LAMG123	Elotes Occidentales	
LAMG124	Cónico Norteño	
LAMG125	Celaya	
LAMG126	Celaya	
LAMG127	Elotes Occidentales	
LAMG128	Cónico Norteño	
LAMG129	Cónico Norteño	
LAMG130	Cónico Norteño	

LAMG131	Cónico Norteño	Celaya
LAMG132	Cónico Norteño	
LAMG133	Cónico Norteño	Ratón
LAMG134	Cónico Norteño	
LAMG135	Cónico Norteño	
LAMG136	Cónico Norteño	Ratón
LAMG137	Cónico Norteño	Ratón
LAMG138	Cónico Norteño	
LAMG139	Cónico Norteño	
LAMG140	Celaya	
LAMG141	Cónico Norteño	
LAMG142	Bolita	
LAMG143	Celaya	Cónico Norteño
LAMG144	Cónico Norteño	
LAMG145	Cónico Norteño	
LAMG146	Cónico Norteño	
LAMG147	Cónico Norteño	
LAMG148	Cónico Norteño	Ratón
LAMG149	Celaya	Cónico Norteño
LAMG150	Cónico Norteño	
LAMG151	Cónico Norteño	
LAMG152	Cónico Norteño	
LAMG153	Cónico Norteño	Celaya
LAMG154	Cónico Norteño	
LAMG155	Cónico Norteño	
LAMG156	Cónico Norteño	
LAMG157	Cónico Norteño	Ratón
LAMG158	Cónico Norteño	
LAMG159	Cónico Norteño	
LAMG160	Cónico Norteño	Ratón
LAMG161	Cónico Norteño	Celaya
LAMG162	Cónico Norteño	
LAMG163	Cónico Norteño	Ratón
LAMG164	Ratón	
LAMG165	Ratón	
LAMG166	Cónico Norteño	

La razas encontradas en el estado de Zacatecas, así como la frecuencia de estas, se presentan en el Cuadro 9, observando que la más frecuente es la Cónico Norteño con 112 muestras de las 166 en total; y en contraparte, la raza Tabloncillo solo está presente en una muestra.

Cuadro 9. Razas Presentes en las Colectas de Zacatecas.

NUM.	RAZA PRINCIPAL	FRECUENCIA
1	Cónico Norteño	112
2	Celaya	24
3	Ratón	12
4	Elotes Occidentales	8
5	Bolita	6
6	Tuxpeño	3
7	Tabloncillo	1
	SUMA	166

Así mismo, con presencia o influencia de otras razas se identificaron 14 cruza: Cónico Norteño x Ratón con 25 muestras; Cónico Norteño x Celaya con 18; Celaya x Cónico Norteño y Cónico Norteño x Pepitilla con siete; Celaya x Ratón, Cónico Norteño x Elotes Occidentales y Bolita x Cónico Norteño con tres muestras cada una; Cónico Norteño x Bolita con dos muestras y Ratón x Cónico Norteño, Ratón x Celaya, Bolita x Celaya, Celaya x Bolita y Tabloncillo x Bolita con una muestra cada una. Estas combinaciones representan el 44% del total de muestras colectadas.

En consecuencia, se infiere que la raza con mayor presencia e influencia genética en los municipios explorados es la raza Cónico Norteño, la cual *per se*, representa hasta un 66.3% de la variabilidad genética colectada, dentro de la cual el 39.75% es detectado en las cruza con las razas Ratón, Celaya, Pepitilla, Elotes Occidentales y Bolita. Otra raza importante es la Celaya, representando el 14.45%,

esto indica que estas dos razas, representan en su totalidad el 80.75% de la variabilidad genética determinada en las razas de maíces nativos colectados en Zacatecas en este proyecto.

Asimismo, mediante la anterior información taxonómico/racial fue posible determinar la distribución a nivel municipal, con el propósito de verificar la presencia y predominancia de cada una de las razas encontradas en los Distritos de Desarrollo Rural. De esta manera se detectó que la raza Cónico Norteño está distribuida en todos los DDR, así como la Celaya (Cuadro 10).

Cuadro 10. Frecuencia de las Razas de maíz encontradas los Distritos de Desarrollo Rural en el estado de Zacatecas.

DDR	Cónico Norteño	Celaya	Ratón	Elotes Occidentales	Bolita	Tuxpeño	Tabloncillo	Total
Zacatecas	7	1		1				9
Tlaltenango		1		1			1	3
Ojo Caliente	45	6	6		2	1		60
Río Grande	31	3		1				35
Fresnillo	9	4		1	3	1		18
Jalpa	6		4	3	1			14
Jerez	11	6	2	1		1		21
Concepción del Oro	3	3						6
total	112	24	12	8	6	3	1	166

En lo que respecta a la cantidad de colectas por Distrito, el DDR Ojo Caliente incluyó el 36.15% del total, destacando los municipios de Pinos y Loreto con mayor representatividad, con nueve y siete colectas respectivamente. El DDR de Río Grande incluyó el 21% de las colectas, con mayor número en el municipio de Sombrerete con un total de nueve muestras.

La localización geográfica de los puntos de muestreo dentro del área de estudio, se muestra en la Figura 22, donde se aprecian los 36 municipios muestreados.

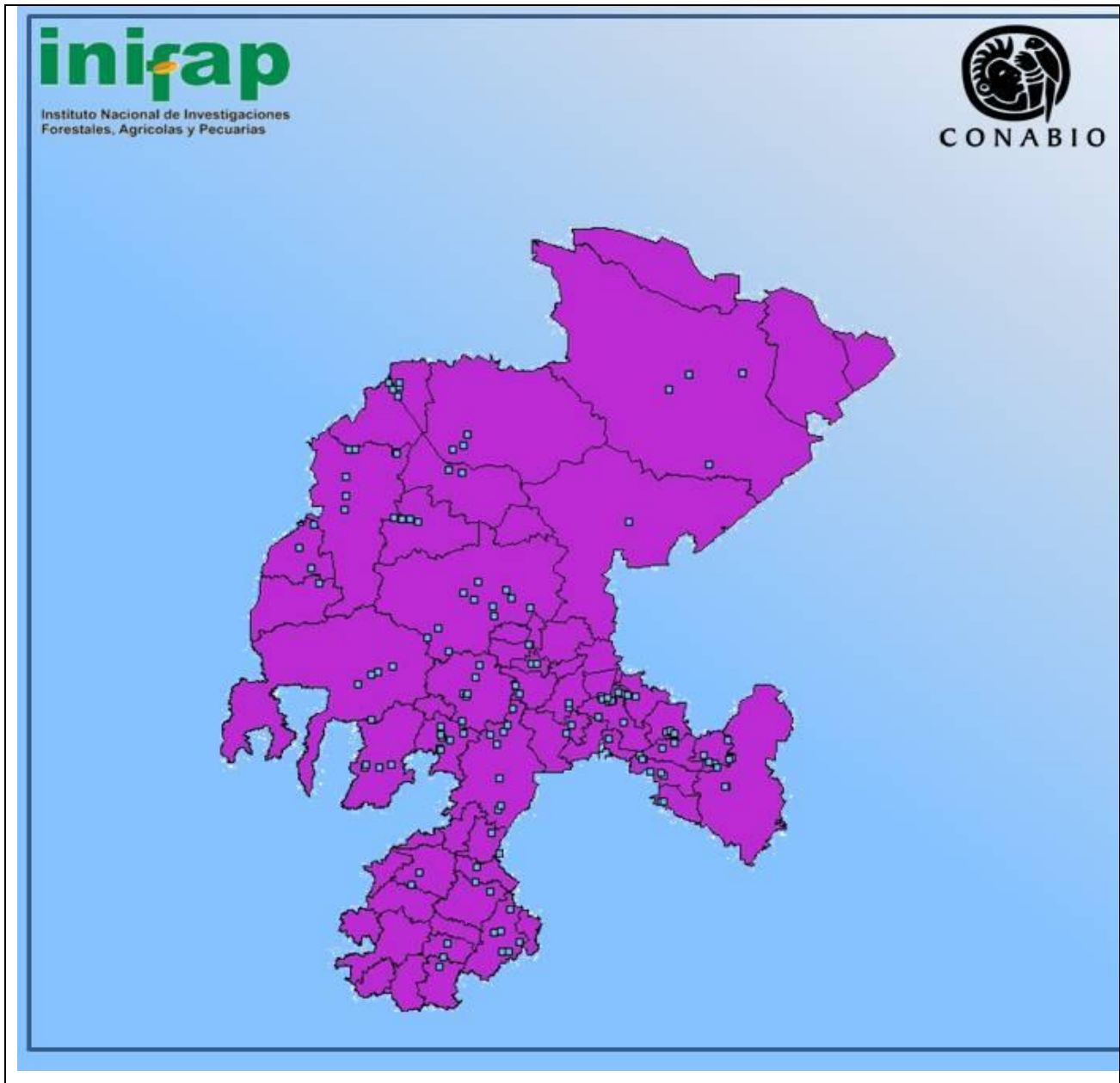


Figura 22. Puntos de muestreo de las colectas de maíz en el estado de Zacatecas.

A continuación se presentan los puntos de muestreo realizados en estado de Zacatecas, dividiéndolos en mapas conforma a los Distritos de Desarrollo Rural del Estado. La Figura 23 muestra los puntos de muestreo en el Distrito de Desarrollo Rural de Concepción del Oro, donde se obtuvieron el 3.6% de las muestras colectadas.

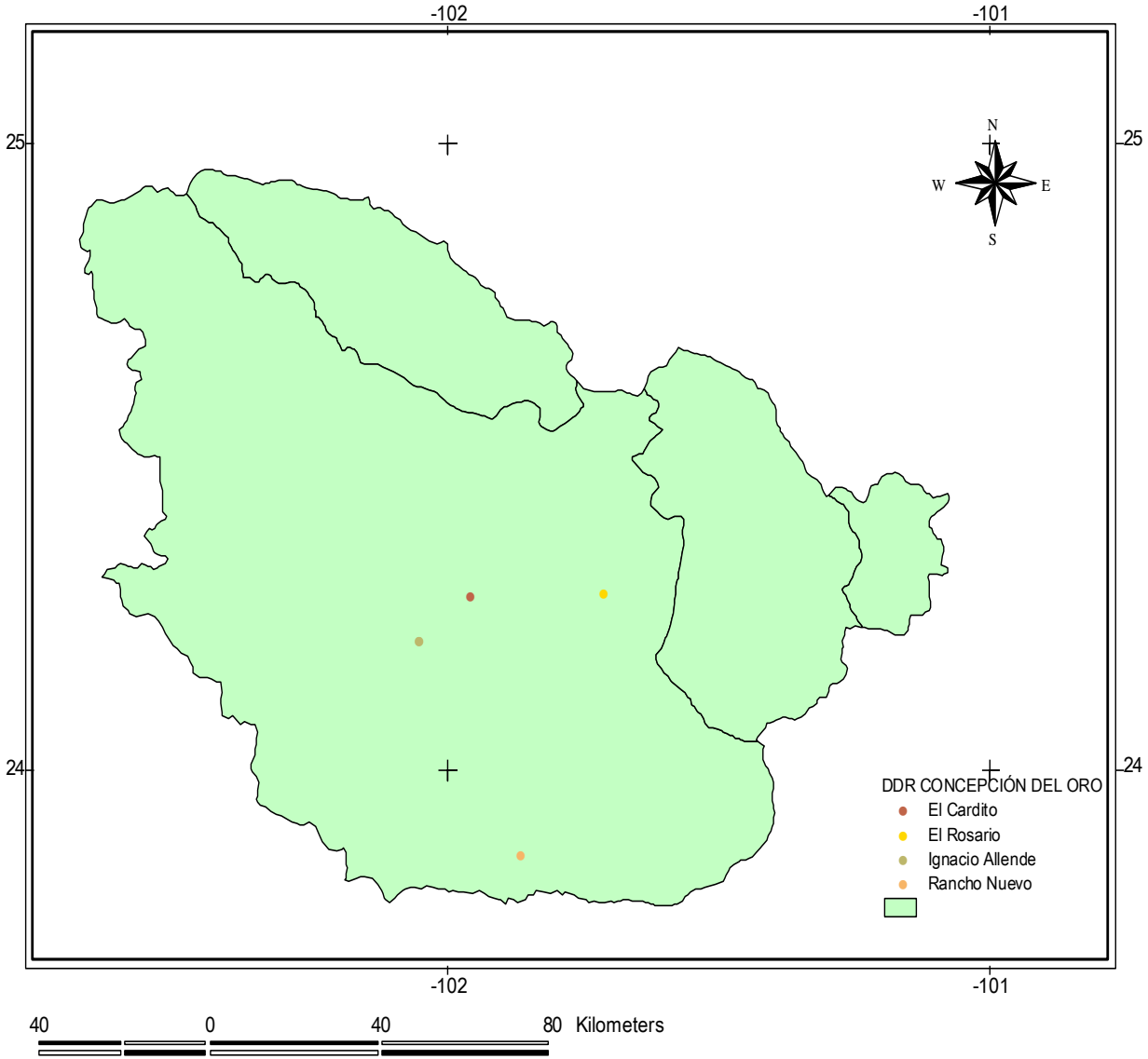


Figura 23. Puntos de muestreo en el Distrito de Desarrollo Rural de Concepción del Oro durante el periodo de 2008 y 2009.

La Figura 24 muestra los puntos de muestreo en el Distrito de Desarrollo Rural de Fresnillo, donde fueron colectadas 18 muestras, representando el 10.8% del total colectado.

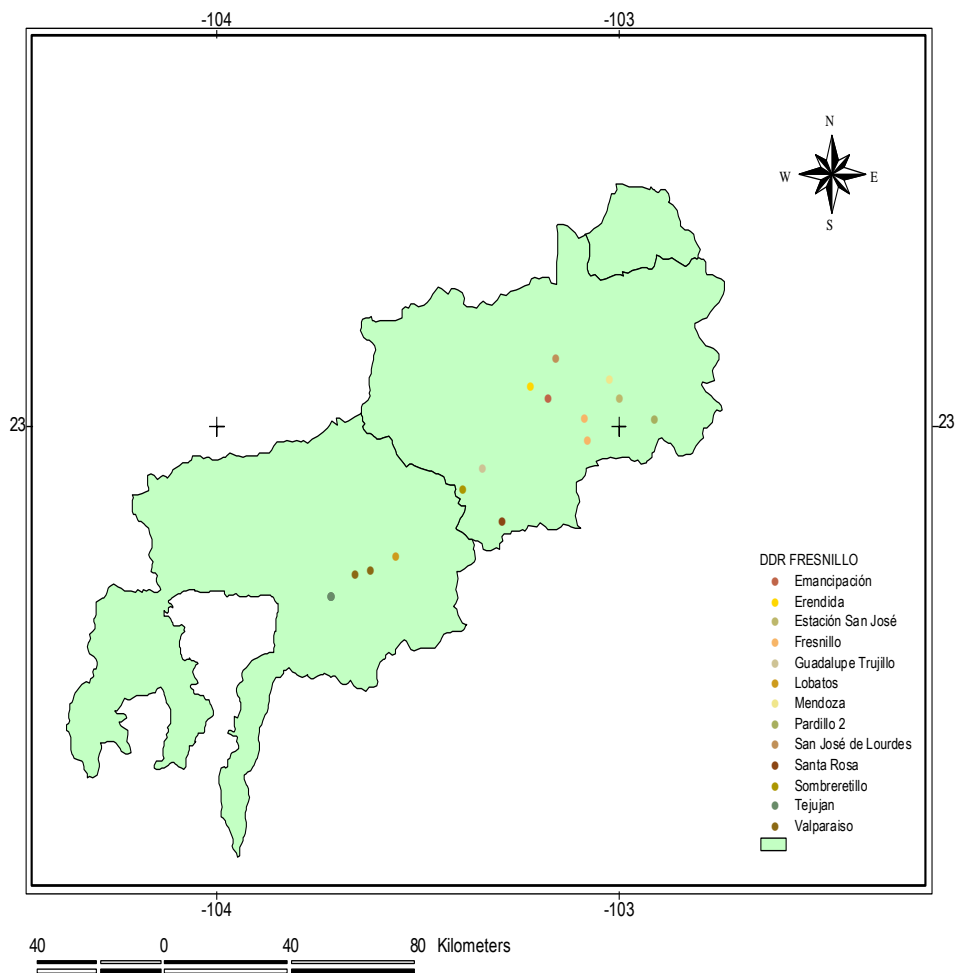


Figura 24. Puntos de muestreo en el Distrito de Desarrollo Rural de Fresnillo durante el periodo de 2008 y 2009.

Los puntos de muestreo de las colectas realizadas en el Distrito de Desarrollo Rural de Jalpa se muestran en la Figura 25. En este DDR se obtuvieron el 8.4% de las colectas.

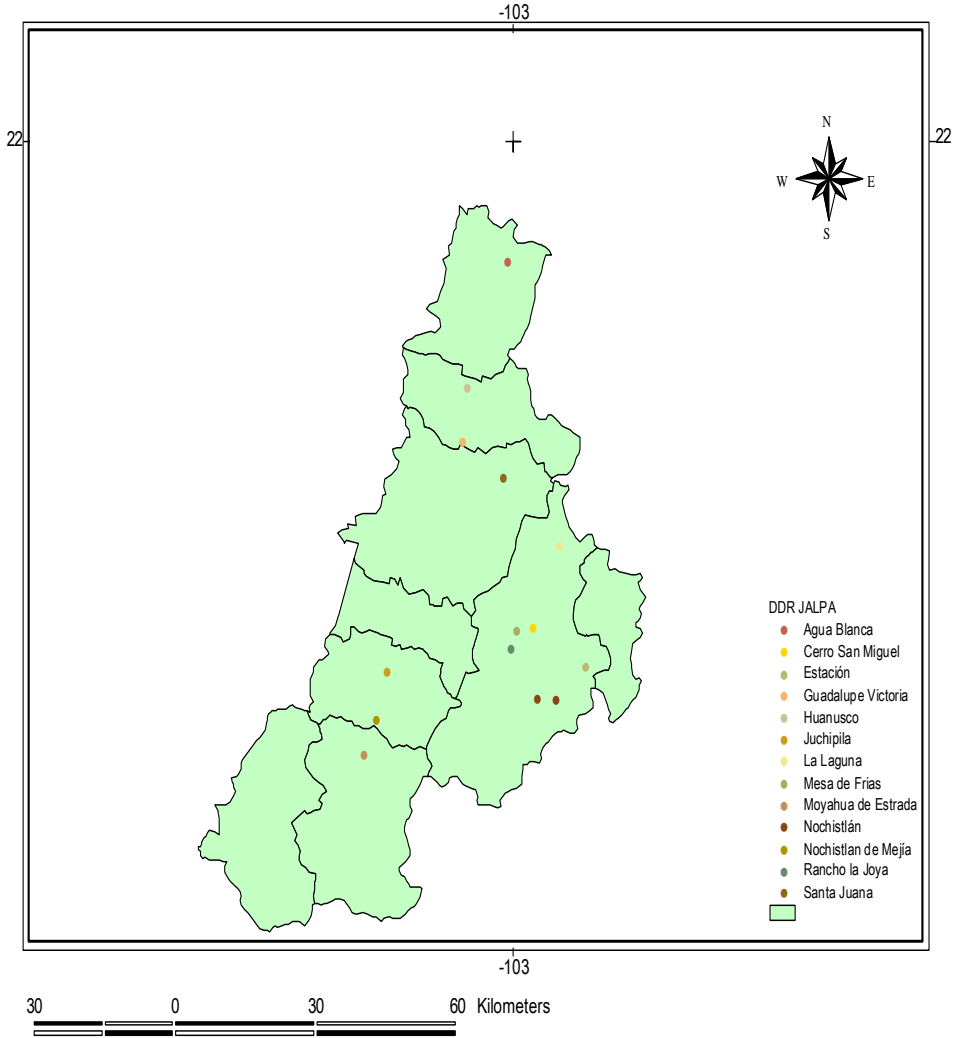


Figura 25 .Puntos de muestreo en el Distrito de Desarrollo Rural de Jalpa durante el periodo de 2008 y 2009

El 12.7% de las colectas, se realizaron en el Distrito de Desarrollo Rural de Jerez. Los 21 puntos de muestreo se presentan en la Figura 26.

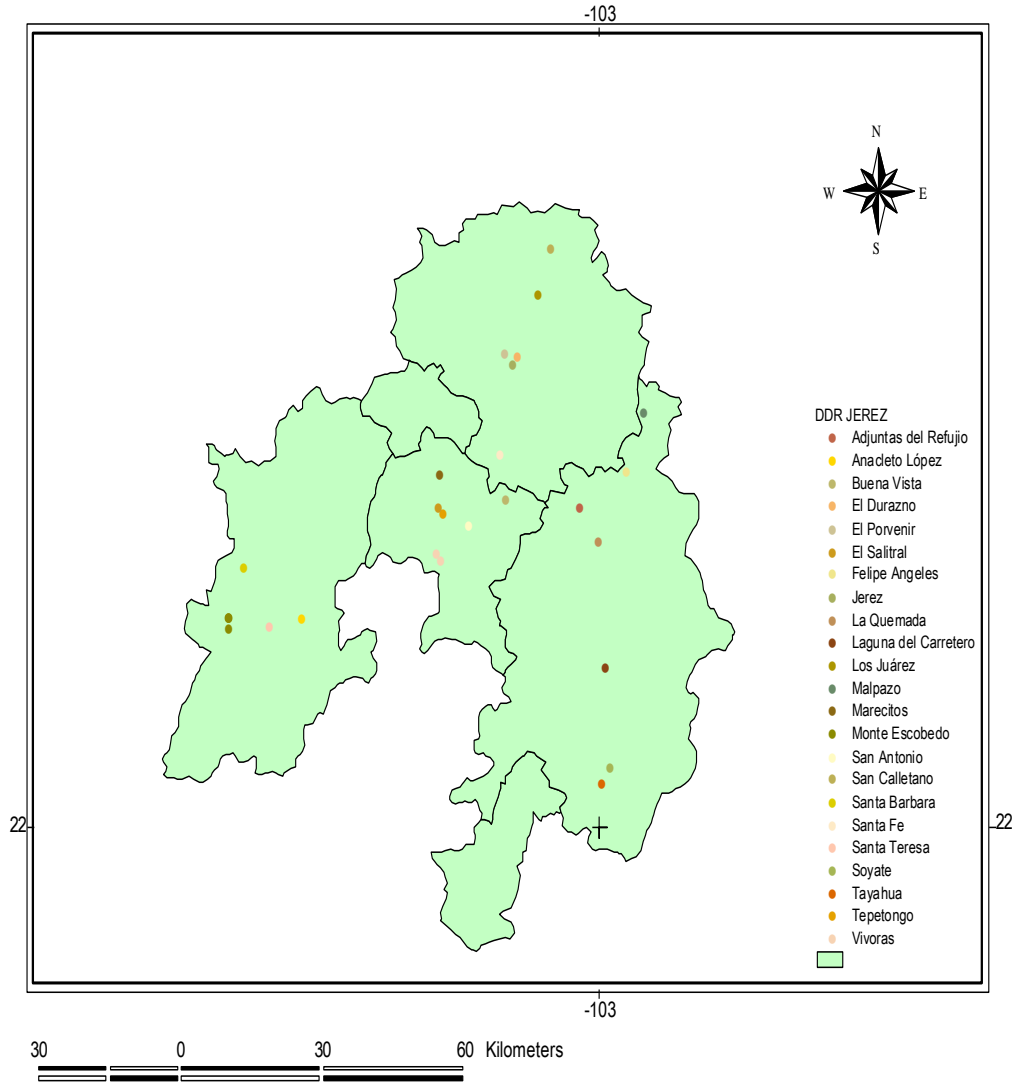


Figura 26 .Puntos de muestreo en el Distrito de Desarrollo Rural de Jerez durante el periodo de 2008 y 2009

La mayor cantidad de muestras obtenidas en un DDR fueron 60, las cuales representan el 36.1%. La Figura 27 muestra los puntos de muestreo en este Distrito de Desarrollo Rural de Ojo Caliente.

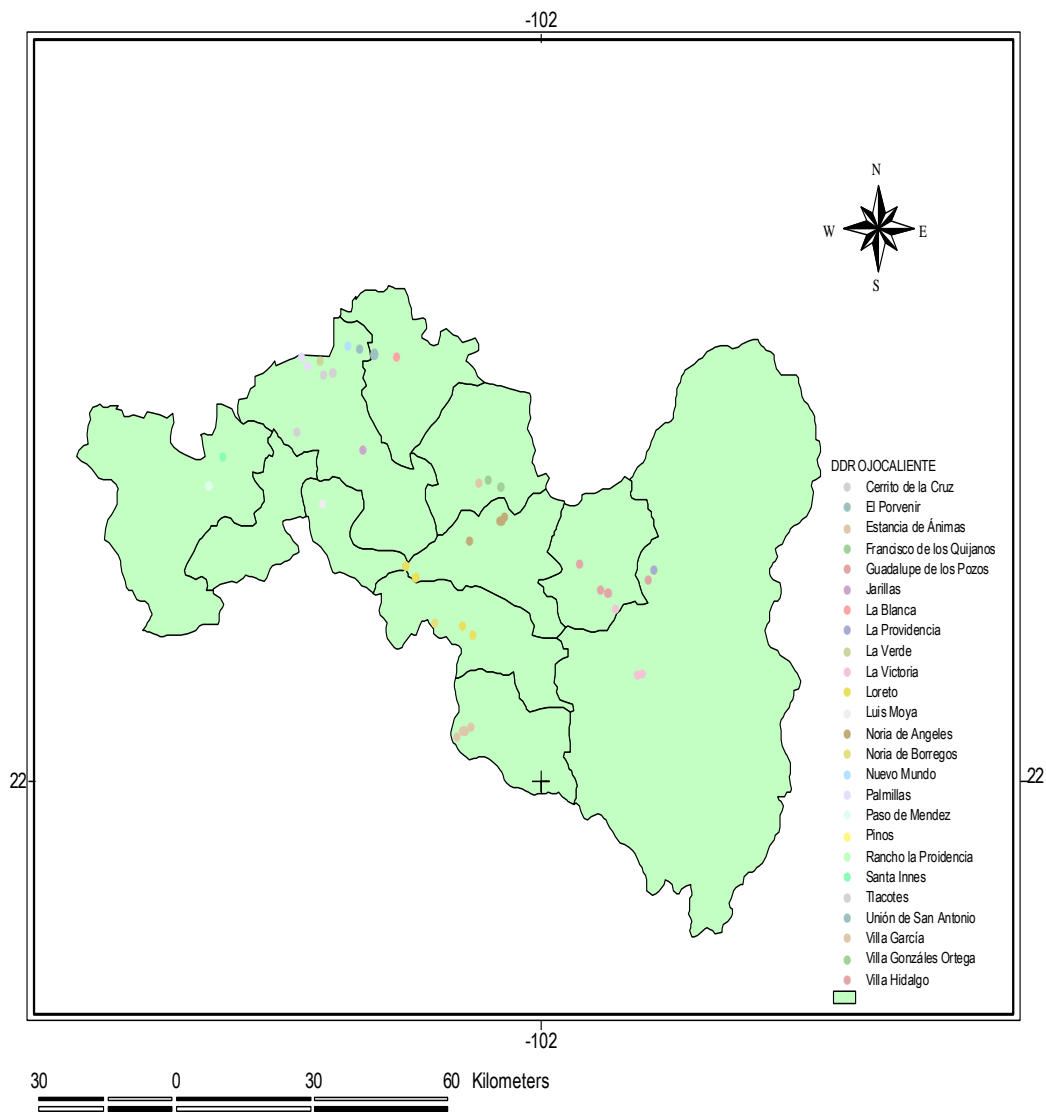


Figura 27 .Puntos de muestreo en el distrito de desarrollo rural de Ojo Caliente durante el periodo de 2008 y 2009

El segundo DDR mayor muestreado es el de Río Grande, aquí se recolectaron 35 muestras, las cuales representan el 21.1% de las colectas realizadas. La Figura 28 muestra los puntos de muestreo de este Distrito de Desarrollo Rural.

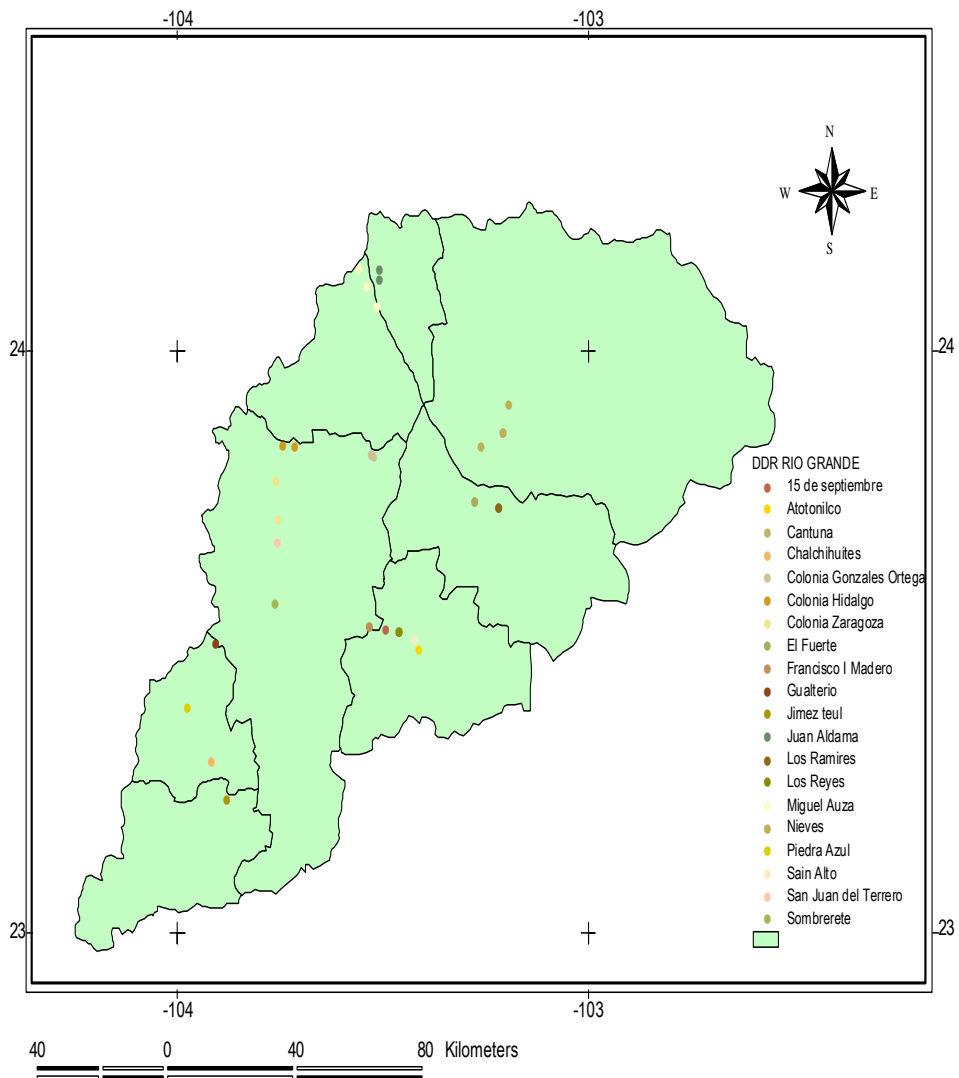


Figura 28 .Puntos de muestreo en el distrito de desarrollo rural de Rio Grande durante el periodo de 2008 y 2009

Por su superficie sembrada, el Distrito de Desarrollo Rural de Tlaltenango fue el menor colectado, con solo tres muestras, dentro de las cuales se encuentra la única colecta de la raza Tabloncillo. La Figura 29 muestra los puntos de muestreo de este DDR.

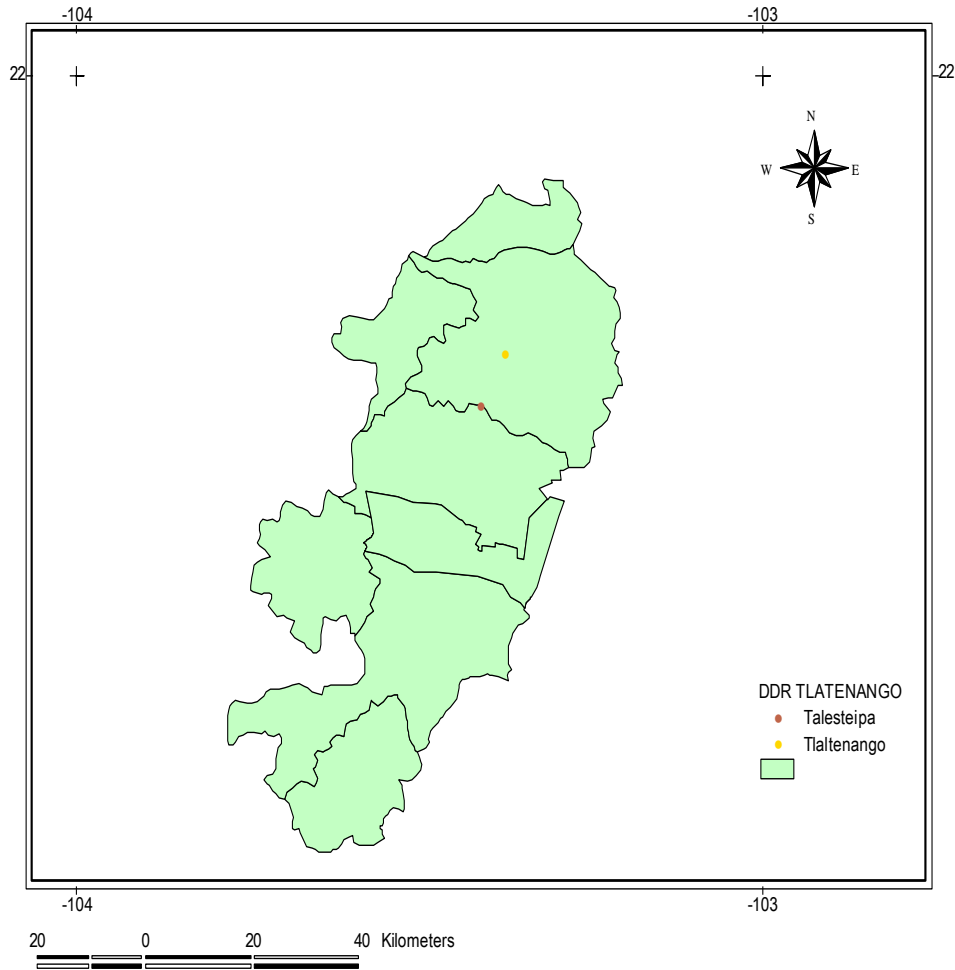


Figura 29 .Puntos de muestreo en el distrito de desarrollo rural de Tlaltenango durante el periodo de 2008 y 2009

La Figura 30 muestra los puntos de muestreo en el Distrito de Desarrollo Rural de Zacatecas donde se obtuvieron nueve muestras, siendo estas, el 5.4% de las muestras colectadas

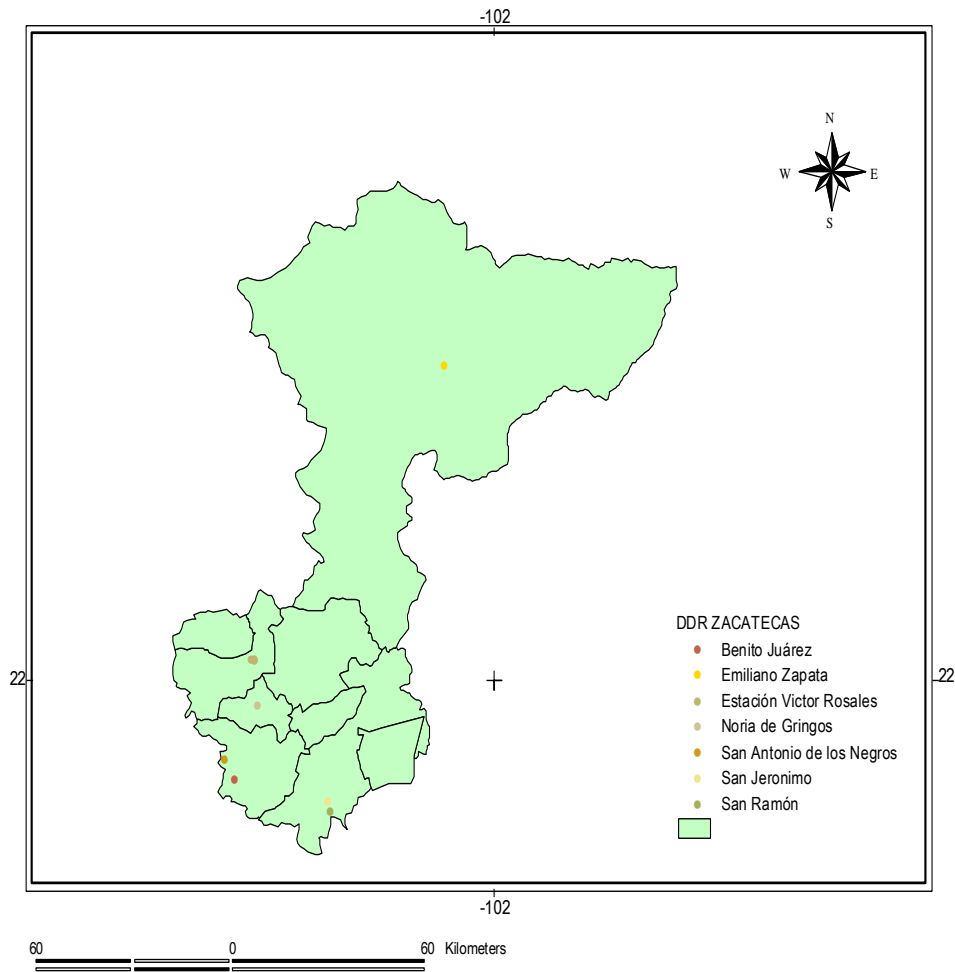


Figura 30 .Puntos de muestreo en el distrito de desarrollo rural de Zacatecas durante el periodo de 2008 y 2009

VII DISCUSIÓN

La bibliografía sobre el origen de las razas en el norte – centro de México puede inferir sobre la existencia de un corredor genético entre los diferentes grupos raciales del maíz. Es decir, la infiltración genética entre los diferentes materiales de maíz ha existido en el transcurso del tiempo hasta la actualidad, condición que no impide a los materiales seguir cubriendo las necesidades y conveniencias de los grupos étnicos que los utilizan, conservando así sus atributos fenotípicos.

La información reunida hasta la fecha (Matsuoka, 2002; Doebley, 2004; Buckler, 2005), indica que fue en la región megadiversa Mesoamericana de México, donde ahora confluyen los Estados de Guerrero, México y Michoacán, que se dio el único evento de domesticación del Teocintle del Balsas, dentro de los últimos 10,000 años, para dar origen al maíz, y que de éste evento surgieron, por la selección consiente de los habitantes de esa región, las Razas Mexicanas de Maíz, de las que gradualmente derivaron las de América Latina, retroalimentando a las Mexicanas en el curso del tiempo. Estos sucesos extraordinarios a través de los cuales la gran diversidad genética heredada del teocintle al maíz y al sutil, hábil, empírico y efectivo mejoramiento genético de las Etnias se creó al maíz, uno de los cereales que sustentan directa e indirectamente a la humanidad.

Dicha diversidad ha sido confrontada desde las etapas iniciales, a las vicisitudes de la interacción con el ambiente. En la actualidad los cambios inducidos por los factores bióticos (fitopatógenos, insectos-plagas, maleza) y abióticos (edáficos, climáticos, económico-sociales) disminuyen con intensidad creciente la diversidad racial del maíz, su variación genética y la de sus parientes silvestres, por otro lado la conservación *ex situ* (colecta, almacenamiento y utilización) carece aún de instalaciones apropiadas para tal propósito.

En la época reciente el esfuerzo por documentar la diversidad racial del maíz en México, se hizo por Anderson y Cutler en 1942. Después en 1951, Wellhausen, Roberts y Hernández X. describen 25 razas y siete no bien definidas.

Para el Estado de Zacatecas, a fines del 2008 y principios del 2009, en exploraciones correspondientes a este proyecto, se colectó principalmente de agricultores de la tercera edad, pues la población zacatecana carece en la actualidad de gente joven, ya que estos principalmente son migrantes. Asimismo, llama la atención que ningún productor realiza esfuerzos de hacer selección masal en la parcela, lo que contribuye a conservar la condición de materiales criollos y por ende, establecer cierta biodiversidad en el maíz en esta región.

Tomando en cuenta las 166 colectas realizadas en los 36 municipios muestreados en el Estado, fue posible determinar la presencia de siete razas de maíces nativos en Zacatecas. En estudios anteriores se reporta la presencia de Cónico Norteño (Wellhausen *et al*, 1951) coincidiendo en la actualidad con la raza más abundante para el Estado, y con ello se detectó un flujo genético entre esta raza y las razas Ratón, Celaya, Pepitilla, Bolita y Elotes Occidentales. Dicho movimiento de germoplasma, si bien ha permitido la permanencia y existencia de dichas razas, también ha ocasionado la presencia de infiltración genética interracial. Dicha mezclas, donde el germoplasma recurrente es el Cónico Norteño, están compuestas por: Cónico Norteño X Ratón, Cónico Norteño X Celaya, Cónico Norteño X Pepitilla y Cónico Norteño X Bolita.

De lo anterior, se infiere que esta infiltración genética entre los diferentes materiales de maíz se ha mantenido al transcurrir del tiempo hasta la actualidad, lo cual no ha impedido que dicho germoplasma nativo siga cubriendo las necesidades de los productores del Estado que continúan utilizando y conservando estos maíces nativos por sus atributos agronómico-alimenticios. Lo anterior permite sugerir la presencia de un nicho ecológico bien definido para esta raza. Estos nichos denominados Patrones Etnofitogenéticos o simplemente Patrones Varietales, fueron inicialmente generados por los productores de la región, obteniendo conjuntos varietales específicos para cada nicho ecológico o microregión y para los diferentes usos (López y Muñoz, 1984; Gil *et al.*, 1995; Romero y Muñoz, 1996).

VIII CONCLUSIONES

- 1) Fueron colectados en 36 municipios del Estado de Zacatecas, 166 muestras de maíces nativos. Las colectas fueron realizadas en las regiones con mayor superficie sembrada bajo condiciones de temporal.

- 2) Se detectó la presencia de siete razas de maíces nativos en el Estado de Zacatecas, siendo seis de ellas consideradas como razas primarias: Cónico Norteño, Ratón, Celaya, Pepitilla, Bolita y Elotes Occidentales. La expresión fenotípica de una o más razas en un mismo ejemplar, condujo a identificar a las siete razas como secundarias: Cónico Norteño x Ratón, Cónico Norteño x Celaya, Celaya x Cónico Norteño, Cónico Norteño x Pepitilla, Celaya x Ratón, Cónico Norteño x Elotes Occidentales, Bolita x Cónico Norteño, Cónico Norteño x Bolita, Ratón x Cónico Norteño, Ratón x Celaya, Bolita x Celaya, Celaya x Bolita y Tabloncillo x Bolita.

- 3) Se estableció la presencia actual en Zacatecas de las razas: Cónico Norteño, Celaya, Ratón, Elotes Occidentales, Bolita, Tuxpeño y Tabloncillo.

- 4) La infiltración genética prevaeciente hasta la actualidad, ha permitido que el germoplasma nativo siga cubriendo las necesidades de los productores que continúan utilizando y conservando estos maíces nativos por sus atributos agronómico-alimenticios.

IX REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Aguilar J., C. Illsley y C. Marielle. 2003. Los sistemas agrícolas de Maíz y sus procesos técnicos, en: Sin maíz no hay País; G. Esteva y C. Marielle, (Coordinadores), CONACULTA, México, pp. 123-154.
- Bellon, M.R., and J. Berthaud. 2004. Transgenic maize and the evolution of landrace diversity in Mexico. The importance of farmers' behavior. *Plan Physiology* 134: 883-888.
- Benz, B.F. 1986. Racial systematics and the evolution of Mexican maize. In: Manzanilla, L. (ed.) *Studies in the Neolithic and Urban revolutions*. B. A. R. Internacional Series 349. pp: 121-136.
34: 883-888.
- Benz, B.F. 2001. Archaeological evidence of Teosinte domestication from Guilá Naquitz, Oaxaca. *PNAS* 98(4): 2104-2106
- Berthaud, J., and P. Gepts. 2004. Maize and Biodiversity: the effects of transgenic maize in Mexico. Maize Advisor Group. Secretariat of the Commission for Environmental Cooperation of North America. Chapter 3, Assessment of effects on genetic diversity.
- Blake, M. 2005. Dating the initial spread of *Zea mays*. In: Staller J, R. Tykot, B.F. Benz (eds.) *Histories of Maize: Multidisciplinary Approaches to the Prehistory, Biogeography, Domestication, and Evolution of Maize*. Elsevier.
- Buckler, E.S. and N.M. Stevens. 2005. Maize origins, domestication, and selection. In: Motley, T.J., N. Zerega, H. Cross (eds.). *Darwin's Harvest: New approaches to the origins, evolution and conservation of crops*. Chapter 4: 67-90. Columbia University Press.
- Buckler E.S., M.M. Goman, T.P. Holtsford, J.F. Doebley, J. Sanchez G. 2006. Phylogeography of the wild subspecies of *Zea mays*. *Maydica* 51: 123-134.
- Cardenas R., F. and J.M. Hernandez C. 1988. Country Reports. Mexico. In: CIMMYT. Recent advances in the conservation and utilization of genetic resources. Proceedings of the Global Maize Germplasm Workshop. INIFAP-CIMMYT. México. 162 p.
- Casas A. y Caballero J. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Moc. et Sessé ex A.D.C. Benth. (Leguminosae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, México. *Economic Botany* 50: 167-181.

- Casas, A., B. Pickersgill, A. Caballero y A. Valiente-Banuet 1997b. Ethnobotany and domestication in xoconochtlí *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacan Valley and La Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany* 51: 279-292.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet y J. Caballero 1998. La domesticación de *Stenocereus stellatus* (Pfeifer) Riccobono (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 62: 129-140.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet, A. Rojas-Martínez y P. Dávila (1999c). Reproductive biology and the process of domestication of the columnar cactus *Stenocereus stellatus* in Central Mexico. *American Journal of Botany* 86: 534-542.
- De Candolle, A. 1882. *Origin of cultivated plants*. D. Appleton and Company, New York and London.
- Doebley, J.F., M.M. Goodman, and C.W. Stuber. 1985. Isozyme variation in the races of maize from México. *Amer. J. Bot.* 72(5): 629-639.
- Doebley, J.F. 1990. Molecular evidence and the evolution of maize. *Economic Botany* 44 (3 Supplement): 6-27. *Econ. Bot.* 41:234-246
- Doebley, J. 1992. Molecular systematics and crop evolution. In: P. S. Soltis, D. E. Soltis y J. J. Doyle. *Molecular Systematic of Plants*. Chapman and Hall: 202-222. New York.
- Doebley, J. 2004. The genetics of maize evolution. *Ann. Rev. Genet.* 38:37-59.
- Eyre-Walker, A., R.L. Gaut, H. Hilton, D.L. Feldman, B.S. Gaut. 1998. Investigation of the bottleneck leading to the domestication of maize. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95(8): 4441-4446.
- Fearn M.L, y Liu K.B. 1995. Maize pollen of 3500 B.P. from Southern Alabama *American Antiquity* 60: 109-117.
- Fernández, M., y G. Fernández de la Garza. 2004. *Flujo Genético: Que significa para la Biodiversidad y los Centros de Origen*. Fundación México - Estados Unidos, para la ciencia e iniciativa PEW sobre alimentos y biotecnología.
- Galinat, W.C. 1977. The origin of corn. In: Sprague, G. F. (ed.). *Corn and corn improvement*, *Agron. J.* 18:1-47. *Amer. Soc. Agron. Madison. WI.*
- Gil M., A., A. Muñoz O., A. Carballo C. y A. Trinidad S. 1995. El patrón varietal de maíz en la región sureste de la Sierra Purépecha. I. Variables importantes empleadas en su definición. *Revista Fitotecnia Mexicana* 18: 163-173.

- Hernández C., J.M. 2006. La diversidad y distribución del maíz en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Documento de circulación interna. 16p.
- Harlan, J.R. 1992. Origins and processes of domestication. In: Chapman, G.P. (ed.) Grass evolution and domestication. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 159-175.
- Harlan, J.R. y J.M.J. Wet. 1973. On the quality of evidence for origin and dispersal of cultivated plants. *Current Anthropology* 14: 51-62.
- Harris, D.R. 1972. The origins of agriculture in the tropics. *American Scientist* 60: 180-193.
- Hawkes, J.G. 1983. The diversity of crop plants. Harvard University Press. USA.
- Helbaek, H. 1959. Domestication of food plants in the old world. *Science* 130: 365-372.
- Hernández X., E. 1985. Maize and the Greater Southwest. *Economic Botany* 39: 416-430.
- Hernández X., E. y G. Alanís F. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5: 3-30.
- Hillman, G.C. y M.S. Davies 1990. Measured domestication rates in wild wheats and barley under primitive cultivation, and their archeological implications. *Journal of World Prehistory* 4: 157-222
- Holst, I., E. Moreno, D.R. Piperno. 2007. Identification of Teosinte, Maize, and *Tripsacum* in Mesoamerica by using pollen, starch grains and phytoliths. *PANS* 104(45): 17608-17613.
- Iltis, H.H. 1972. The Taxonomy of *Zea mays* (Graminae) *Phytologia* 23:248-249.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2006. Anuario Estadístico edición 2006. Zacatecas.
- Kato-Yamakake, T.A. 2004. Variedades transgénicas y el maíz nativo en México. Genética. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados.
- López, P.A., H. López S. y A. Muñoz O. 1998. Selección de maíces criollos en nichos ecológicos del Estado de Puebla. En: Ramírez V., P., F. Zavala G., O. Gómez M., F. Rincón S. y A. Mejía C. (eds.). Memorias del XVII Congreso de Fitogenética. pp. 236.

- Louette, D., and M. Smale 1998. Farmers' seed selection practices and maize variety characteristics in a traditionally-based Mexican community. CIMMYT Economics Working Paper 98-04. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Louette, D 1996. Intercambio de semillas entre agricultores y flujo genético entre variedades de maíz en sistemas agrícolas tradicionales. En: J.A. Serratos, M.C. Willcox y F. Castillo (eds.) "Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico". México, D.F. CIMMYT. Pp. 60 - 71.
- Mangelsdorf, P.C., R.S. MacNeish, W.C. Galinat. 1964. Domestication of Corn. *Science* 143: 538-545.
- MacNeish, R.S., M.W. Eubanks. 2000. Comparative analysis of the Rio Balsas and Tehuacan models for the origin of maize. *Latin American Antiquity* 11 (1): 3-20.
- Matsuoka, Y., Y. Vigoruoux, M.M. Goodman, J. Sanchez. G., E. Buckler and J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *PNAS* 99(9): 6080-6084
- McClintock, B., T.A. Kato Y., and A. Blumenschein. 1981. Constitución cromosómica de las razas de maíz. Su significado en la interpretación de las relaciones entre las razas y variedades de las Américas. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 521p.
- Ortega P., R., J.J. Sánchez G., F. Castillo G. y J.M. Hernández C. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. In: Ortega P., R., G. Palomino H., F. Castillo M., V. González H. y M. Livera M. (eds.). *Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos en México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, México. pp. 161-185.
- Ortega C., A., M.J. Guerrero H. y O. Cota A. 2002. Prevalencia de los maíces nativos del noroeste: Un reconocimiento preliminar. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noroeste. Campo Experimental Valle del Yaqui. Documento de circulación interna. 52p
- Ortega P., R. 2003. Diversidad de maíz en México: Causas, estado actual y perspectiva. In: *Sin maíz no hay país. Culturas Populares*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, D. F. pp. 123-154
- Ortega C., A., M.J. Guerrero H., O. Cota A. y O. Palacios V. 2005. Informe de actividades 2003 del Proyecto 108: Conservación, estudio y utilización de la diversidad genética de los maíces nativos del noroeste de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Red de Maíz. 19p.

- Ortega C., A., V.A. Vidal M., J. Ron P. y M.J. Guerrero H. 2006. Informe de actividades 2004 del Proyecto 070: Recolección, conservación y utilización de los maíces nativos del noroccidente de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Universidad de Guadalajara. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Red de Maíz. 82p.
- MacNeish, R.S. 1992. The origins of agriculture and settled life. University of Oklahoma Press. USA.
- Piperno D.R. and K.V. Flannery. 2001. The earliest archeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: new acceleration mass spectrometry dates and their implications. Proceedings of the National Academy of Sciences. 98:2101-2103.
- Pohl, M.E.D., D.R. Piperno, K.O. Pope, J.G. Jones. 2007. Microfossil Evidence for pre-Columbian Maize dispersals in the Neotropics from San Andres, Tabasco, México. PNAS 104(16): 6870-6875.
- Romero P., J. y A. Muñoz O. 1996. Patrón varietal y selección de variedades de maíz para los sistemas agrícolas en la región de Tierra Caliente. Agrociencia 30: 63-73.
- Pope, K.O., E.D. Mary, J.G. Pohl, D.L. Lentz, C. von Nagy, F.J. Vega, y Quitmyer 2001. Origin and environmental setting of ancient agriculture in the lowlands of Mesoamerica. Science 292: 1370-1373.
- Sanchez G., J.J. 1989. Relationships among the Mexican Races of Maize. Unpublished Ph.D. dissertation. North Carolina State University. Raleigh. 187p
- Sanchez G., J.J. and M. M. Goodman. 1992. Relationships among the Mexican Races of Maize. Economic Botany 46(1): 72-85.
- Sánchez G., J. de J. 1993. Modern variability and patterns of maize movement in Mesoamerica. In: Johannessen, S., and Ch. A. Hastorf (ed.). Corn and culture in the prehistoric new world. Westview Press Inc. pp. 135-156.
- Serratos, J.A., M.C. Willcox y F. Castillo. 1995. Flujo Genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. INIFAP, CIMMYT, CNB.
- Sluyter, A. and G. Domínguez. 2006. Early maize (*Zea mays* L.) cultivation in México: Dating sedimentary pollen records and its implications. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 103: 1147-1151.

- Smith B.D. 1994. The origins of agriculture in the Americas. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 3(5): 174-184.
- Smith B.D. 1997. Reconsidering the Ocampo Caves and the era of incipient cultivation in Mesoamerica. *Latin American Antiquity*, Vol. 8: 342-383.
- Smith B.D. 1997 The Initial Domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 years ago. *Science* 276: 932-934.
- Smith B.D. 2001. Documenting plant domestication: the consilience of biological and archaeological approaches. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98: 1324-1326.
- Smith, J.S.C., and R.N. Lester. 1980. Biochemical systematics and evolution of *Zea*, *Tripsacum*, and related genera. *Economic Botany* 34(3): 201-218.
- Snow, A.A. 2002. Transgenic crops - why gene flow matters. Department of Evolution. *Nature Biotechnology* 20: 542.
- Taba, S. (ed.). 1995. Maize genetic resources. Maiz Program Special Report. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D. F.
- Tenaillon M.I., J. U'ren, O. Tenaillon and B.S. Gaut. 2004. Selection versus Demography: A multilocus investigation of the domestication process in maize. *Molecular Biology and Evolution* 21(7): 1214-1225
- Turrent, A. and J.A. Serratos. 2004. Context and background on maize and its wild relatives in México. In: *Maize and Biodiversity: The effects of transgenic maize in México*, Chapter 1. pp: 1-55.
- Velázquez R., P., A. Santacruz V. y A. Muñoz O. 1994. Selección de maíces criollos en el área de Paracho-Pichataro, de la sierra Tarasca, Michoacán. En: Ramírez V., P., F. Zavala G., N.E. Treviño H., E. Cárdenas C. y M. Martínez R. (Comp.). *Memorias del 11º congreso Latinoamericano de Genética (Área Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética*. SOMEFI. México. pp. 352
- Vigouroux, Y., M. McMullen, C.T. Hittinger, K. Houchins, L. Schultz, S. Kresovich, Y. Matsuoka, and J. Doebley. 2002. Identifying genes of agronomic importance in maize by screening microsatellites for evidence of selection during domestication. *PNAS* 99(15): 9650-9655.
- Wellhausen, E.J., L.M. Roberts, E. Hernández X., and P.C. Mangesdorf. 1951. Razas de maíz en México: Su origen, características y distribución. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales, Folleto Técnico No. 5. México. 237p.

- Wilkes, H.G. 1977. Hybridization of maize and teosinte, in México and Guatemala and the improvement of maize. *Economic Botany* 31(3): 254-293.
- Wilkes, H.G. 1979. Mexico and Central America as a centre for the origin of agriculture and the evolution of maize. *Crop Improv.* 6(1): 1-18.
- Wise, T.A. 2007. Policy Space for Mexican Maize: Protecting Agro-biodiversity by Promoting Rural Livelihoods. GDAE Working Paper No. 07-01. Tufts University, Medford MA, USA.
- Sluyter, A. y G. Dominguez. 2006. Early maize (*Zea mays* L.) cultivation in Mexico: dating sedimentary pollen records and its implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103:1147-51.
- Vavilov, N. 1926. Centers of origin of cultivated plants. *Papers on applied botany, genetics and plant breeding* 16(2). En ruso.
- Vavilov, N. 1931. Mexico and Central America as a basic center of origin of cultivated plants in the new world. *Papers on applied botany, genetics and plant breeding* 26(3). En ruso.
- Vavilov, N. 1992. Mexico and Central America as a basic center of origin of cultivated plants in the New World. En *Origins and Geography of Cultivated Plants*. Cambridge University Press. Pp. 207-238.
- Zeder, M.A. 2006. Central questions in the domestication of plants and animals *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*. 15:105-117.
- Zohary, D. 1984. Modes of evolution in plants under domestication. In: Grant, W.F. (ed.) *Plant Biosystematics*, Academic Press Canada, Montreal. pp. 579-586.
- Zohary, D. y M. Hopf 1994. *Domestication of plants in the Old World*. Oxford Science Publications. Oxford.