

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Análisis de la Variación entre 13 Poblaciones de Maíces Nativos  
del Estado de Tlaxcala, México

Por:

**MARIA DEL CARMEN CASIANO DE LA ROSA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Análisis de la Variación entre 13 Poblaciones de Maíces Nativos  
del Estado de Tlaxcala, México

Por:

**MARIA DEL CARMEN CASIANO DE LA ROSA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría

M.C. María Cristina Vega Sánchez  
Asesor Principal

M.C. José Luis Herrera Ayala  
Coasesor

Dr. Armando Muñoz Urbina  
Coasesor



Dr. Gabriel Salgado Morales  
Coordinador de la División de Agronomía

Coahuila  
División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2015

## **DEDICATORIAS**

### **A MI BEBE: DANIEL ALEJANDRO SILVA CASIANO**

Por ser mi fortaleza en los momentos que no encuentro un motivo para seguir adelante, por ser ese rayito de luz que ilumina mi camino día a día, Gracias hijo mío por iluminarme con la paz de tu sonrisa, ¡por enseñarme a disfrutar la vida! Tu eres la luz de mi vida, lo que me anima a seguir, eres el origen de mis desvelos, de mis preocupaciones y de mis ganas de ser mejor persona. No hay día que no agradezca al cielo que te pusiera en nuestras vidas.

### **A MIS PADRES: VICTORIA DE LA ROSA GARCILAZO Y SANTOS CASIANO SALAZAR**

Por darme la vida y la mejor herencia que pudieron darme que es el estudio, por estar conmigo en cada éxito y derrota en mi vida, por impulsarme a seguir mi camino, por creer en mí a pesar de todo, por inculcarme buenos valores, por cuidar de mí en todo este tiempo, por no perder la fe en mí, por sus sabios consejos, por sacrificarse para sacar adelante a la familia, por hacer de mí una persona de bien, por eso y más ¡LOS AMO Y ADMIRO MUCHO!

### **A MI PAREJA: CARLOS ANDRES SILVA RODRIGUEZ**

Gracias por ser mi esposo, amigo , amante, novio, compañero de vida, Por ser un gran pilar en los momentos difíciles, por esos consejos, soportarme que sé que no ha sido fácil pero tampoco imposible, por hacerme sonreír en mis momentos de tristezas, por el mejor regalo que me has podido dar que es nuestro pequeño bebe, por confiar y creer en mí a pesar de todo, por tu paciencia, por todo ese amor que me tienes, por hacer de mí una mejor persona y por todos los momentos maravillosos y triste que hemos pasados juntos.

! POR ESO Y MAS TE AMO Y TE DOY GRACIAS POR TODO LO VIVIDO A MI LADO ;

**A MIS HERMANOS: OSCAR CASIANO DE LA ROSA, GUSTAVO CASIANO DE LA ROSA, LUIS DONALDO CASIANO DE LA ROSA Y MONCERRATH CASIANO DE LA ROSA**

A ustedes por todo su cariño y apoyo moral, por sus consejos y las grandes experiencias que compartimos, ustedes que son un gran pilar en mi vida, por la fortaleza que como familia nos ha unido. Gracias hermanos por todo lo que hicieron por mí, siempre estaré agradecida.

**A MIS ABUELOS: EMILIA GARCILAZO, BERNARDO DE LA ROSA Y ANTONIO CASIANO**

Por sus sabios consejos, para ellos mis respetos y admiración, por sus aportaciones que me han hecho crecer y el apoyo que me han brindado. ! GRACIAS ¡

**A MI ALMA TERRA MATER, LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

Por abrirme las puertas y cobijarme con sus enseñanzas, por haberme brindado la oportunidad de superarme en tanto personal como profesional, por formar parte de mi vida, por haberme dado las herramientas necesarias para ser mejor persona.

**A MI TIA ALICIA:** Por sus consejos y su apoyo incondicional que no tengo como pagárselo.

**A MIS PRIMOS Y PRIMAS: MARCOS, ALEJANDRO, CLAUDIA Y MIRIAM,**  
Por su apoyo incondicional, gracias por todo nunca olvidare lo que hicieron por mí.

## AGRADECIMIENTOS

**A DIOS:** Por iluminarme en mi camino, por no dejarme sola nunca y cuidar de mis seres amados.

**AL DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO:** Por permitirme ser parte de esa carrera llena de conocimientos, prestigio.

**A MIS ASESORES: M.C. MA. CRISTINA VEGA SÁNCHEZ, M.C. JOSÉ LUIS HERRERA AYALA, DR. ARMANDO MUÑOZ URBINA Y ING. RAYMUNDO CUELLAR CHAVEZ,** Por darme la oportunidad de realizar este trabajo, por la orientación en este trabajo, por brindarme su valiosa asesoría, tiempo, dedicación, por dar respuesta a todas mis preguntas y dudas que se generaron al momento de realizar este trabajo y por compartir sus conocimientos conmigo y por brindarme su amistad.

**A MI EQUIPO DE TOCHITO:** Gracias por brindarme el apoyo que buscaba en un equipo, por esas derrotas y victorias que vivimos juntos, gracias a mi coach Jaime (pivis) por sus consejos y paciencia.

**A TODOS LOS MAESTROS:** Que fueron parte fundamental de mí formación profesional, que me inculcaron el conocimiento adquirido y por brindarme su apoyo.

**A MIS AMIGOS: EDUAR, ERNESTO (ARAÑA), RICARDO (CARCACHA), SALVADOR (CHAVA), FERNANDO (CACHORRO), DARY, LIRO, PEDRO PABLO, HORACIO, EMIR, JASSO, RAFA, SAID, MANE, ANGELES, PATRICIA (PATO), CARMEN, NEFTALI, SANTIS, CHICAN, GILBERTO, PABLO, DIANA, SAMUEL (CHAME), VICTOR HUGO, GABRIEL, IVAN BONILLA, CLAUDIA, MARY, ALLISON, AUGUSTO (URUZO),** les agradezco

por brindarme su valiosa amistad, por todos los momentos buenos que hemos pasado y por todo el apoyo que me brindaron durante mi estancia.

! Éxito y suerte a todos ;

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
Objetivos.....	10
Hipótesis.....	10
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	11
Clasificación de unidades taxonómicas.....	18
Análisis de conglomerados.....	19
Análisis de componentes principales.....	19
Características del estado de Tlaxcala.....	23
Características de los municipios.....	24
Apizaco.....	24
Contla de Juan Cuamatzi.....	25
Huamantla.....	25
Ixtenco.....	26
Panotla.....	26
San José Atenco.....	27
Tocatlán .....	28
Zitlaltepec.....	28

<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	30
Parcelas de conservación <i>in situ</i> .....	30
Caracterización de mazorca y grano.....	32
Variables cuantitativas analizadas.....	33
Análisis estadístico.....	34
Análisis de Conglomerados.....	34
Análisis de Componentes Principales.....	35
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	36
<b>CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	49
Apéndice de cuadro .....	57



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Poblaciones correspondientes a las 13 accesiones evaluadas en el Estado de Tlaxcala .....	30
Cuadro 2. Características cuantitativas evaluadas en las 13 poblaciones de maíz del Estado de Tlaxcala .....	33
Cuadro 3. Características cualitativas de las poblaciones evaluadas en el Estado de Tlaxcala .....	36
Cuadro 4. Promedios de las 21 características cuantitativas evaluadas en las 13 poblaciones de maíz .....	37
Cuadro 5. Valores de distancia euclidiana y pasos de amalgamación para 13 poblaciones evaluadas en el Estado de Tlaxcala, método de enlace completo .....	38
Cuadro 6. Medias de los tres grupos formados a un nivel de distancia de 6.3006 del análisis de conglomerados para las 21 características evaluadas, estado de Tlaxcala .....	40
Cuadro 7. Coeficientes de vectores y valores propios del análisis de componentes principales y proporción de la variación explicada y acumulada .....	42
Cuadro 8. Relación de razas y ubicación geográfica de las parcelas de conservación <i>in situ</i> .....	45
Cuadro A. 1. Valores de correlación entre las variables consideradas en el Estado de Tlaxcala .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las 13 colectas de razas de maíz en municipios del estado de Tlaxcala.....	31
Figura 2. Dendograma para la clasificación de 13 poblaciones de maíz del estado de Tlaxcala .....	41
Figura 3. Cargas de la distribución de las variables, con su peso sobre los componentes principales .....	43
Figura 4. Distribución de las 13 poblaciones evaluadas en base a los dos primeros componentes principales, Estado de Tlaxcala .....	44
Figura 5. Mazorcas correspondientes a los tres grupos obtenidos en el análisis de conglomerados .....	46

## RESÚMEN

En el estado de México durante el ciclo agrícola P-V 2012, en el marco del convenio del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos, con la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se establecieron a través de ocho municipios, se establecieron 13 parcelas de conservación *in situ en* coordinación con los custodios de cinco razas de maíz representadas en 13 poblaciones, a las cuales se midieron características de la espiga, mazorca y de grano. Los objetivos en el presente trabajo son: Caracterizar morfológicamente 13 poblaciones de maíz para su clasificación racial y Conocer la variación existente entre y dentro de las poblaciones. A cosecha se seleccionaron 20 mazorcas de cada parcela las que fueron caracterizadas en el Banco Nacional de Germoplasma de los Productores de Maíz de México conservado *ex situ* con sede en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y formar grupos en base a características similares por medio de análisis de Conglomerados y Componentes principales. Los resultados mostraron que con el análisis de Conglomerados se formaron tres grupos a una distancia Euclidiana de 6.3006; El grupo uno (G1) incluye las cuatro poblaciones de maíz Palomero (1, 2, 3 y 4), la población Cónico amarillo (9), y se distingue como un subgrupo las dos poblaciones de Elotes cónicos (12 y 13). En el siguiente grupo (G2) participan las tres poblaciones de Cacahuacintle (6, 7, 5) las cuales no mostraron una fuerte relación hacia otros complejos. El tercer grupo (G3) incluye las dos poblaciones de Chalqueño (10 y 11) y una población de maíz Cónico blanco (8). Con los dos primeros componentes principales se explicó el 73.9% de la variación total de los datos. En las 13 poblaciones estudiadas las características del grano fueron las de mayor influencia sobre el CP1. Ancho de grano, P100G y V100G mostraron que las poblaciones 5, 6 y 7 fueron las más sobresalientes para estas características. Con respecto al CP2, la característica de longitud de mazorca fue la de mayor importancia por lo que se agrupan las poblaciones 8, 10 y 11 que presentaron mayor longitud de mazorca. Se presentaron correlaciones

positivas entre las variables con mayor peso: A.G. con AG/LG (0.943\*\*), también A.G. con V100G (0.981\*\*) y P100G con V100g (0.966\*\*).

**Palabras claves:** *Zea mays*; razas de maíz; conservación *in situ*; conservación *ex situ*; caracterización; análisis multivariado.

Correo Electronico; María Del Carmen Casiano De La Rosa,

[carmen\\_delarosa\\_93@hotmail.com](mailto:carmen_delarosa_93@hotmail.com)

## INTRODUCCION

México es considerado como el centro de origen, domesticación y dispersión del maíz (*Zea mays L.*). A la fecha se han descrito 59 razas potencialmente diferentes (Ortega, 2003; Kato *et al.*, 2009). Como en el continente americano se reportaron unas 300 razas, la variación en México representa 22.7 % de la diversidad del maíz en el continente (Serratos, 2009). Esta diversidad está presente aun a nivel de microrregiones, a la que Muñoz (2005) denomina patrón etnofitogenético o patrón varietal y lo define como el conjunto de grupos de variedades de maíz, los estratos o niveles ambientales y las relaciones entre ellos.

Comúnmente cada grupo de maíz se diferencia de otro en precocidad, color de grano y usos. Adicionalmente, una variedad del grupo se siembra en un sitio particular del nicho o microrregión y en un período específico que depende de la humedad del suelo, la temperatura, la altitud o del inicio de las lluvias. El estrato o nivel ambiental es cada sitio del nicho con un régimen higrotérmico específico. El patrón varietal se puede describir con base en tres características básicas: color del grano, precocidad y otras características agronómicas, particularmente rendimiento de grano (Gil *et al.*, 2004). La diversidad de maíz se encuentra principalmente en donde imperan condiciones de temporal o seco y sistemas campesinos de producción (Herrera *et al.*, 2000), y los agricultores generalmente disponen de más de una variedad nativa adaptada a su ambiente (Aceves *et al.*, 2002).

El maíz, que es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes

alimenticios y, desde hace poco, combustible. La planta tierna, empleada como forraje, se ha utilizado con gran éxito en las industrias lácteas y cárnicas y, tras la recolección del grano, las hojas secas y la parte superior, incluidas las flores, aún se utilizan hoy en día como forraje de calidad relativamente buena para alimentar a los rumiantes de muchos pequeños agricultores de los países en desarrollo. Los tallos erectos, que en algunas variedades son resistentes, se utilizan para construir cercas y muros duraderos.

El cultivo del maíz tuvo su origen, con toda probabilidad, en América Central, especialmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta el Canadá y hacia el sur hasta la Argentina. La evidencia más antigua de la existencia del maíz, de unos 7 000 años de antigüedad, ha sido encontrada por arqueólogos en el valle de Tehuacán (México) pero es posible que hubiese otros centros secundarios de origen en América. Este cereal era un artículo esencial en las civilizaciones maya y azteca y tuvo un importante papel en sus creencias religiosas, festividades y nutrición; ambos pueblos incluso afirmaban que la carne y la sangre estaban formadas por maíz. La supervivencia del maíz más antiguo y su difusión se debió a los seres humanos, quienes recogieron las semillas para posteriormente plantarlas. A finales del siglo XV, tras el descubrimiento del continente americano por Cristóbal Colón, el grano fue introducido en Europa a través de España. Se difundió entonces por los lugares de clima más cálido del Mediterráneo y posteriormente a Europa septentrional.

Pese a la gran diversidad de sus formas, al parecer todos los tipos principales de maíz conocidos hoy en día, clasificados como *Zea mays*, eran cultivados ya por las poblaciones autóctonas cuando se descubrió el continente americano. Por otro lado, los indicios recogidos mediante estudios de botánica, genética y citología apuntan a un antecesor común de todos los tipos existentes de maíz. La mayoría de los investigadores creen que este cereal se desarrolló a partir del teosinte, *Euchlaena mexicana* Schrader, cultivo anual que posiblemente sea el más cercano al maíz. Otros creen, en cambio, que se originó a partir de un maíz silvestre, hoy en día desaparecido. La tesis de la proximidad entre el teosinte y el

maíz se basa en que ambos tienen 10 cromosomas y son homólogos o parcialmente homólogos. (Mangelsdorf, y Reeves, 1939). Han hecho notar que el maíz se cultiva en todas las regiones del mundo aptas para actividades agrícolas y que se recoge en algún lugar del planeta todos los meses del año. Crece desde los 58° de latitud norte en el Canadá y Rusia hasta los 40° de latitud sur en el hemisferio meridional. Se cultiva en regiones por debajo del nivel del mar en la llanura del Caspio y a más de 4 000 metros de altura en los Andes peruanos.

Dentro de los trabajos que se realizan en parcelas de conservación *in situ* en coordinación con los custodios de poblaciones nativas de maíz, se decidió trabajar con 13 poblaciones del estado mexicano de Tlaxcala, que se conservan (*ex situ*) en el banco de germoplasma de los productores de maíz de México con sede en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

- Caracterizar morfológicamente 13 poblaciones de maíz para su clasificación racial.
- Conocer la variación existente entre y dentro de las poblaciones.

### **Objetivos específicos**

- Analizar las poblaciones bajo estudio en base a caracteres de espiga, mazorca y grano utilizando métodos estadísticos multivariados.

### **Hipótesis**

Ho: Las poblaciones presentan diferencias morfológicas que permitirán clasificarlas en grupos raciales.

Ha: Las poblaciones no presentan similitud en los caracteres morfológicos estudiados.



## REVISION DE LITERATURA

Uno de los más grandes recursos en las Américas es la gran diversidad genética en el maíz, un producto de miles de años de evolución bajo domesticación e hibridación.

Kuleshov (1933) informó sobre la diversidad mundial de los genotipos de maíz, encontró que el maíz tenía una extraordinaria diversidad de propiedades morfológicas y biológicas.

Anderson y Cutler (1942) definieron el término raza como un grupo de individuos emparentados con suficientes características en común, que permiten su reconocimiento como un grupo; ellos describieron a la raza en términos genéticos como un grupo de individuos con un significativo número de genes en común.

Hayes e Immer (1942) enunciaron que “la diversidad genética puede tener igual o mayor valor que la aptitud combinatoria. Se han dedicado considerables esfuerzos en varios países para desarrollar híbridos de maíz cristalino por dentado. Algunos de los híbridos que comprenden estas líneas de germoplasma diferente han manifestado un elevado grado de heterosis. En general, las líneas cristalinas contribuyen a la maduración precoz, buena germinación y vigor inicial.

Wellhausen *et al* (1951) describieron los grupos raciales del noroeste, entre éstos incluyeron a Chapalote perteneciente al grupo de razas indígenas antiguas; Harinoso de ocho con la sub-raza elotes occidentales y maíz dulces como razas indígenas precolombianas; Tabloncillo y su variante Tabloncillo Perla, Jala, Tuxpeño, Vandeño y Reventador como razas mestizas prehistóricas; y anticiparon su parentesco con blando de Sonora, Dulcillo de Sonora y Onaveño, consideradas razas no bien definidas.

Wellhausen et al., (1952), Señalan que el maíz en México más que en otros países de América, tiene una extraordinaria diversidad genética, ha tenido un papel importante en el desarrollo de las variedades modernas altamente productivas, en especial de la faja maicera de los E.U.A.

Brown (1953) concluye que las variables alternas evolucionadas de progenitores diversos, proporcionan fuentes más deseables de germoplasma criollo que las variables menos heterogéneas. Cuando se reúnen varias razas diferentes de maíz en combinación híbrida, son necesarias varias generaciones de reproducción y selección para obtener cualquier recombinación génica importante.

Sevilla (1991) cita que las variedades locales de maíz, *Zea mays L.*, han sido fuente principal de germoplasma en la obtención de líneas puras, usadas en el proceso de hibridación de este cultivo. Indica que casi todos los híbridos y variedades mejoradas que se cultivan actualmente en Latinoamérica proceden de colecciones de germoplasma superior que se colectó y caracterizó durante los años cincuenta en muchos países de esta región.

Hernández X. y Alanís (1970) señalan que cada raza de los maíces criollos se ha definido como una población con un conjunto sustancial de características que la distinguen como grupo y la diferencia de otras poblaciones, con capacidad de transmitir con fidelidad sus capacidades a las generaciones posteriores y de ocupar un área ecológica específica.

Bird y Goodman (1977) estudiaron la variabilidad entre 219 razas y subrazas de maíz de Latinoamérica, utilizando la taxonomía numérica sobre 20 caracteres morfológicos y datos geográficos incluidos en catálogos de razas de maíz. Cuando consideraron todos los caracteres se formaron 14 grupos; al observar solo ocho caracteres del grano (CG) y caracteres de la mazorca (CM) encontraron que las razas Palomero y el complejo Cuzco quedaron bien separadas de todas las otras razas, estas últimas formaron 19 grupos con poca sobre posición entre ellas, por

lo que sería interesante conocer si la variabilidad entre las poblaciones de maíz para caracteres cuantitativos podría ser explicada particularmente por CM.

Sevilla (1991), anota que reactivar de los estudios de las poblaciones locales de maíz es indispensable si se quiere ampliar la base genética del cultivo para el mejoramiento genético. La selección realizada por los agricultores durante siglos y la gran diversidad de usos de maíz lo han forzado a crecer en muy diversos ambientes, y poblaciones fenotípicamente parecidas pertenecen ahora a razas distintas, ya que no pueden compartir por falta de adaptación, el mismo ambiente ecológico.

Camussi *et al* (1983) menciona que la adaptabilidad a condiciones ambientales específicas podría ser una buena fuente de variabilidad genética en la medida que se pueda realizar una buena descripción taxonómica, basada en la evaluación de la base genética para la mayor parte de los componentes de producción, arquitectura de la planta, ciclo vegetativo y procesos fisiológicos. Clasificó 102 poblaciones de maíz provenientes del banco de germoplasma de Italia, en base a criterios morfológicos y geográficos. Los caracteres morfológicos utilizados fueron los de la planta, mazorca, además de caracteres fisiológicos de adaptación, los datos fueron analizados por el método multivariado de análisis canónico. Los primeros componentes canónicos, explicaron 71 % de las diferencias entre poblaciones. Las poblaciones fueron clasificadas en función de la distancia Euclidiana; obteniendo una buena representación de la variabilidad y una adecuada evaluación del germoplasma. El primer componente está relacionado con el patrón de crecimiento de la planta (número de días entre aparición de la 8va. Hoja y décima segunda hoja, número de hojas y altura de planta). Involucrados en la expresión de estos caracteres.

Espinoza (2003) señala que las variedades criollas de maíz del estado de Chiapas presentan una gran diversidad en cuanto a tipo de planta, color de grano, duración de su ciclo vegetativo, resistencia a factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (sequía, vientos huracanados, heladas, etc.) entre otras características.

En sus trabajos Álvarez y Lasa (1990) encontraron resultados similares en 36 poblaciones de maíz colectadas al norte de España, evaluando 13 componentes del rendimiento, los cuales habían mostrado previamente alta estabilidad y heredabilidad. De esta evaluación se formaron 10 grupos diferentes; los análisis de discriminación revelaron que los CG, CM y CF jugaron el papel más importante en esa clasificación, donde el 72,4 % de la variación fue explicada por las dos primeras funciones canónicas.

Por su parte, Sánchez *et al* (1993) determinaron la importancia relativa del genotipo, el ambiente y su interacción, sobre la expresión de caracteres morfológicos en razas de maíz. Estimaron la relación entre los componentes de varianza como criterio para determinar los caracteres apropiados para la clasificación racial, así como las correlaciones entre 47 variables estudiadas y la variabilidad representada por cada una. Con base en esos análisis, identificaron 24 variables útiles y un mínimo de 9 caracteres fueron sugeridos como variables apropiadas para la clasificación racial: número de hojas por planta, la relación entre la longitud de la gluma masculina, ancho de grano, longitud de raquis, diámetro de olote, la relación entre la longitud y el diámetro de la mazorca y la relación entre la longitud y el ancho del grano.

Aguirre *et al* (2000) realizaron un estudio sobre la diversidad del maíz en el sureste del estado de Guanajuato para analizar el efecto de factores socioeconómicos y agroecológicos sobre la conservación de las poblaciones criollas de maíz. En este análisis se encontró que la mayor concentración de poblaciones nativas se encuentra en áreas aisladas con escasas vías de comunicación y ambientes adversos para la producción de maíz.

Smale *et al*, (1999) detallan que con la participación del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), se colectaron 257 poblaciones criollas de maíz y se obtuvo información de 160 productores pertenecientes a la región sureste de Guanajuato. Un resultado interesante en esta región, fue el hecho de encontrar predominancia de materiales criollos, lo cual indica que esta pequeña región de Guanajuato actúa como reservorio, en donde se conserva el

germoplasma criollo de maíz. Del total de muestras colectadas, el 92 % fue de materiales de criollos y de cruza entre ellos. Los materiales mejorados 3.9 % y las mezclas de materiales mejorados con razas nativas (acriollados) fue mínima la influencia solo de 3.5 %. La mayor concentración de materiales se presentó en áreas aisladas con escasas vías de comunicación. Por el contrario, en áreas bien comunicadas y con acceso a mercados y tecnologías se registraron porcentajes más bajos de materiales criollos.

Oldfield and Alcorn (1997) mencionan que mucha de la diversidad biológica del mundo está siendo conservada por los pequeños agricultores tradicionales. Esta diversidad ha jugado un papel importante en la alimentación y bienestar de las familias campesinas, principalmente en las áreas o regiones en donde se practica la agricultura de temporal con escasa aplicación de insumos externos.

El término raza se ha utilizado en el maíz y en las plantas cultivadas para agrupar individuos o poblaciones que comparten características en común, de orden morfológico, ecológico, genético y de historia de cultivo, que permiten diferenciarlas como grupo (Anderson y Cutler 1942, Harlan y de Wet 1971, Hernández X y Alanís 1970). Las razas se agrupan a su vez en grupos o complejos raciales, los cuales se asocian a una distribución geográfica y climática más o menos definida y a una historia evolutiva común (Bird y Goodman 1977, Sánchez 1989, Sánchez *et al.* 2000).

El concepto y la categoría de raza es de gran utilidad como sistema de referencia rápido para comprender la variación de maíz, para organizar el material en las colecciones de bancos de germoplasma y para su uso en el mejoramiento (McClintock 1981, Wellhausen 1988), así como para describir la diversidad a nivel de paisaje (Perales y Golicher 2011). Sin embargo, cada raza puede comprender numerosas variantes diferenciadas en formas de mazorca, color y textura de grano, adaptaciones y diversidad genética.

Las razas se nombran a partir de distintas características fenotípicas (Cónico, por la forma de la mazorca), tipo de grano (Reventador, por la capacidad del grano para explotar y producir palomitas), por el lugar o región donde inicialmente fueron

colectadas o son relevantes (Tuxpeño de Tuxpan, Veracruz; Chalqueño, típico del Valle de Chalco) o por el nombre con que son conocidas por los grupos indígenas o mestizos que las cultivan (Zapalote Chico en el Istmo de Oaxaca o Apachito en la Sierra Tarahumara) (McClintock 1981, Wellhausen *et al.* 1951).

Las razas de maíz de México se han agrupado, con base en caracteres morfológicos, de adaptación y genéticos (isoenzimas) en siete grupos o complejos raciales (Bird y Goodman 1977, Sánchez *et al.* 2000).

Dentro de estos grupos de razas se localizan las poblaciones que se tienen bajo estudios en el presente trabajo, como son:

El maíz Palomero es una variedad del maíz común. Sus granos tienen características especiales que, sometidos al calor, permiten convertirlos en palomitas o rosetas de maíz, una golosina muy popular. La planta del maíz es de aspecto robusto. Recuerda al de una caña. Tiene un solo tallo de gran longitud, sin ramificaciones, que puede alcanzar hasta cuatro metros de altura, es decir, poco más de la altura de dos hombres. Al hacerle un corte presenta una médula esponjosa. La planta tiene flores tanto masculinas como femeninas. La inflorescencia masculina es un espigón o penacho amarillo que puede almacenar de veinte a 25 millones de granos de polen. La femenina tiene menos granos de polen, mil como máximo, y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices.

Las hojas son largas y extensas, con terminación en forma de lanza, o lanceoladas, de extremos cortantes y con vellosidades en la parte superior. Sus raíces son fasciculadas, o sea, todas presentan más o menos el mismo grosor, y su misión es aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos pueden verse los nudos de las raíces a nivel del suelo (SAGARPA, 2004).

La raza de maíz Cacahuacintle de grano harinoso grande con adaptación especial a suelos de ando, particularmente en el Valle de Toluca, pero que se siembra

también en otras áreas de los Valles Centrales de México, es decir es una raza que se siembra en las partes más altas y de temperaturas más bajas de México. Se usa para pozole, elotes, pinole, atole y harina. El kilogramo de grano vale varias veces el valor del maíz común. Susceptible a pudrición de grano. Predominan formas de grano blanco pero también se encuentran negras o azules. Por sus hojas caídas tolera a las granizadas. Esta raza tiene buena adaptación a las condiciones del Valle de Toluca y cuando se siembra en lugares como Texcoco es muy susceptible a pudriciones o bien hay un número alto de plantas jorras, sin embargo para Tlaxcala existen formas más precoces e intermedias que pudieran adaptarse mejor a estas condiciones.

La raza de maíz Cónico se desarrolla en las áreas y condiciones semejantes donde se distribuye Chalqueño, sin embargo su principal área de distribución obedece a áreas con baja precipitación o bien con temporal errático. Presenta un vigor de emergencia más alto que el Chalqueño y tolerancia al frío por lo que se distribuye a mayores altitudes en las faldas de los volcanes del centro de México. Ha sido de interés para agrandar las fronteras altitudinales de la siembra de maíz. La textura de la planta al secarse es más suave y con mejor palatabilidad que los materiales mejorados, por lo que es mejor como pastura para el ganado; la mazorca es más pequeña que Chalqueño. Una subraza de los maíces Cónicos son los Elotes Cónicos.

La raza de maíz Chalqueño es una de las más productivas. Domina en las partes de los Valles Centrales de México donde no hay maíces mejorados adecuados para estas regiones. Ciclo largo, característica de latencia en la germinación de la semilla, resistencia a la sequía en etapas medias del desarrollo de la planta. Polimórfico, poblaciones específicas para sus ambientes y usos: variantes tipo “crema” especiales para tortillas; “palomo” y otros tipos de grano blanco y textura harinosa para harina de tamal; “azules” para antojitos de ese color; “rojos” –color presente en la aleurona- para antojitos (“burritos” –maíz tostados y garapiñado con piloncillo”) y pinole, amarillos para forraje y tortilla; todas estas variantes producen gran cantidad de biomasa al desarrollar plantas de gran tamaño, aunque esta

característica propicia la caída de las plantas –acame- ante los vientos fuertes; presenta alto vigor de germinación y emergencia. Muchas de sus formas tienen una alta proporción de desgrane debido a su grano grande y olote delgado; las variantes para tortilla producen un material suave cuando está recién hecha, ya después se hace muy dura; el defecto que tienen algunas variantes de color es que se pinta la masa gris por lo cual no se industrializa. Presentan hojas caídas que soportan las granizadas. El totomoxtle de estas razas es muy apreciado para envolver tamales y para elaboración de artesanías. Es una de las principales fuentes de maíces mejorados para valles y partes altas de México, junto con materiales de la raza Cónico y en menor proporción de la raza Bolita (CONABIO, 2010).

Para la clasificación de las poblaciones en grupos raciales se han utilizado técnicas como son entre otras, las siguientes:

### **Clasificación de unidades taxonómicas**

La clasificación de organismos generalmente implica el análisis conjunto de un gran número de caracteres con base a técnicas estadísticas multivariadas. Taxonomía Numérica es el agrupamiento por medio de métodos numéricos de unidades taxonómicas (taxa) con base en el estudio de sus caracteres (Sánchez, 1995). El uso de métodos numéricos en taxonomía ha sido ampliamente usado para clasificar maíz (Sánchez *et al.*, 2000), la clasificación por medio de taxonomía numérica involucra dos pasos: el análisis de similitud (o disimilitud) entre unidades taxonómicas y posteriormente el, análisis de conglomerados. Otro método multivariado para clasificar material genético es utilizar un análisis de componentes principales.



## **Análisis de Conglomerados**

El análisis de conglomerados (AC), es un método multivariado comúnmente usado para estudiar la diversidad genética de colectas en los bancos de germoplasma y para formar subgrupos base, agrupando las colectas con base en características similares en categorías homogéneas (Taba *et al.*, 1994). El procedimiento estándar para identificar y clasificar numéricamente unidades taxonómicas en taxas con base a  $n$  observaciones multivariadas se lleva a cabo mediante los métodos de agrupamiento jerárquicos, los métodos jerárquicos más usados en análisis de diversidad genética en plantas, en estos métodos el, agrupamiento empieza con un primer grupo, por lo que existirán tantos grupos como individuos se estén clasificando. Los individuos más similares, la caracterización morfológica es el primer paso en la descripción del germoplasma (Crossa *et al.*, 1995).

## **Análisis de Componentes Principales**

La técnica de análisis de componentes principales (ACP), simplifica el número de variables en donde un parámetro como rendimiento o calidad pueden estar determinando por un gran número de variables y ninguna de ellas por si sola expresa adecuadamente en forma global estos parámetros, el ACP comprende un procedimiento matemático, que transforma un conjunto de variables correlacionadas de respuesta en un conjunto menor de variables correlacionadas, llamadas componentes principales (Wiley, 1981). El primer pasó es calcular los valores propios, los cuales definen la cantidad total de variación, que está desplegada sobre los ejes del componente principal. El primer componente explica la mayoría de la variabilidad presente en los datos originales relativos a todos los componentes remanentes, y el segundo componente explica otra parte del complemento del total de la variabilidad, no considerada por el primer componente

(CP); en ambos casos, dichos componentes no están correlacionados y así en adelante. El ACP puede ser mejorado por dos tipos de matrices de datos: una matriz de varianza-covarianza, y otra por la matriz de correlaciones. Con caracteres de diferentes escalas es preferida la matriz de correlación estandarizada de los datos originales, si los caracteres son de la misma escala, puede usarse la matriz de varianza-covarianza (Johnson, 2000).

Existe una serie de trabajos en que se han encontrado útiles estas técnicas en clasificación de maíz.

Revilla y Tracy (1995) clasificaron cultivares de maíz dulce basados en su morfología, al estudiar las relaciones entre variables morfológicas en el grupo de cultivares determinaron que el primer Componente Principal (CP), explicó el 37% y el segundo componente el 13%, acumulando en los dos primeros componentes el 50% de la varianza explicada. El principal grupo de cultivares se distribuyó linealmente a lo largo del primer CP desde los tipos de menor altura y madurez precoz a los tipos altos y tardíos. El segundo CP incluyó características de tamaño de grano y mazorca. En el análisis de Conglomerados cinco grupos y seis cultivares independientes fueron descritos. La longitud de mazorca se asoció con peso de grano y número de granos por hilera.

En el verano del 2002, Espinoza (2007) evaluó 28 colectas de maíz, en el Campo Experimental de la Universidad (UAAAN), en un diseño de bloques al azar y dos repeticiones, se tomaron datos de 14 variables: rendimiento de grano, nueve relacionadas con la mazorca y cuatro agromorfológicas. Las variables: peso de mazorca, rendimiento de grano, diámetro de mazorca, diámetro de olote y peso de olote en el componente 1, y floración femenina, altura de planta y altura de mazorca en el componente 2, fueron las de mayor importancia para describir el comportamiento de las colectas. Ambos grupos de variables mostraron independencia. Sobresalieron las colectas de Durango, Coahuila y Oaxaca, en donde la colecta 16 (Durango), mostró el mayor peso de mazorca.

Rincón *et al.* (2010) señalan que los caracteres de la mazorca de maíz han sido de gran utilidad en la descripción y clasificación racial del maíz encontrando que las relaciones de poblaciones con base a los caracteres de la mazorca, son congruentes con las clasificaciones realizadas. En el análisis de Componentes Principales (ACP), efectuando con maíces nativos de Coahuila, con los primeros dos componente se explicó el 57.01% de la variación acumulada en los 15 caracteres, la variación en el primer componente fue determinada por la longitud y diámetro de mazorca, longitud y peso seco de grano; el segundo componente por el ancho de grano y las relaciones diámetro de olote/mazorca y ancho /largo de grano. Para el análisis de conglomerados a una distancia de 0.7 se identificaron siete grupos importantes: los primeros dos dentro del complejo cónico (Cónico Norteño, Elotes Cónicos) y el resto dentro del complejo mazorca cilíndrica (Celaya, Olotillo; Ratón, Tuxpeño Norteño y Tuxpeño).

En un análisis de conglomerados Padrón *et al.* (2010) clasificaron siete poblaciones de maíz, utilizando características de mazorca y grano, el análisis mostró la formación de tres grupos principales. Dentro de las siete poblaciones de maíz la 3 (Criollo rojo de San Mateo) y 5 (Criollo rosado pinto violento) se registró el mejor coeficiente de similitud, seguido de las poblaciones 2 (Ixtlahuaca) y 7 (Amarillo Criollo de Ixtlahuaca). La población 4 (Cacahuacintle) mostró el mayor grado de divergencia con respecto al resto de las poblaciones de maíz.

Ruíz *et al.* (2013) en maíz caracterizaron el efecto de la precipitación e índice de humedad sobre los grupo raciales. A partir de esta caracterización se tipificaron los grupos raciales por condicionamientos de humedad disponible para el maíz. En el análisis de agrupamiento trabajaron con 54 razas de maíz y 10 variables agroclimáticas. A una distancia euclidiana de 0.234 se formaron cinco grupos de razas de maíz. Los resultados muestran que hay un grupo integrado por las razas Chapalote, Dulcillo del Noreste, Tuxpeño Norteño, Cónico Norteño, Tablilla de ocho y gordo. Este grupo se identificó como el de mayor adaptación a un temporal más seco, incluso con condiciones de semiaridez. Lo que indica que en nuestro país existen recursos genéticos de maíz adaptadas a condiciones de sequía que

pueden contribuir a la generación de variedades adaptables a condiciones hídricas menos favorables por la presencia del cambio climático.

Durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2010, Rocandio *et al.* (2014) establecieron un experimento con 119 accesiones representativas de siete razas de maíz (Arrocillo amarillo, Chalqueño, Cónico, Elotes Cónicos, Cacahuacintle, Palomero Toluqueño, y Purépecha), trabajando con las variables: Floración femenina, Hojas arriba de la mazorca y 11 variables tomadas de mazorca y grano. Las variables fueron sometidas a un análisis de componentes principales (ACP). Los dos primeros componentes explicaron 68.2% de la variación total, en el CP1 la longitud de la rama central de la espiga, longitud de la mazorca, anchura de grano, espesor de grano, peso de 100 granos y la relación anchura/longitud de grano contribuyeron mayormente a la variación explicada por este componente, en tanto que el CP2 las características de mayor importancia fueron días a floración femenina, hojas arriba de la mazorca y longitud de grano. En el análisis de conglomerados el dendograma permitió distinguir tres grupos a una distancia euclidiana de 0.59 se observó continuidad en los agrupamientos de acuerdo con las medidas de similitud, debido principalmente a la diversidad en la duración del ciclo biológico y tamaño de la mazorca, en la parte superior del dendograma se ubicaron las accesiones del ciclo tardío (grupo 1) y mazorca grande y en la parte inferior estuvieron los genotipos con mazorcas pequeñas y más precoces (grupo 3).

Ramírez (2015), estudió las características de grano y mazorca de 35 poblaciones del estado de México, mediante un análisis de conglomerados y componentes principales. Con el primero se formaron nueve grupos:

Los resultados mostraron que con el análisis de Conglomerados se formaron nueve grupos; de los cuales el grupo G1 constituido por la raza Palomero Toluqueño y el grupo G2 por la raza Mushito presentaron características de menor longitud de mazorca, de bajo peso y volumen de 100 granos. En el grupo G3, quedó la mayoría de los Cónicos Norteños que destacan en longitud de grano. En el grupo G4 se encuentran los cónicos que tienen mayor longitud de mazorca, y en

el grupo G5 se encuentran la mayoría de los Cónicos presentando valores intermedios para las características evaluadas. El grupo G6 fue el más diverso al estar constituido por cuatro razas diferentes. En el grupo G7, se encuentran las poblaciones de Tabloncillo las cuales se caracterizan por un bajo Número de hileras. El grupo G8, quedó constituido por la raza Cacahuacintle que tiene características particulares como alto peso y volumen de 100 granos. El grupo G9 se caracteriza por tener altos promedios para peso de mazorca y grano al 10 por ciento de humedad. Con los dos primeros componentes principales se explicó el 51.30% de la variación total de los datos. Las características peso de grano y de mazorca al 10 por ciento de humedad y diámetro de mazorca tuvieron mayor peso sobre el primer componente: en el segundo componente sobresalen: grosor de grano, grosor de grano sobre longitud de grano y grosor de grano sobre ancho de grano. Las variables de mayor peso en los dos primeros componentes principales fueron las más importantes en la clasificación de las razas de maíz.

### **Características del estado de Tlaxcala**

El estado de Tlaxcala se localiza geográficamente en la región centro-oriental de la república Mexicana entre 19°05'43" y 10°37'07" de latitud norte y 97°37'07" y 98°42'51" de longitud oeste, su altitud promedio es de 2230 msnm. Se sitúa en las tierras altas del eje neovolcánico, sobre la meseta de Anáhuac. Su extensión territorial es de 4,060.93 km<sup>2</sup>, lo que representa el 0.2% del territorio nacional, está conformado por 60 municipios agrupados en nueve regiones socioeconómicas (SEMARNAT, 2001).

El clima de Tlaxcala es generalmente del tipo templado en un 94.07% de la superficie estatal con lluvias de verano; 5.13% semifrío subhúmedo con lluvias en verano; 0.62% semiseco templado y 0.18% frío (INEGI, 2006). Por lo general son raras las temperaturas elevadas, el calor es moderado y casi nunca excede de 30°C. Durante el invierno en muchas madrugadas hiela en casi todo el estado. En la mayor parte del año los días son frescos en la mañana y templados al medio

día. De junio a septiembre llueve seguido, de noviembre a marzo las lluvias son escasas y secan tierras y arroyos.

Los suelos en el estado son muy variados como resultado de la historia geológica de esta porción centro-oriente del país, así como la porción irregular de la superficie y clima.

El uso del suelo tropieza con dificultades, una gran cantidad de hectáreas no se aprovechan ya sea por la falta de recursos, por dejarlas en descanso, por escasez de agua, o porque la tierra está erosionada. De la superficie estatal el 75.21% está destinada a la agricultura, el 15.89% a zona boscosa, el 6.28% a pastizales y el 0.29% a otros usos. La agricultura es la actividad más importante del estado. La superficie agrícola es de alrededor de 243,000 hectáreas, de las cuales cerca del 90% corresponden al régimen de temporal y el 10% a riego. La producción agrícola se sustenta en los granos básicos para consumo familiar, principalmente, maíz, trigo, cebada y frijol (INEGI, 2006).

## **Características de los municipios en donde se establecieron parcelas de conservación**

### **Apizaco**

La palabra Apizaco proviene del náhuatl de la raíz *atl* que significa agua y *ptzactli* que significa delgado y la final locativa *co*, “Lugar de agua delgada” o riachuelo.

Apizaco se localiza en la zona centro del estado a 19°24'56" latitud norte y 98°08'24" de longitud oeste a una altitud de 2,408 msnm. Ocupa una superficie de 124.1 km<sup>2</sup>, pertenece a la región socioeconómica Apizaco (PEOT, 2004).

Su clima es templado subhúmedo con régimen de lluvias en los meses de mayo a septiembre y parte de octubre, los meses más calurosos son mayo y junio. La dirección de los vientos en general es de Norte a Sur. La temperatura media es de 16.61°C, la precipitación pluvial media anual es de 593.8 mm. Los suelos son de la

edad del cenozoico de periodo terciario, toba intermedia. El uso actual es en mayoría agrícola e industrial.

### **Contla de Juan Cuamatzi**

La palabra Contla significa en lengua náhuatl conde *cómitl*, que al cambiar m por n y la terminación locativa tla quiere decir “Lugar de ollas”.

Sus primeros pobladores fueron los olmecas-xicalancas, que fueron atacados por los chichimecas que sostienen cruentas batallas contra los Teochichimecas (tlaxcaltecas) que resultaron victoriosos.

El municipio se localiza en la zona central del estado a 19°20'00” de altitud norte y 98°01'04” longitud oeste a una altitud de 2,320 msnm. Pertenece a la región socioeconómica Tlaxcala.

Su clima es templado subhúmedo con regímenes de lluvia en los meses de junio a septiembre. Los meses más calurosos son de abril a junio. La dirección de los vientos en general es de sur a norte. Presenta una temperatura promedio de 12.68°C y una precipitación pluvial de 359 mm. Sus suelos son de la edad del cenozoico, del terciario del tipo andesita y toba intermedia. El uso del suelo es predominante agrícola.

### **Huamantla**

Su nombre proviene del náhuatl *cuahuitl*, árbol, man de mani, junto o formado y la terminación locativa, tla, abundancia, que significa “Lugar de árboles formados o juntos”.

En el municipio se localizan grupos otomíes. La ciudad de Huamantla es cabecera del municipio del mismo nombre, pertenece a la región socioeconómica Huamantla.

Se localiza a los 19°19'05” de latitud norte 97°56'39” longitud oeste. Su clima es semiseco templado con régimen de lluvias en los meses de mayo a septiembre.

Los meses más calurosos son abril y mayo, la dirección de los vientos en general es de Suroeste a Noroeste. Otoño e invierno secos y semifríos; verano húmedo y templado, un promedio de granizo anual de 14 días, neblina de 21 días, temperatura media anual de 15.1°C, heladas promedio de 12 a 15 días al año, con una precipitación promedio anual de 328.2 mm.

El tipo de suelo es de la edad del cenozoico, del periodo terciario, toba medio y arenoso. El uso de suelo es principalmente agrícola.

## **Ixtenco**

Ixtenco en lengua náhuatl significa “En la orilla”, proviene de ix, raíz de ixco; en, sobre, enfrente y tenco, orilla.

En el municipio se encuentran algunos grupos de otomíes.

Ixtenco se localiza en la zona suroeste del estado, entre los 18°15'02” latitud norte y 97°53'38” longitud oeste a una altitud de 2,592 msnm pertenece a la región socioeconómica de Huamantla.

Su clima es templado subhúmedo con régimen de lluvias en los meses de mayo a agosto, los meses más calurosos son mayo y junio, la dirección de los vientos generalmente es de Norte a Sur; tiene una precipitación pluvial media anual de 312.2 mm, temperatura media de 23.2°C, un promedio de 62.5 días nublados, con 58.2 días de heladas y 7.4 días de granizo.

Sus suelos son de la edad del cenozoico, del tipo aluvial y del periodo terciario, de tipo toba intermedio; el uso del suelo es en su mayoría agrícola.



## **Panotla**

Su nombre se deriva del vocablo náhuatl, pano, y la final locativa tla cuyo significado es “Lugar de paso”.

El lugar en la época prehispánica estuvo ocupado por los Olmecas-Xicalancas, quienes al enfrentarse a otras culturas fueron vencidos, quedando bajo el dominio de los Teochichimecas (Tlaxcaltecas).

El municipio está situado a los 19°05' latitud norte y 98°05' longitud oeste a una altitud de 2,283 msnm, pertenece a la región socioeconómica Tlaxcala.

Su clima predominante es templado subhúmedo, la temperatura media anual es de 12.63°C y la precipitación pluvial es de 240.2 mm. Los vientos predominantes son en dirección Norte-Sur, con siete heladas en promedio al año.

Sus suelos son de la edad del cenozoico del periodo cuaternario: toba básica.

## **San José Teacalco**

La palabra Teacalco proviene del náhuatl y su significado señala dos versiones. Una que se traduce como “En la canoa de piedra”, derivada de los vocablos tetl, que significa piedra, acalli, canoa o balsa (de atl, agua y calli casa), y la terminación co, que denota lugar. La otra versión señala que de acuerdo a su origen etimológico, Teacalco se traduce como “lugar de embarcadores”

El municipio se sitúa en un eje de coordenadas geográficas entre 19°20'09” latitud norte y 93°03'52” de longitud oeste en el altiplano central mexicano una altitud promedio de 2600 msnm. Comprende una superficie de 36.23 km<sup>2</sup>, lo que corresponde al 0.91por ciento del total del territorio estatal. Pertenece a la región socioeconómica Apizaco.

Su clima es templado subhúmedo con régimen de lluvias en los meses de abril a septiembre, los meses más calurosos son marzo, abril y mayo. La dirección de los vientos en general es de Noroeste a Suroeste. La temperatura media anual máxima es de 23.2°C, la precipitación promedio máxima es de 119.2 mm y la mínima de 6.3 mm.

### **Tocatlán**

Tocatlán en lengua náhuatl significa “Localidad de arañas” proviene de toca apócope de tocatl, araña, y la final locativa abundancia tla.

El municipio estuvo ocupado por tribus Olmecas-Xicalancas y más tarde por los Teochichimecas (Tlaxcaltecas) que se adueñaron de las tierras y que contaban con mejor tecnología, amplios conocimientos agrícolas y con régimen político bien organizado.

Se localiza en la zona oriental del estado, entre los 19°23'21” latitud norte y 98°01'48” longitud oeste a una altitud de 2,546 msnm. Pertenece a la región socioeconómica Apizaco.

Su clima es templado subhúmedo, con régimen de lluvias en los meses de mayo a septiembre con una precipitación promedio de 359 mm. Los meses más calurosos son de mayo y junio. La temperatura promedio anual es de 12.68°C, la del mes más frío es de 3°C con verano fresco y largo, la del mes más caluroso es de 16.3°C.

Sus suelos son de la era del cenozoico, de tipo aluvial; la mayor parte del suelo está destinado a la agricultura.

### **Zitlaltepec**

Zitlaltepec en lengua náhuatl significa zitalli, estrella y tepetl, cerro: “Cerro de la Estrella”.

Los primeros pobladores del municipio fueron Olmecas-Xicalancas, quienes fueron despojados por los Teochichimecas.

Zitlaltepec se localiza en la zona sureste del estado, entre los 19°13' latitud norte y 97°54' longitud oeste a una altitud de 2500 msnm. Su clima es templado subhúmedo con régimen de lluvias en los meses de mayo a septiembre con una precipitación promedio anual de 312.3 mm, la temperatura promedio es de 12.33°C.

Los suelos son de la era del cenozoico del periodo terciario de tipo toba intermedia. El uso del suelo es eminentemente agrícola (Enciclopedia de los Municipios. 1999).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Parcelas de conservación *in situ*

Los materiales utilizados en el presente trabajo (Cuadro 1.) provienen de las colectas de 13 poblaciones de maíz realizadas en el estado de Tlaxcala por el Proyecto Maestro de Maíces Mexicanos (PMMM). Las poblaciones fueron colectadas en el año 2012, en 13 parcelas de conservación *in situ* establecidas a través de ocho municipios y nueve comunidades del estado de Tlaxcala en coordinación con los agricultores, utilizando semilla de mazorcas seleccionadas en cosecha del ciclo P-V 2010 bajo el convenio de SINAREFI con la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Durante el desarrollo del cultivo se dio asesoría técnica a los custodios para mantener el cultivo en las mejores condiciones posibles. Se registraron datos de la ubicación geográfica de las parcelas, ciclo de cultivo, prácticas culturales, aplicación de agroquímicos en su caso, presencia de plagas o condiciones adversas. Con los datos de ubicación geográfica de cada parcela se elaboró un mapa de distribución de las poblaciones (Figura 1) haciendo uso de un mapa disponible en el software del INEGI denominado IRIS 4.0.2 y con el paquete computacional ArcMap 10.0.3 (ESRI, 2010)

Cuadro 1. Poblaciones correspondientes a las 13 accesiones evaluadas en el Estado de Tlaxcala.

Población	Accesiones	Raza
1	UAAANIsTI – 002	Palomero
2	UAAANIsTI – 003	Palomero
3	UAAANIsTI - 004	Palomero
4	UAAANIsTI – 043	Palomero amarillo
5	UAAANIsTI – 040	Cacahuacintle
6	UAAANIsTI – 041	Cacahuacintle
7	UAAANIsTI – 056	Cacahuacintle
8	UAAANIsTI – 019	Cónico blanco
9	UAAANIsTI – 023	Cónico amarillo
10	UAAANIsTI – 034	Chalqueño
11	UAAANIsTI – 036	Chalqueño

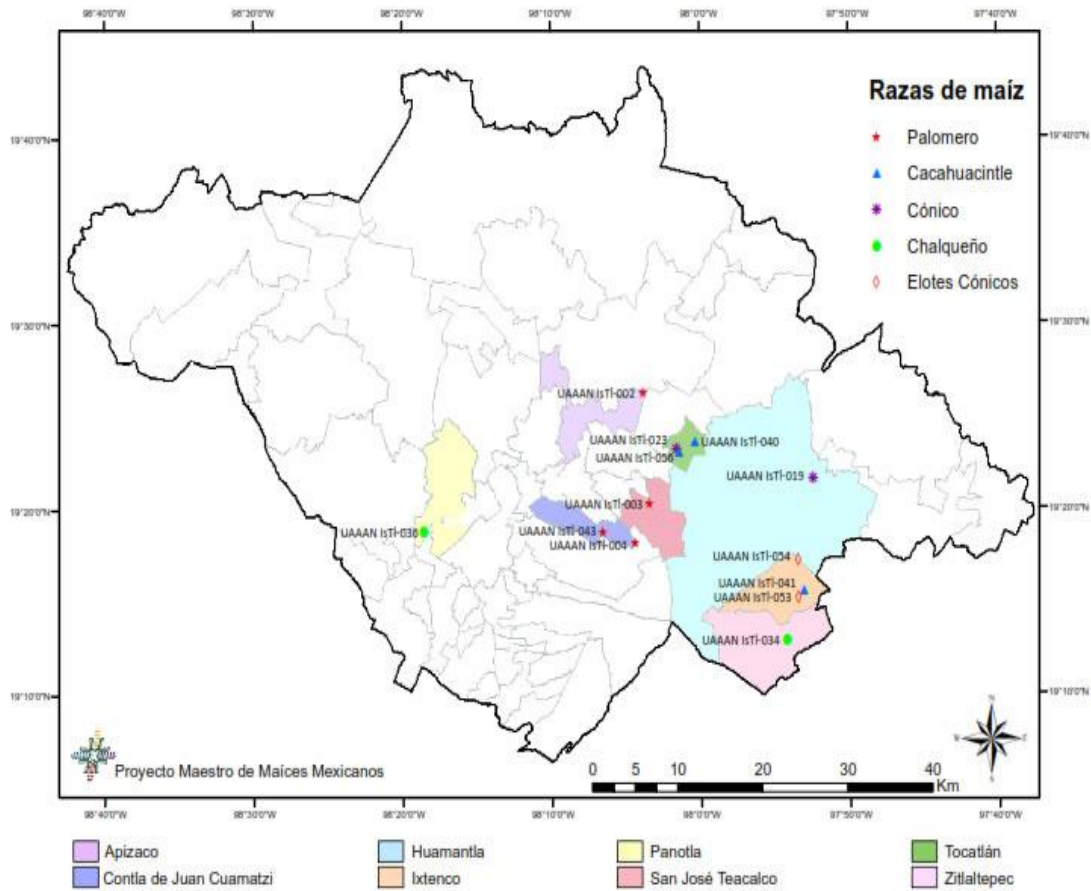


Figura 1. Localización de las 13 colectas de razas de maíz en municipios del estado de Tlaxcala.

El estudio se realizó en el estado de Tlaxcala, situado entre los 97°37'07'' y 98°42'51'' de longitud oeste y los 19°05'43'' y 19°44'07'' de latitud norte. Limita al sur, este y norte con el estado de Puebla; al noroeste con Hidalgo; y al poniente con el estado de México. Tiene una área de 4 060 km<sup>2</sup> donde habitan 1 068 207 personas, 78.2% considerada urbana, 21.8% rural. El 2.2% de la población es considerada indígena. La entidad se encuentra entre los 2 200 y 4 400 msnm, posee clima templado-húmedo y una precipitación media anual de 711 mm; los suelos predominantes son los cambisoles y feozems que cubren, respectivamente, 75.4 y 22% del territorio Tlaxcalteca. La economía del estado gira en torno a los

sectores secundario y terciario, los cuales absorbieron 81.8% de la población ocupada y generaron 93.4% del Producto Interno Bruto (PIB) estatal (INEGI, 2007). Por su índice de marginación el estado Tlaxcala está considerado con grado de marginación medio (CONAPO, 2001). El área agrícola del estado es de 239, 558 hectáreas, 88.2% de temporal y 11.8% de riego, donde se siembran 49 cultivos destacando el maíz ya que cubre el 48% del total de la superficie total cultivada en el estado (SIAP, 2009).

### **Caracterización de mazorca y grano**

En el Cuadro 2, se presentan las características cuantitativas evaluadas en las 13 poblaciones de maíz, caracteres los cuales pueden ser usados como criterio de reconocimiento, descripción y clasificación de razas de maíz (Sánchez *et al.*, 1993).

En una muestra de 20 plantas se tomaron datos para la espiga de: longitud de espiga (cm); número de ramificaciones primarias y secundarias.

En la cosecha se separaron 20 mazorcas de plantas con competencia completa y con características propias de la raza en conservación. Se colocaron en arpillas debidamente etiquetadas, estabilizando el material, protegiéndolas de plagas hasta lograr en el asoleadero la humedad conveniente para su manejo. El trabajo se realizó en el laboratorio del Banco Nacional de Germoplasma de los Productores de Maíz de México (BNGPMM) con sede en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se determinó la longitud de mazorca (cm); diámetro de la parte central de la mazorca (cm); número de hileras; número de granos por hilera; peso de mazorca y grano (g) determinando la humedad de la muestra uniformizando el peso seco y posteriormente transformado al 10% de humedad; porcentaje de desgrane; diámetro de olote (cm).

Los datos de grano se obtuvieron de cada una de las 20 mazorcas de la muestra considerando tipo de grano: harinoso, semiharinoso, dentado, semidentado, cristalino, semicristalino, dulce, reventador, opaco-2, ceroso; forma de la superficie

del grano de acuerdo a la clasificación: contraído, dentado, plano, redondo, puntiagudo, muy puntiagudo; color: blanco, amarillo, anaranjado, rosado, morado, azul, rojo, moteado, capa blanca, negro; el peso de 100 granos (g) y su volumen (cc) y la relación peso/volumen (g/cc). Las dimensiones de longitud, ancho, y grosor del grano se determinaron en 10 granos de cada una de las 20 mazorcas, expresando el promedio en mm. Para la caracterización de mazorca y grano se utilizaron los descriptores para maíz (IBPGR, 1991); La Guía Técnica para la Descripción Varietal (SNICS-SAGARPA, 2009) y El Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Maíz (SNICS-CP, 2009).

Cuadro 2. Características cuantitativas evaluadas en las 13 poblaciones de maíz del Estado de Tlaxcala.

Número	Característica	Clave	Unidades
1	Longitud de espiga	L.E.	cm
2	Número de ramas primarias	R.P.	
3	Número de ramas secundarias	R.S.	
4	Longitud de mazorca	L.M.	cm
5	Diámetro de mazorca	D.M.	cm
6	Diámetro de olote	D.O.	cm
7	Relación DM/LM	DM/LM	
8	Número de hileras	N.H.	
9	Número de granos por hilera	NGPH	
10	Desgrane	Desg.	
11	Longitud de grano	L.G.	mm
12	Ancho de grano	A.G.	mm
13	Grosor de grano	G.G.	mm
14	Relación AG/LG	AG/LG	
15	Relación GG/LG	GG/LG	
16	Relación GG/AG	GG/AG	
17	Peso de 100 granos	P100G	g
18	Volumen de 100 granos	V100G	cc
19	Relación peso/volumen	RPV	g/cc
20	Peso de mazorca al 10% de humedad	M10%H	g
21	Peso de grano al 10% de humedad	G10%H	g

### VARIABLES CUALITATIVAS ANALIZADAS

En la muestra de 20 mazorcas de cada una de las 13 poblaciones: se evaluó color de anteras y color de estigmas, el tipo de grano: harinoso, semiharinoso, dentado, semidentado, cristalino, semicristalino, dulce, reventador, opaco-2, ceroso; forma de la superficie del grano de acuerdo a la clasificación: contraída, dentado, plano, redondo, puntiagudo, muy puntiagudo; color de grano: blanco, amarillo, anaranjado, rosado, morado, azul, rojo, moteado, capa blanca, negro; Se tomó la forma de la mazorca de acuerdo a la clasificación: cónica, cónica- cilíndrica, cilíndrica, esférica; disposición de hileras como regular, irregular, densa, en espiral; y el color de olote que se clasificó como: blanco, rojo, guinda, morado, café, jaspeado.

### **Análisis estadísticos**

Los análisis de conglomerados son métodos que se utilizan para formar grupos de individuos, unificando dentro de un mismo grupo aquellos elementos que tengan características similares (Chávez, et al., 2010).

### **Análisis de conglomerados**

El análisis de conglomerados se realizó con el paquete de Minitab16 (2009), básicamente lo que el programa hace es una implementación del siguiente algoritmo (Padrón *et al.*, 2010).

1. Examina la matriz de entrada para el par de objetos,  $(i,j)$  que son más similares (o menos disimilares).
2. Une estos objetos en un nuevo grupo.
3. Usa la matriz para reflejar la supresión del par de objetos,  $i$  y  $j$ , que fueron unidos y la adición del nuevo objeto correspondiente al nuevo grupo.
4. Regresa al paso 1, si el tamaño de la nueva matriz es mayor  $2 \times 2$  de otro modo se detiene. Note que dos objetos son suprimidos y uno más es añadido en cada paso, así el algoritmo debe concluir.



Los coeficientes de similitud fueron obtenidos utilizando la ecuación de distancia euclidiana:

$$E_{ij} = \{\sum K (X_{ki} - X_{kj})^2\}^{1/2}$$

### **Análisis de componentes principales**

Sánchez (1995) indica que el análisis de Componentes Principales (ACP), consiste en transformar la serie de variables originales en un nuevo conjunto de variables no correlacionadas llamadas componentes principales. Esas nuevas variables son combinaciones lineales de las variables originales y se derivan en orden decreciente de importancia (varianza), de tal manera que el primer componente principal es responsable de la mayor proporción posible de la variación con respecto a los datos originales.

Sea  $X$  una matriz de orden  $n \times p$ , de  $np$  observaciones correspondientes a los valores de  $p$  variables de cada una de  $n$  unidades de estudio.

El ACP consiste en transformar un conjunto de variables  $x_1, x_2, \dots, x_p$  a un nuevo conjunto  $y_1, y_2, \dots, y_p$ . Estas nuevas variables deben tener las propiedades siguientes:

1. Es una combinación lineal de las  $x$ 's. por ejemplo, para el primer componente.  $Y_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1p}x_p = a_1'x$ . Donde  $x = [x_1 x_2 \dots x_p]$  es el vector de valores muestrales de las variables originales, y  $a_{ij}$  es el valor del  $j$ -ésimo elemento del vector característico  $a_1$  asociado al valor característico más grande  $\lambda_1$ . En forma matricial para todos los componentes,  $Y = XA$ , en donde  $Y$  es la matriz de orden  $n \times p$  de componentes principales;  $A$  es una matriz de orden  $p \times p$  de vectores característicos y  $X$  es la matriz de orden  $n \times p$  de observaciones.
2. La suma de cuadrados de los coeficientes  $a_{ij}$  para cada  $i$  ( $j=1, 2, \dots, p$ ) es la unidad.
3. De todas las posibles combinaciones,  $Y_1$  tiene la máxima varianza:  $\text{Var}(Y_1) > \text{Var}(Y_2) > \dots > \text{Var}(Y_p)$ .
4. Las  $Y$  no están relacionadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3. Se observa una relación entre el color de anteras y estigmas entre las poblaciones evaluadas. Las poblaciones de Palomeros (1, 2, 3, 4) presentaron tipo de grano cristalino o semicristalino, forma de la superficie de grano dentada o puntiaguda, el color de grano blanco o amarillo. Con respecto a las poblaciones de Cacahuacintle (5, 6, 7) el tipo de grano fue harinoso, la forma de la superficie redonda y el color de grano blanco. Las poblaciones de Chalqueño (10, 11) tienen tipo de grano semidentado o dentado y forma de la superficie dentada o contraída, el color de grano blanco. En Elotes Cónicos (12, 13) el tipo de grano fue harinoso, la forma de superficie dentada y color de grano guinda. De acuerdo a lo anterior estas características cualitativas permiten identificar las diferentes poblaciones evaluadas.

Cuadro 3. Características cualitativas de las poblaciones evaluadas en el Estado de Tlaxcala.

Población	Color de anteras	Color de estigmas	Tipo de grano	Forma de la superficie	Color de grano
1	verde	verde claro	semicristalino	dentada	blanco
2	verde	verde claro	cristalino	dentada	blanco
3	amarillo	amarillo	semicristalino	puntiaguda	blanco
4	amarillo	verde claro	cristalino	puntiaguda	amarillo
5	verde	verde claro	harinoso	redonda	blanco
6	verde	verde claro	harinoso	redonda	blanco
7	verde	verde claro	harinoso	redonda	blanco
8	verde	verde claro	semidentado	dentada	blanco
9	verde	verde claro	semidentado	dentada	amarillo
10	verde claro	verde claro	semidentado	dentada	blanco
11	verde	verde claro	dentado	contraída	blanco
12	guinda	guinda	harinoso	dentada	guinda
13	guinda	guinda	harinoso	dentada	guinda

En el Cuadro 4. Se presentan los promedios de las 21 características cuantitativas evaluadas en las 13 poblaciones de maíz. De las cuatro poblaciones de maíz palomero la número 3 presentó las mejores características sobresaliendo en la longitud de espiga (70.96 cm), número de granos por hilera (33.15), con respecto a la longitud de grano (14.43 mm) y el ancho de grano (7.36 mm) se observa que tienen influencia con relación al volumen de 100 granos (49.55 cc) y peso de grano al 10% de humedad (158.85 g). En las tres poblaciones de Cacahuacintle la población 6 presenta mayor promedio en longitud de mazorca (19.12 cm), se observa que esta raza tiene el mayor ancho y grosor de grano por lo que en volumen de grano fueron las de mayor promedio. Las dos poblaciones de maíces Cónicos difieren en los promedios en varias características destacando la población 8 por su peso de mazorca (240.51 g) y de grano (203.01 g). En la raza Chalqueño la población 11 destaca por tener la mayor longitud de mazorca (28.07 cm) y de grano (17.55 mm) con lo que tiene influencia en relación al peso de mazorca (285.15 g) y grano (227.09 g) al 10% de humedad. Con respecto los maíces Elotes Cónicos estas poblaciones (12, 13) fueron muy similares en cuanto a sus características presentando valores intermedios entre las demás poblaciones.

Cuadro 4. Promedios de las 21 características cuantitativas evaluadas en las 13 poblaciones de maíz.

Población	L.E. cm	R.P.	R.S.	L.M. cm	D.M. cm	DM/LM	N.H.	NGPH	D.O. cm	Desgr.	L.G. mm
1	66.67	5.25	0.35	13.56	4.69	0.346	16.80	29.30	2.04	0.874	14.24
2	67.80	4.55	0.60	16.98	5.07	0.299	16.60	28.30	2.54	0.866	14.22
3	70.96	8.00	0.80	16.94	4.58	0.270	15.50	33.15	2.01	0.893	14.43
4	65.90	5.85	0.65	15.18	6.81	0.449	14.80	27.30	2.17	0.929	13.97
5	64.10	8.70	2.15	18.37	7.68	0.418	12.15	26.40	2.65	0.854	15.84
6	74.76	3.35	0.90	19.12	5.23	0.274	12.20	25.95	2.50	0.907	16.60
7	70.55	8.10	1.40	16.42	5.46	0.333	12.90	24.25	2.99	0.885	15.60
8	72.73	6.60	1.20	20.60	5.22	0.253	14.80	32.75	2.32	0.844	16.11
9	67.98	8.30	1.05	16.14	4.72	0.292	14.50	28.20	2.05	0.923	15.24

10	63.98	7.50	0.20	19.57	5.63	0.288	16.95	32.20	2.63	0.905	16.15
11	83.81	9.60	0.75	28.07	5.70	0.203	16.60	32.20	2.64	0.796	17.55
12	70.78	7.60	0.85	14.01	5.01	0.358	15.40	21.05	2.20	0.894	15.80
13	66.74	5.70	0.65	16.09	5.09	0.316	16.70	26.70	2.28	0.882	15.47

	A.G. mm	G.G. mm	AG/LG	GG/LG	GG/AG	P100G g	V100G cc	RPV g/cc	M10%H g	G10%H g
1	6.42	4.49	0.451	0.312	0.699	27.89	40.40	0.69	152.55	133.32
2	6.73	4.74	0.473	0.333	0.704	33.45	44.05	0.76	160.69	139.18
3	7.36	4.61	0.510	0.319	0.626	34.40	49.55	0.96	177.92	158.85
4	6.85	4.59	0.490	0.329	0.670	31.20	46.35	0.67	126.78	117.81
5	10.45	6.29	0.660	0.397	0.602	57.70	115.45	0.50	213.16	182.01
6	10.56	6.25	0.636	0.377	0.592	67.45	118.75	0.57	221.45	200.85
7	10.68	6.38	0.685	0.409	0.597	60.95	109.00	0.56	196.31	173.76
8	8.38	4.96	0.520	0.308	0.592	45.05	63.65	0.71	240.51	203.01
9	7.65	5.21	0.502	0.342	0.681	40.80	54.60	0.75	163.58	151.00
10	7.86	4.94	0.487	0.306	0.628	39.60	64.40	0.61	233.94	211.73
11	8.66	4.97	0.493	0.283	0.574	53.55	85.20	0.63	285.15	227.09
12	7.77	5.28	0.492	0.334	0.680	39.65	65.70	0.60	133.32	119.22
13	7.20	4.96	0.465	0.321	0.686	33.30	58.15	0.57	163.34	144.04

En el Cuadro 5. Se presentan los valores de distancia euclidiana para las 13 poblaciones de maíz del estado de Tlaxcala. En el análisis se evaluaron 21 variables tomando en cuenta características de la espiga, mazorca y grano. Se realizó el corte en el paso 10 ya que se puede observar una mejor agrupación de las poblaciones dentro de las razas evaluadas, en el que se forman tres conglomerados a un nivel de distancia de 6.3006 cuando se une la población 8 con la 11.

Cuadro 5. Valores de distancia euclidiana y pasos de amalgamación para 13 poblaciones evaluadas en el Estado de Tlaxcala, método de enlace completo.

Paso	Número de Conglomerados	Nivel de Distancia	Conglomerados incorporados	Número de poblaciones en el conglomerado nuevo
1	12	2.5490	1	2
2	11	2.8028	12	13
3	10	2.8090	3	9
4	9	3.9725	1	3
5	8	3.9857	5	7
6	7	3.9861	8	10

7	6	4.2960	4	12	3
8	5	4.9010	1	4	7
9	4	6.0544	5	6	3
<b>10</b>	<b>3</b>	<b>6.3006</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>3</b>
11	2	9.2930	5	8	6
12	1	10.3377	1	5	13

En Figura 2, del análisis de conglomerados, se observa que a un corte de distancia euclidiana de 6.3006 se conforman tres grupos diferentes según la etapa en que se quiera clasificar a los grupos que contengan la mayor información de la matriz de datos.

El grupo uno (G1) incluye las cuatro poblaciones de maíz Palomero (1, 2, 3 y 4), la población Cónico amarillo (9), y se distingue como un subgrupo las dos poblaciones de Elotes cónicos (12 y 13).

En el siguiente grupo (G2) participan las tres poblaciones de Cacahuacintle (6, 7, 5) las cuales no mostraron una fuerte relación hacia otros complejos.

El tercer grupo (G3) incluye las dos poblaciones de Chalqueño (10 y 11) y una población de maíz Cónico blanco (8).

En el Cuadro 6. Se presenta las medias de los tres grupos de maíces que se obtuvieron con las variables evaluadas. El grupo formado por las poblaciones de maíces palomeros y cónicos (G1) comprende a los de menor longitud de mazorca los cuales promediaron (15.56 cm). El grupo formado por las poblaciones de Cacahuacintle (G2) comprendió a las de longitud intermedia los cuales promediaron (17.97 cm), presentó la media más alta en diámetro de mazorca 6.12 cm, mayor promedio en el ancho de grano (10.56 mm) y grosor de grano (6.31 mm) y el grupo formado por las dos poblaciones de Chalqueño y el Cónico amarillo (G3) comprendió a los de mayor longitud de mazorca (22.75 cm) en promedio, esto se reflejó en la relación DM/LM, en la cual el grupo tres (G3) promedió un valor de 0.25 (mazorca más larga) y el grupo uno (G1) un valor de 0.33 (mazorca más corta). La relación GG/LG fue más alta en el G2 (0.39 en promedio) que en el G3 (0.30 en promedio). Con respecto a las características P100G y V100G las poblaciones 5, 6 y 7 promediaron altos valores de 62.03 g y 114.40 cc para P100G y V100G, respectivamente. En contraste el grupo de las

siete poblaciones de mazorca pequeña promediaron valores de 34.38 g y 51.26 cc para P100G y V100G, respectivamente. El G3 con promedios de 253.20 g y 213.92 g para peso mazorca y grano al 10% de humedad superó al G2 debido a su tipo de grano dentado a diferencia del G2 que es harinoso.

Cuadro 6. Medias de los tres grupos formados a un nivel de distancia de 6.3006 del análisis de conglomerados para las 21 características evaluadas, estado de Tlaxcala.

Medias	L.E. cm	R.P.	R.S.	L.M. cm	D.M. cm	DM/LM	N.H.	NGPH	D.O. cm	Desg.	L.G. mm
<b>G1</b>	<b>68.12</b>	<b>6.46</b>	<b>0.71</b>	<b>15.56</b>	<b>5.14</b>	<b>0.33</b>	<b>15.76</b>	<b>27.71</b>	<b>2.18</b>	<b>0.89</b>	<b>14.77</b>
<b>G2</b>	<b>69.80</b>	<b>6.72</b>	<b>1.48</b>	<b>17.97</b>	<b>6.12</b>	<b>0.34</b>	<b>12.42</b>	<b>25.53</b>	<b>2.71</b>	<b>0.88</b>	<b>16.01</b>
<b>G3</b>	<b>73.51</b>	<b>7.90</b>	<b>0.72</b>	<b>22.75</b>	<b>5.52</b>	<b>0.25</b>	<b>16.12</b>	<b>32.38</b>	<b>2.53</b>	<b>0.85</b>	<b>16.60</b>

	A.G. mm	G.G. mm	AG/LG	GG/LG	GG/AG	P100G g	V100G cc	RPV g/cc	M10%H g	G10%H g
<b>G1</b>	<b>7.15</b>	<b>4.84</b>	<b>0.48</b>	<b>0.33</b>	<b>0.68</b>	<b>34.38</b>	<b>51.26</b>	<b>0.68</b>	<b>154.03</b>	<b>137.63</b>
<b>G2</b>	<b>10.56</b>	<b>6.31</b>	<b>0.66</b>	<b>0.39</b>	<b>0.60</b>	<b>62.03</b>	<b>114.40</b>	<b>0.54</b>	<b>210.31</b>	<b>185.54</b>
<b>G3</b>	<b>8.30</b>	<b>4.96</b>	<b>0.50</b>	<b>0.30</b>	<b>0.60</b>	<b>46.07</b>	<b>71.08</b>	<b>0.65</b>	<b>253.20</b>	<b>213.94</b>

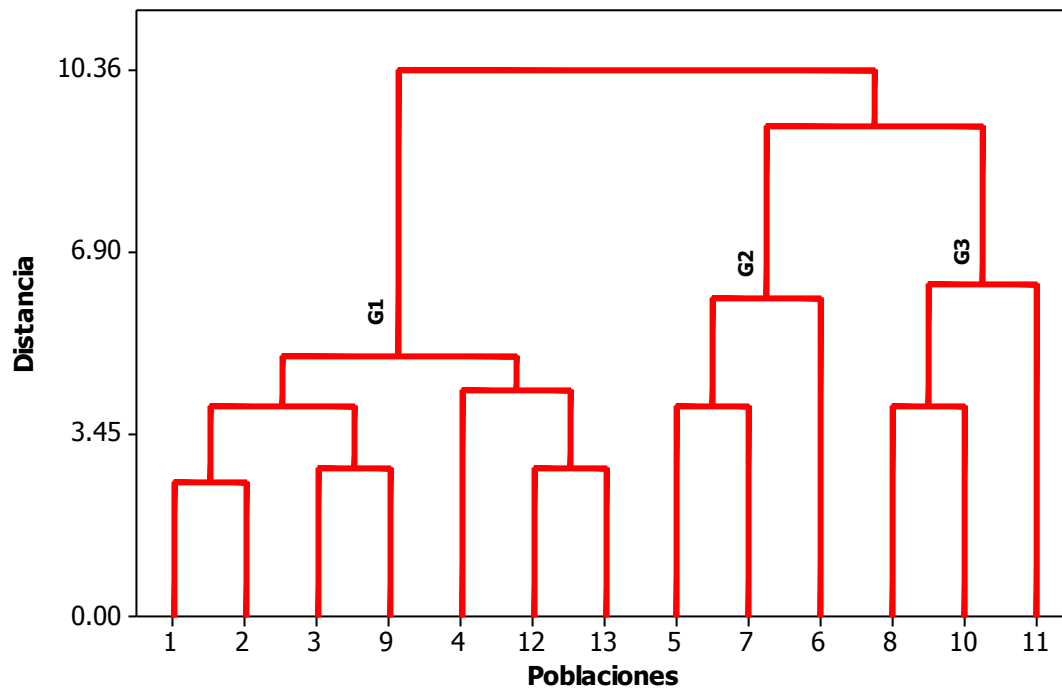


Figura 2. Dendrograma para la clasificación de 13 poblaciones de maíz del estado de Tlaxcala.

Con los datos de las 21 variables medidas en las 13 poblaciones se efectuó el análisis de componentes principales de la matriz de correlaciones. En el Cuadro 7, se presentan los tres primeros componentes principales los cuales presentaron valores propios (raíces características) mayores a la unidad. Los componentes con raíz característica arriba de 1.0 son más relevantes. Estas tres raíces características explicaron el 81.3% de la variación total (proporción acumulada %). Los coeficientes de los vectores con valores significativos representan a las variables que separan a las poblaciones en grupos definidos (Sánchez, 1995). En el CP1, las variables con mayor peso fueron: A.G., P100G y V100G. En el CP2 las variables de mayor importancia fueron: L.M., NGPH, DM/LM y GG/LG. En el CP3 las variables R.P., D.M. y DM/LM fueron las más sobresalientes.

Cuadro 7. Coeficientes de vectores y valores propios del análisis de componentes principales y proporción de la variación explicada y acumulada.

	CP1	CP2	CP3
L.E.	0.121	0.274	-0.252
R.P.	0.098	0.105	<b>0.439*</b>
R.S.	0.221	-0.160	0.219
L.M.	0.169	<b>0.332*</b>	0.121
D.M.	0.147	-0.131	<b>0.580*</b>
D.O.	0.240	0.012	-0.062
DM/LM	-0.044	<b>-0.352*</b>	<b>0.359*</b>
N.H.	-0.230	0.230	0.103
NGPH	-0.051	<b>0.319*</b>	0.175
Desgrane	-0.113	-0.263	-0.227
L.G.	0.232	0.207	0.074
A.G.	<b>0.311*</b>	-0.074	0.098
G.G.	0.278	-0.179	-0.149
AG/LG	0.277	-0.175	0.074
GG/LG	0.186	<b>-0.319*</b>	-0.110
GG/AG	-0.273	-0.151	0.043
P100G	<b>0.308*</b>	-0.012	-0.183
V100G	<b>0.309*</b>	-0.073	0.083
RPV	-0.219	0.133	-0.135
M10%H	0.218	0.290	-0.056
G10%H	0.223	0.264	-0.002
Valor propio	9.8	5.7	1.5
Proporción explicada %	46.7	27.2	7.4
Proporción acumulada %	46.7	73.9	81.3

\* Coeficientes del vector propio > 0.300

Con respecto a la distribución de las cargas de las variables en la Figura 3, muestra que las variables: A.G., P100G y V100G presentaron vectores de mayor longitud lo que significa que son las de mayor peso del primer componente (Cuadro 7). Con respecto al segundo componente, las variables L.M.DM/LM, NGPH y GG/LG. Presentaron mayor longitud del vector, siendo las de mayor peso en cuanto a este componente. Además en esta gráfica se observa que las variables que presentaron mayor correlación son: A.G. con AG/LG (0.943\*\*), también A.G. con V100G (0.981\*\*) y P100G con V100g (0.966\*\*). Los datos se presentan en Apéndice.



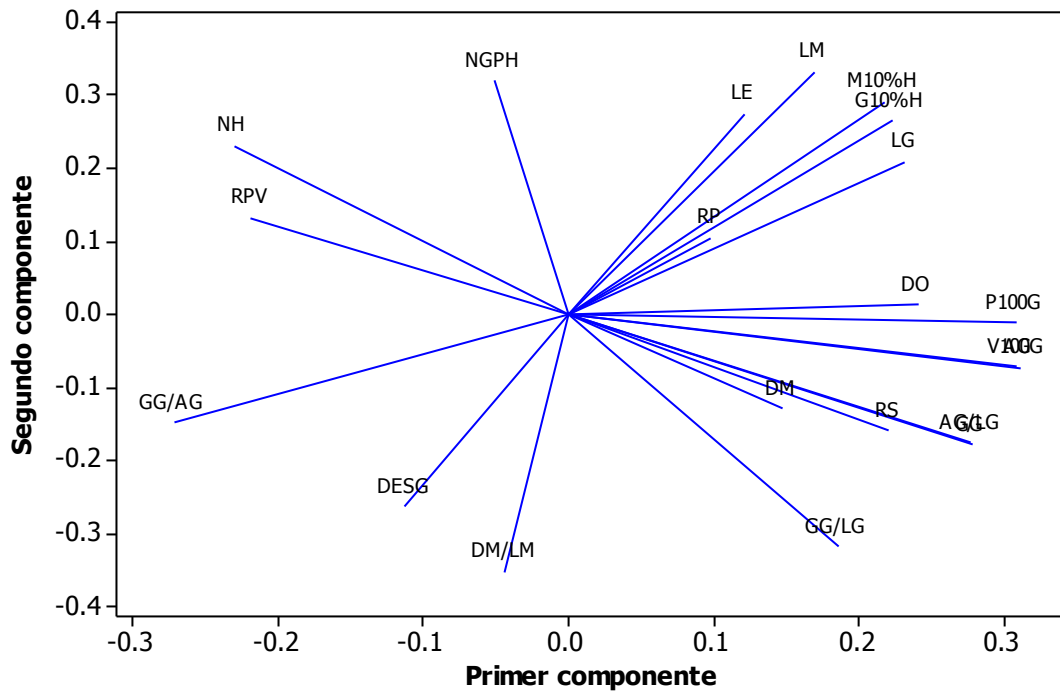


Figura 3. Cargas de la distribución de las variables, con su peso sobre los componentes principales.

En la Figura 4. Se observa la distribución de las poblaciones con respecto a los dos primeros componentes principales los cuales explican en conjunto el 73.9 % de la variación contenida en las 21 variables originales. Las características A.G., P100G y V100G tuvieron un alto peso positivo sobre el CP1, contrastando con las características N.H., GG/AG y RPV que tuvieron un signo negativo. Por lo tanto, las poblaciones 5, 6 y 7 que mostraron altos promedios para A.G, P100G y V100G se ubicaron en el lado derecho de la gráfica. Las poblaciones 1, 2, 3 y 4 que mostraron bajos valores para estas características se ubicaron en el lado izquierdo de la gráfica. En el CP2, las características L.M. y NGPH contrastaron con DM/LM y GG/LG las cuales tuvieron signo negativo. Por lo tanto, las poblaciones 8, 10 y 11 que tuvieron altos valores para L.M. y NGPH se situaron en la parte superior de la gráfica y las poblaciones 4 y 12 con bajos valores para estas características se situaron en la parte inferior de la gráfica

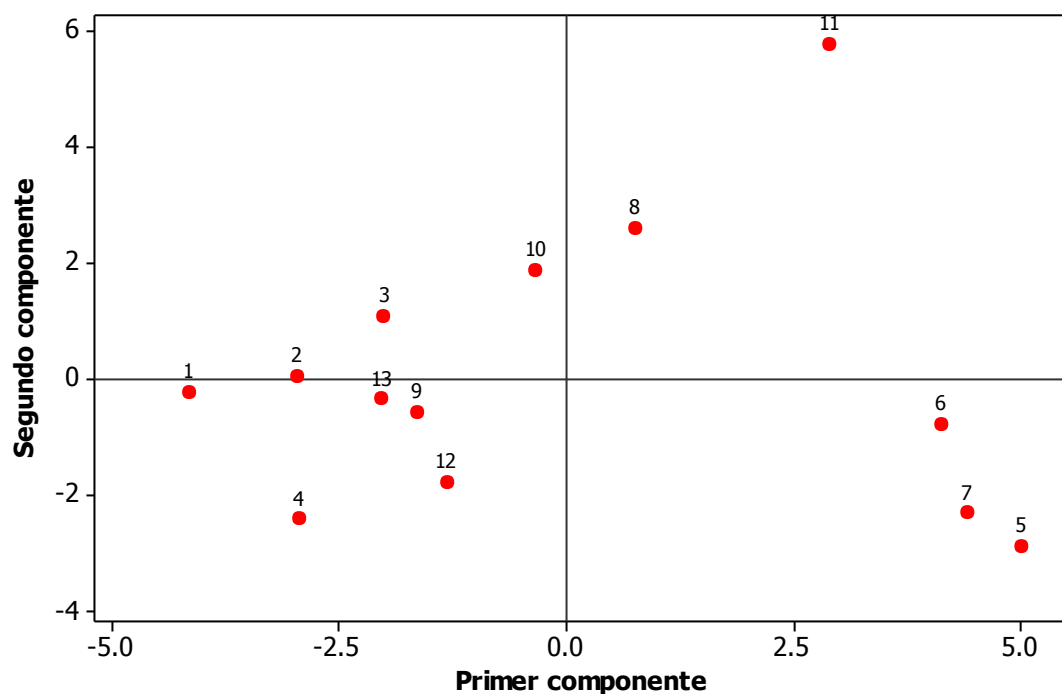


Figura 4. Distribución de las 13 poblaciones evaluadas en base a los dos primeros componentes principales, Estado de Tlaxcala.

La ubicación geográfica de las parcelas de conservación *in situ* de las razas bajo estudio se reporta en el Cuadro 8. Al realizarse el estudio se documentó la localización geográfica y las condiciones de producción. Las razas de maíz se distribuyen en ocho municipios. Las accesiones de maíz Palomero se localizan: en los Municipios de Apizaco (UAAANIsTI-002), de San José Teacalco (UAAANIsTI-003) y Contla de Juan Cuamatzi (UAAANIsTI-004 y UAAANIsTI-043). En el Municipio de Tocatlán se localizan las accesiones de Cacahuacintle (UAAANIsTI-043 y UAAANIsTI-056), y Cónico amarillo (UAAANIsTI-023). En el Municipio de Huamantla la accesión Cónico blanco (UAAANIsTI-019). En el Municipio de Ixtenco la accesión de Cacahuacintle (UAAANIsTI-041) y las accesiones de Elotes cónicos (UAAANIsTI-053 y UAAANIsTI-0554). Finalmente las accesiones de Chalqueño se localizan en los Municipios de Zitlaltepec (UAAANIsTI-034) y Panotla (UAAANIsTI-036).

Cuadro 8. Relación de razas y ubicación geográfica de las parcelas de conservación *in situ*.

Accesiones	Raza	Municipio	Latitud N 00°00'00''	Longitud O 00°00'00''	Altitud Msnm
UAAANIsTI-002	Palomero	Apizaco	19 27 38	98 03 11	2490
UAAANIsTI-003	Palomero	San José Teacalco	19 20 19	98 03 27	2613
UAAANIsTI-004	Palomero	Contla de Juan Cuamatzi	19 18 46	98 06 35	2555
UAAANIsTI-043	Palomero am.	Contla de Juan Cuamatzi	19 18 20	98 04 02	2753
UAAANIsTI-040	Cacahuacintle	Tocatlán	19 23 36.19	98 00 24	2548
UAAANIsTI-041	Cacahuacintle	Ixtenco	19 15 35	97 53 07	2470
UAAANIsTI-056	Cacahuacintle	Tocatlán	19 23 03.92	98 01 26.9	2573
UAAANIsTI-019	Cónico blanco	Huamantla	19 21 35	97 52 28	2419
UAAANIsTI-023	Cónico ama.	Tocatlán	19 23 13	98 01 37	2636
UAAANIsTI-034	Chalqueño	Zitlaltepec	19 12 51	97 54 15	2545
UAAANIsTI-036	Chalqueño	Panotla	19 18 47	98 18 36	2226
UAAANIsTI-053	Elotes cónicos	Ixtenco	19 15 13	97 53 28	2512
UAAANIsTI-054	Elotes cónicos	Ixtenco	19 17 12	97 53 30	2466

En la Figura 5, se presentan los tres grupos mazorcas que corresponden a las poblaciones evaluadas en el análisis de conglomerados. Entre las características sobresalientes se observa que el grupo 3 (que incluye a los dos Chalqueños) fue el de mayor longitud de mazorca. El grupo 2 (grupo de los Cacahuacintles), presentó mayor peso y volumen de 100 granos, sobresaliendo también en las características de ancho y grosor de grano. El grupo 1 que incluye a las cuatro poblaciones de Palomeros, presentó menor longitud de mazorca y menor ancho y grosor de grano.

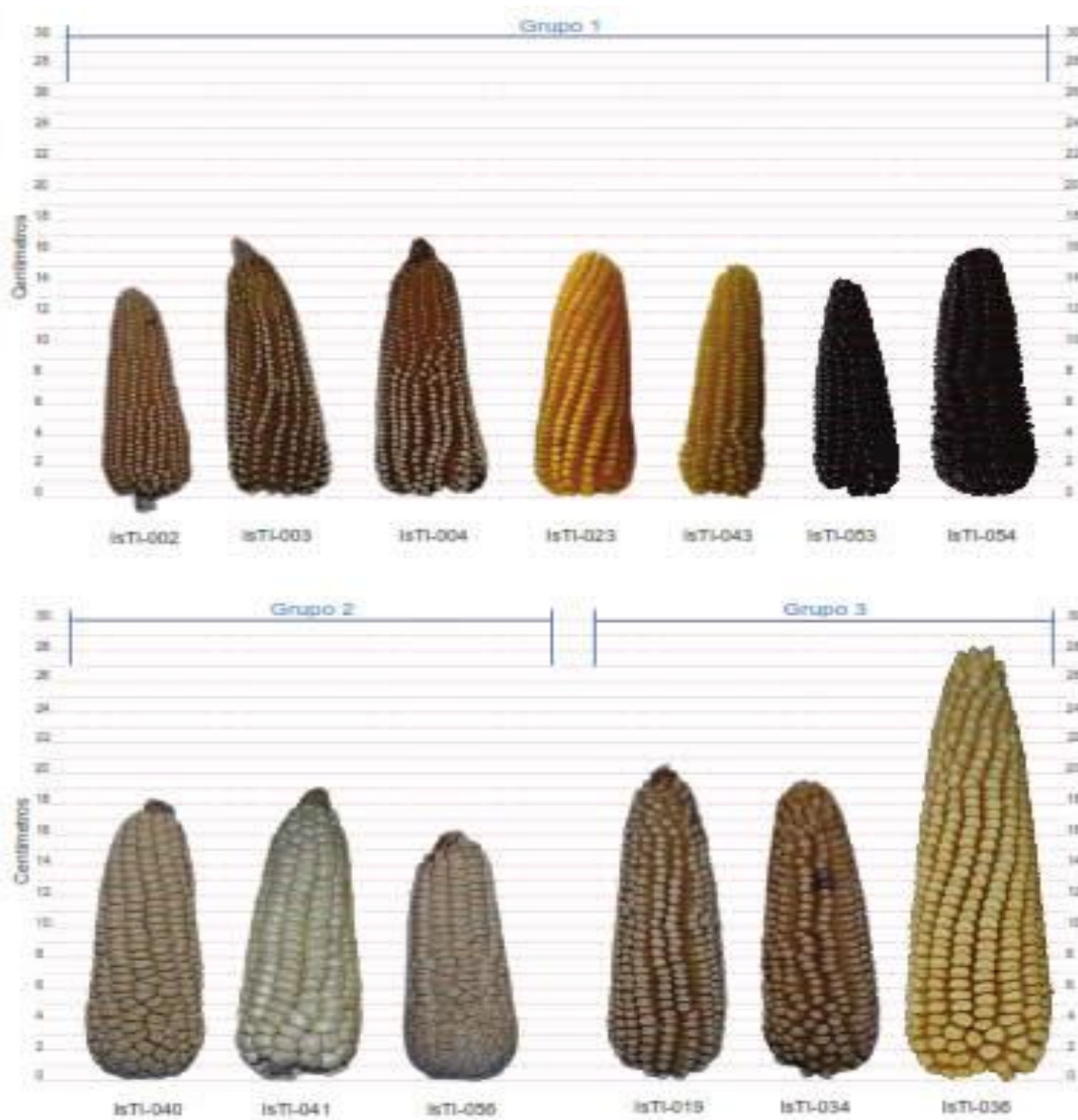


Figura 5. Mazorcas correspondientes a los tres grupos obtenidos en el análisis de conglomerados.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos obtenidos en la caracterización de la espiga, mazorca y grano de 13 poblaciones provenientes de parcelas de conservación *in situ* en el estado de Tlaxcala, y cultivadas bajo las condiciones climatológicas prevalecientes en cada región se llegó a las siguientes conclusiones:

- De los datos de las características cualitativas obtenidos se llegó a la conclusión que predomina con un 38% el tipo de grano harinoso propio de las razas de Cacahuacintle y Elotes Cónicos, con superficie de grano redonda y dentada, respectivamente. El tipo de grano cristalino con un 31% es característico de la raza Palomero presentando una superficie de grano dentada o puntiaguda. Finalmente con un 31% el tipo de grano dentado corresponde a las razas Cónico y Chalqueño los cuales presentaron superficie de grano dentada o contraída. En cuanto al color de grano sobresale la raza Elotes Cónicos por sus granos pigmentados (guinda).
- De los promedios obtenidos para las variables cuantitativas la población 3 (Palomero) presenta mayor número de granos por hilera (33.15), la población 6 (Cacahuacintle) presenta alto peso (67.45 g) y volumen (118.75 cc) de 100 granos, la población 8 (Cónicos) destaca por un promedio alto de peso de mazorca (240.51 g) y grano (203.01 g), en cuanto a la población 11 (Chalqueño) tiene mayor peso de mazorca (285.15 g) y grano (227.09 g) teniendo el mayor promedio de las 13 poblaciones.
- En la gráfica del análisis de conglomerados se distinguen tres grupos que se formaron a una distancia Euclidiana de 6.3006, los cuales fueron fuertemente influenciados por la longitud de mazorca, ancho de grano y peso de mazorca y grano al 10% de humedad para su agrupamiento. Entre estos grupos sobresale el de los cacahuacintles que formaron un grupo bien definido. Cabe destacar que en el G1 se formó un subgrupo que comprende a los Elotes Cónicos (poblaciones 12 y 13).
- Con los dos primeros componentes principales se explicó el 73.9% de la variación total de los datos. En las 13 poblaciones estudiadas las

características del grano fueron las de mayor influencia sobre el CP1. Ancho de grano, P100G y V100G mostraron que las poblaciones 5, 6 y 7 fueron las más sobresalientes para estas características. Con respecto al CP2, la característica de longitud de mazorca fue la de mayor importancia por lo que se agrupan las poblaciones 8, 10 y 11 que presentaron mayor longitud de mazorca. Se presentaron correlaciones positivas entre las variables con mayor peso: A.G. con AG/LG (0.943\*\*), también A.G. con V100G (0.981\*\*) y P100G con V100g (0.966\*\*).

## LITERATURA CITADA

- Aceves R. E., A. Turrent F, J I Cortes F, V Volke H. 2002 Comportamiento agronómico del híbrido H-137 y materiales criollos de maíz en el Valle de Puebla. *Rev. Fitotec. Mex.* 25:339-347.
- Aguirre G., J.J., M. R. Bellon, and M. Smale. 1998. A regional analysis if maize biological diversity in Southeastern Guanajuato, Mexico. *Econ. Bot.* 54:43-49
- Alvarez, A., y Lasa, J. M. 1990. Populations of maize from Cantabria. I. Morphological evaluation and variability. *An. Aula Dei*, 20, 1-2.
- Anderson, E., Cutler, H.C. 1942. Races of *Zea mays*: I. Their recognition and classification. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 29(2):69-89.
- Bird, R. M and M. M. Goodman 1997. The races of maize V: Grouping maize races on the basis of ear morphology. *Econ. Bot.* 31:471-481.
- Brown, W. L. 1953. Races of maize in the West Indies. NAS-NRC. Washington, D. C. 60 p.
- Camussi, A., Z. P. L. Spagnolet and P. Melchorre 1983. Numerical taxonomy of Italian maize population: genetic distances on the basic of heterotic effects. *Maydica* 28.411-424.
- Chávez, D., I. Miranda, M. Varela, L. Fernández. 2010. Utilización del análisis de cluster con variables mixtas en la selección de genotipos de maíz (*Zea mays*). *Revista Investigación Operacional.* 30: 209-216.

- CONABIO, 2010 taller “Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México”, 2010.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). 2001. Índices de Marginación 2000. Grupo S. M. Impreso, México. ISBN: 970-628-537-7, México, p. 19.
- Crossa, J., K. Basford, S. Taba, I. Delacy and E. Silva. 1995. The Three mode analyses of maize using morphological and agronomic attributes measured in multilocation trials. *Crop Sci.* 35:1483-1941.
- Espinoza, A., 2003. Características eloteras y de grano de variedades nativas de maíz de Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.6 Núm.5 30 de junio - 13 de agosto, 2003 p. 1119-1127.
- Espinoza B. A. 2007. Germoplasma criollo en el programa de mejoramiento de maíz de la UAAAN Unidad Laguna. *In: Primera reunión de mejoradores de variedades criollas de maíz en México. Memoria. Exhacienda Nazareno, Xoxocotlán, Oax. 22 y 23 de Septiembre.*
- ESRI. 2010. ArcMap 10.0.3 Environment System Research Institute. ESRI. Inc.
- Gil M A, P A López, A Muñoz O, H López S. 2004. Variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.) en el Estado de Puebla, México: diversidad y utilización. *In: Manejo de la Diversidad de los Cultivos en los Agroecosistemas Tradicionales.* J L Chávez–Servia, J Tuxill y D I Jarvis (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. Pp: 18–25.
- Harlan, J. R. y J. M. J. de Wet. 1971. Toward a rational classification of cultivated plants. *Taxon* 20(4):509-517.



- Hayes, H. K. and F. R. Immer, 1942. *Methods of plant breeding* (New York-London, McGraw Hill Book Cy, 1942:432 pp.
- Hernández, X. E. y G. Alanís F. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de la sierra madre occidental de México: Implicaciones fitogenéticas y fitogeografías. *Agrociencia* 5(1).
- Herrera, C. B. E., F. Castillo G, J. J. Sánchez G, R. Ortega P. and M. M. Goodman. 2000. Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones de maíz en una región: caso la raza Chalqueño. *Rev. Fitotec. Mex.* 23:335–354.
- IBPGR. 1991. *Descriptores para maíz*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Roma, Italia.
- INEGI, 2006. *Anuario Estadístico del Estado de Tlaxcala*, INEGI-Gobierno del Estado de Tlaxcala. México.
- Johnson, E.D. 2000. *Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos*. Internacional Thompson Editores. New York, U.S.A.
- Kato, Y. T. A., C. Mapes S, L M Mera O, J L Serratos H, R A Bye B. 2009. Origen y Diversificación del Maíz: Una Revisión Analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 116 p.
- Kuleshov N. 1933. World's of diversity of phenotypes of maize. *J. Am. Soc. Agron.* 25:588-700.

- La Enciclopedia de los municipios del estado de México. 1999. Editada y compilada por el INAFED. Centro Nacional de Desarrollo Municipal. Gobierno del estado de México.
- Mangelsdorf, P.C. y Reeves, R.G. 1939. The origin of Indian corn and its relatives. Bulletin No. 574 Texas Agric. Exp. Stn. College Station, Tejas, EE.UU.
- McClintock, B., T.A. Kato Y. and A. Blumenschein. 1981. Chromosome constitution of races of maize: its significance in the interpretation of relationships between races and varieties in the America. Colegio de postgraduados, Chapingo, México. 521 p.
- McK. Bird, R. y M. M. Goodman. 1977. The races of maize V: Grouping maize races on the basis of ear morphology. *Economic Botany* 31:471-481.
- Minitab, Inc. 2009. Minitab Statistical Software, Versión 16 para Windows, State College, Pennsylvania. Minitab® es una marca comercial registrada de Minitab, Inc.
- Muñoz O. A. 2005 *Centli Maíz*. Ed. América. 2da ed. México, D. F. 210 p.
- Oldfield, M.L. y Alcorn. 1997. Conservation of traditional agroecosystems: can age-old farming practices conserve crop genetic resources? *BioScience* 37:199-208.
- Ortega P. R. 2003. La diversidad del maíz en México. *In: Sin Maíz no hay País. Culturas Populares de México*. México, D.F. pp. 123-154.
- Padrón, E., I. Méndez, A. Muñoz, J.L. de la Riva y M. Torres. 2010. Análisis de conglomerados en el estudio de siete razas de maíz. *Memorias del XXXI*

Encuentro Nacional de la AMIDIQ. 4 al 7 de mayo del 2010. Huatulco Oaxaca, México.

PEOT. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. 2004.

Perales R., H. y D. Golicher. 2011. Modelos de distribución para las razas de maíz en México y propuesta de centros de diversidad. Informe técnico preparado para la CONABIO. ECOSUR. Chiapas. México. 108 p. Manuscrito.

Ramírez S. J. G. 2015. Estudio de 35 poblaciones de maíz del estado de México utilizando análisis multivariado. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo. Coah. México.

Revilla, P., and W.F. Tracy. 1995. Morphological characterization and classification of open-pollinated sweet corn cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120: 112-118.

Rincón S., F., F. Castillo G. y N.A. Ruiz T. 2010. Diversidad y Distribución de los Maíces Nativos en Coahuila, México. SOMEFI. Chapingo, Méx.

Rocandio, M., A. Santacruz, L. Córdova, H. López, F. Castillo, R. Lobato, J. García y R. Ortega. 2014. Caracterización morfológica y agronómica de siete razas de maíz de los valles altos de México. Rev. Fitotec. Mex. 37: 351-361.

Ruiz, J.A., J.J. Sánchez, J.M. Hernández, M.C. Willcox, G. Ramírez, J.L. Ramírez y D.R. González. 2013. Identificación de razas mexicanas de maíz adaptadas a condiciones deficientes de humedad mediante datos biogeográficos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4: 829-842.

SAGARPA, 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

- Sánchez, J.J. 1995. El análisis biplot en clasificación. *Rev. Fitotec. Mex.* 18: 188-203.
- Sánchez, G. J. J., M. M. Goodman and J. O. Rawling. 1993. Appropriate characters for racial classification in maize. *Econ. Bot.* 47:44-59.
- Sánchez, J., M. M. Goodman and C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of México. *Economic Botany.* 54(1): 43–59.
- Sanchez, J. J. 1989. Relationships among the Mexican races o maize. Ph. D. Thesis. North Caroline State University, Department of Crop Science. Raleigh, N. C. 187 p.
- SEMARNAT. 2001. Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Tlaxcala. Delegación de la SEMARNAT en Tlaxcala, Gobierno del Estado de Tlaxcala, Tlaxcala, México.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2009. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx>, 18 de noviembre de 2010, México, D. F.
- Serratos, H. J. A. 2009 El Origen y la Diversidad del Maíz en el Continente Americano. Greenpeace. Ciudad de México, México. 33 p.
- Sevilla, P. R. 1991 . Diversidad del maíz en la región andina Experiencias en el cultivo del maíz en el área andina. Quito, Ecuador.: IICA-BID-PROCIANDINO.
- SIAP, Sistema Integral de Información Agroalimentaria y pesquera. 2009. Estadística Básica Agrícola.

- Smale M., Aguirre A., Bellon, M., Mendoza, J. y I. R., Manuel. 1999. Farmer management of maize diversity in the Central Valeys of Oaxaca, México. CIMMYT Economics Working Paper México, D. F: CIMMYT. 99-09. 27 pp.
- SNICS-CP 2009. Manual Grafico para la Descripción Varietal de maíz (Zea maíz L.), servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) – Colegio de Postgraduados (CP), SAGARPA.
- SNICS-SAGARPA 2009. Guía Técnica para la Descripción Varietal. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) – Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, pesca y alimentación (SAGARPA).
- Taba, S., F. Pineda and J. Crossa. 1994. Forming core subsets from Tuxpeño race complex. P. 60-81. In S. Taba (ed.) The CIMMYT maize germplasm bank: genetic resource preservation, regeneration, maintenance, and use. CIMMYT maize Program Special report, México D.F. México.
- Wellhausen, E. J., Roberts L. M., y Efrain Hernandez X. 1952. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. In: Xolocotzia. Jorge Dutch, Pablo Muench, Juan Pablo de Pina y Fausto Insunza (comps.). Primera edición. Tipografía, Diseño y Edición S.A. de C.V., México. Vol II: 609-732.
- Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., Hernández, E., Mangelsdorf, P.C. 1951. Razas de maíz de México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México D.F.
- Wellhausen, E. J. 1988. Algunas reflexiones sobre el Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA). Agronomía Mesoamericana 1:97-106.

Wiley, E. O. 1981. Phylogenetics; The theory and practice of Phylogenetics and systematics. John Wiley, New York. U.S.A.

## APENDICE

**Cuadro A. 1. Valores de correlación entre las variables consideradas en el Estado de Tlaxcala.**

LE										
RP	0.203									
	0.506									
RS	-0.009	0.385								
	0.977	0.193								
LM	0.725	0.375	0.079							
	0.005	0.207	0.796							
DM	-0.234	0.236	0.540	0.188						
	0.442	0.438	0.057	0.538						
DM/LM	-0.689	-0.105	0.273	-0.654	0.597					
	0.009	0.734	0.367	0.015	0.031					
NH	-0.001	-0.015	-0.798	0.058	-0.439	-0.306				
	0.998	0.962	0.001	0.851	0.133	0.309				
NGPH	0.197	0.166	-0.298	0.529	-0.147	-0.560	0.430			
	0.519	0.588	0.323	0.063	0.633	0.046	0.142			
DO	0.178	0.184	0.351	0.450	0.410	-0.100	-0.331	-0.152		
	0.560	0.546	0.239	0.123	0.164	0.746	0.270	0.619		
DESG	-0.589	-0.340	-0.218	-0.712	-0.120	0.452	-0.189	-0.340	-0.364	
	0.034	0.255	0.474	0.006	0.697	0.121	0.536	0.255	0.221	
LG	0.633	0.349	0.226	0.769	0.123	-0.537	-0.191	0.057	0.512	
	0.020	0.243	0.458	0.002	0.688	0.059	0.533	0.854	0.074	
AG	0.274	0.205	0.712	0.343	0.404	-0.043	-0.826	-0.286	0.706	
	0.365	0.502	0.006	0.251	0.171	0.888	0.000	0.344	0.007	
GG	0.073	0.107	0.726	0.083	0.368	0.132	-0.857	-0.534	0.648	
	0.814	0.729	0.005	0.788	0.216	0.667	0.000	0.060	0.017	
AG/LG	0.061	0.125	0.769	0.091	0.439	0.176	-0.911	-0.365	0.638	
	0.842	0.685	0.002	0.767	0.134	0.566	0.000	0.220	0.019	
GG/LG	-0.266	-0.054	0.702	-0.328	0.357	0.452	-0.858	-0.635	0.460	
	0.380	0.862	0.007	0.274	0.232	0.121	0.000	0.020	0.114	
GG/AG	-0.556	-0.375	-0.465	-0.724	-0.340	0.365	0.500	-0.275	-0.566	
	0.049	0.206	0.110	0.005	0.256	0.220	0.082	0.363	0.044	
P100G	0.444	0.160	0.613	0.474	0.317	-0.200	-0.762	-0.231	0.692	
	0.128	0.602	0.026	0.101	0.292	0.513	0.002	0.448	0.009	
V100G	0.290	0.161	0.660	0.366	0.446	-0.018	-0.778	-0.336	0.710	

Continuación Cuadro A.1.

	0.337	0.598	0.014	0.218	0.127	0.953	0.002	0.261	0.007
RPV	0.029 0.924	-0.172 0.574	-0.447 0.126	-0.103 0.738	-0.529 0.063	-0.288 0.341	0.476 0.100	0.454 0.119	-0.542 0.056
M10%H	0.582 0.037	0.340 0.256	0.195 0.524	0.913 0.000	0.168 0.584	-0.650 0.016	-0.105 0.733	0.518 0.070	0.563 0.045
G10%H	0.505 0.078	0.289 0.338	0.177 0.564	0.857 0.000	0.152 0.621	-0.636 0.020	-0.165 0.590	0.506 0.078	0.566 0.044
	DESG	LG	AG	GG	AG/LG	GG/LG	GG/AG	P100G	V100G
LG	-0.505 0.078								
AG	-0.176 0.566	0.617 0.025							
GG	0.005 0.986	0.468 0.107	0.944 0.000						
AG/LG	-0.001 0.997	0.321 0.286	<b>0.943</b> <b>0.000</b>	0.937 0.000					
GG/LG	0.276 0.362	-0.033 0.915	0.722 0.005	0.867 0.000	0.882 0.000				
GG/AG	0.434 0.139	-0.718 0.006	-0.779 0.002	-0.531 0.062	-0.638 0.019	-0.200 0.512			
P100G	-0.243 0.424	0.712 0.006	0.971 0.000	0.893 0.000	0.865 0.000	0.611 0.027	-0.797 0.001		
V100G	-0.211 0.490	0.656 0.015	<b>0.981</b> <b>0.000</b>	0.937 0.000	0.901 0.000	0.691 0.009	-0.738 0.004	<b>0.966</b> <b>0.000</b>	
RPV	0.091 0.767	-0.485 0.093	-0.694 0.009	-0.708 0.007	-0.631 0.021	-0.524 0.066	0.447 0.125	-0.598 0.031	-0.771 0.002
M10%H	-0.653 0.016	0.822 0.001	0.540 0.057	0.288 0.341	0.304 0.313	-0.133 0.665	-0.840 0.000	0.622 0.023	0.535 0.060
G10%H	-0.515 0.072	0.810 0.001	0.579 0.038	0.340 0.256	0.355 0.233	-0.071 0.819	-0.847 0.000	0.652 0.016	0.565 0.044
M10%H	RPV -0.255 0.400	M10%H							
G10%H	-0.277 0.359	0.984 0.000							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson  
Valor Probabilidad