

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**“DIVERSIDAD DE CRIOLLOS DE MAÍZ EN LA COMARCA LAGUNERA DE
COAHUILA Y DURANGO”**

POR

DANIEL ARNULFO CRUZ HERNANDEZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“DIVERSIDAD DE CRIOLLOS DE MAIZ EN LA COMARCA LAGUNERA DE
COAHUILA Y DURANGO”

POR

DANIEL ARNULFO CRUZ HERNANDEZ

TESIS

QUE SOMETE A LA CONDISERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

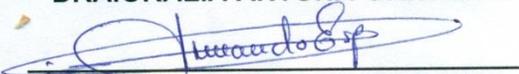
APROBADA POR

PRESIDENTE:



DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

VOCAL:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL:

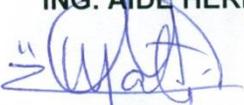


M.C. JOSÉ LUIS COYAC RODRÍGUEZ

VOCAL SUPLENTE:



ING. AIDÉ HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“DIVERSIDAD DE CRIOLLOS DE MAIZ EN LA COMARCA LAGUNERA DE
COAHUILA Y DURANGO”

POR

DANIEL ARNULFO CRUZ HERNANDEZ

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

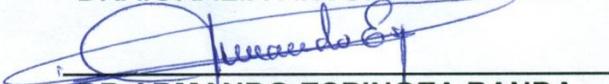
APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:

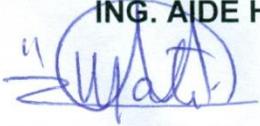


M.C. JOSÉ LUIS COYAC RODRÍGUEZ

ASESOR:



ING. AIDÉ HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2016

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por darme la oportunidad de vivir este gran momento en mi vida, que no lo había logrado sin no me hubiera dado la paciencia, sabiduría y fuerzas en mi vida para salir adelante, en los momentos buenos y malo de mi existir.

A MI ALMA TERRA MATER: Por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formarme como todo un buen buitre dentro de sus aulas.

A MI ASESORA DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA: Por su gran amistad y consejos brindados en los momentos más difíciles de mi vida durante mi formación académica y animarme a seguir a pesar de los momentos malos que viví, por estar interesad en que estuviera bien y por el gran apoyo de que me brindo para la elaboración de este trabajo de investigación, y la gran enseñanza recibida durante todo el trascurso de mi estadía en la universidad.

AL DR ARMANDO ESPINOSA BANDA y AL M.C Joses Luis COYAC RODRIGUEZ: A ellos por ser uno de los mejores maestro que me tocaron en toda la carrera, y mostrar su paciencia y su enseñanza en cuanto a la contribución de este trabajo y durante las clases de mi carrera.

A LA ING. AÍDE HERNANDEZ HERNÁNDEZ: Por su apoyo en cuanto a la realización de este trabajo en momentos que no podía.

A TODOS LOS MAESTRO: Que de alguna u otra manera contribuyeron con su aportación de mis conocimientos y formación académica.

A ING.LEOCADIO GÓMEZ FUENTES: Por apoyarme en gran parte en la toma de datos, para realizar lo que ahora estoy logrando, gracias (Loca).

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por darme la gran oportunidad de vivir y estar siempre recordándome mis obligaciones como estudiantes, y así poder realizar la misión académica por la cual llegue, y prepararme para un futuro mejor.

A MI MADRE:

Mi madre María Cruz Hernández quien mi dio la vida, además por ser la persona que más quiero, y darme la gran oportunidad de realizar esto que estoy logrando, ya que sin su gran esfuerzo nada de esto se hubiera podido realiza, darme su cariño y amor demostrado, la confianza puesta en mi para la realización de mi carrera, gracias madre.

A MI HERMANO:

Javier Silva Cruz, por ser mi hermano y a la vez por ser la figura paterna que no tuve y brindarme toda la ayuda posible hasta ahora y seguir siendo mi figura paterna, gracias papa Javier.

A MIS HERMANAS:

Marta, Teresa, Cristina y Ofelia, por brindarme todo su cariño y amor durante mi vida trascurrida a su lado, por tratarme como si fuera un niño cuando estoy con ustedes y demostrarme lo mucho que me quieren.

HERMANOS:

Juan, Hugo y Gerardo porque siempre he contado con su apoyo, amor y cariño durante todo este tiempo, gracias hermanos.

A MI CUÑADO:

Ciro Santiago, porque siempre me brindaste tu amistad y darme buenos consejos, durante mi carrera académica, gracias.

INDICE

Contenido

INDICE	iv
Índice de cuadros	vi
Índice de figuras	vii
RESUMEN	viii
I.INTRODUCCION	1
Objetivo:.....	3
Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Antecedentes	5
2.2Centros de origen y domesticación del maíz.....	8
2.3Razas	9
2.4Colectas	9
2.5 Preservación de la diversidad genética.....	10
2.6 Diversidad de maíces nativos en Coahuila y Durango	11
2.6.1 Coahuila	11
2.6.2 Durango	12
2.6.3 Caracteres usados en la clasificación de los maíces en México .	13
III. MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Localización geográfica del área de estudio	15
3.2. Material Genético	15
3.3. Caracterización de los maíces criollos de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango	20

3.3.1. Caracteres cuantitativos	20
3.3.1.2 Caracteres de la mazorca	20
3.3.1.3 Caracteres de grano.....	21
3.3.3 Análisis de componentes principales y conglomerados (ADC) ...	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
V. CONCLUSIONES.....	26
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	27

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Colectas de maíces criollos de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango. 2014.....	18
Cuadro 2. Correlaciones de caracteres cuantitativos de grano de 43 colectas maíz en la Comarca Lagunera, 2014.....	22
Cuadro 3 Valores propios, porcentaje de varianza y porcentaje acumulado de componentes principales en caracteres cuantitativos de grano de 43 colectas de maíz.....	23
Cuadro 4 Vectores propios de los tres primeros componentes principales en el estudio de 43 colectas de criollos de maíz.....	24

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. Localización del sitio de maíces criollos de la comarca lagunera	16
Figura 2 Formato de encuesta para recolección de maíces criollos (Rincón et. al., 2010)	17
Figura 4.1. Análisis de componentes principales de 43 colectas de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango, 2014.	25

RESUMEN

El material genético que se colectó fue de 43 accesiones, de 27 poblaciones de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango durante el año 2014. Se midieron las variables de peso volumétrico (PV), longitud de la semilla (LS), ancho de semilla (AS), diámetro de mazorca (DM), longitud de mazorca (LM), número de hileras (NH) y granos por hilera (GH). Para conocer la diversidad, los datos se analizaron a través de un Análisis de Componentes Principales (ACP). Los tres primeros componentes principales (PCP) mayores a la unidad explicaron el 76.9% de la varianza de los datos. El CP1 es una respuesta lineal de las variables relacionadas con la dimensión de la mazorca y representó el 38.75% de la varianza; El CP2 representó el 23.26% de la varianza y fue complemento del CP1 con las variables de PV. El CP3 representó una repetición ó duplicado del CP1. El gráfico Biplot se generó con los dos primeros CP donde la dispersión de genotipos y variables-vectores detectó cuatro grupos de características diversas. En el grupo uno, las variables-vectores PM, DM y LM fueron de mayor importancia, seguidas de las variables GH, AS, LS y NH del CP1. En este grupo se localizaron 13 colectas, de las cuales sobresalen cuatro: 0712, 0609, 0710 y 0713. El grupo cuatro, agrupa las colectas 0107, 0106 y 0203 con mayor peso volumétrico (PV), que se encuentran dentro de los estándares de calidad del maíz. Los grupos dos y tres agruparon las colectas de menor valor acumulado en comparación de los grupos 1 y 4.

Palabras claves: *Zea mays L*, Colectas, Caracteres de grano, Análisis de componentes principales y Variables.

I.INTRODUCCION

Conservar los recursos fitogénéticos, al igual que para todas las especies cultivada y con potencial a futuro, es cuidar el futuro de las nuevas generaciones, porque de ello depende la alimentación diaria, principalmente en los hogares rurales. Los maíces criollos están bien adaptados al clima y al suelo de las comunidades y de los terrenos de siembra, por lo que no se tiene riesgo de fracaso por mala adaptación, como ocurre con algunos materiales mejorados, algunos toleran sequía, plagas y enfermedades, otros toleran suelos ácidos o salinos; no son tan exigentes en insumos como fertilizantes, control de malezas y agua (Aragón y Espinoza, 2008), y un factor importante no valorado es que forman parte de la idiosincrasia de una fracción de productores.

Los recursos genéticos de maíz y sus parientes silvestres representan un gran valor por la contribución que pudiera lograrse al obtener cultivares o materiales con valor agregado en cuanto a resistencia a factores bióticos y abióticos y de valor para la industria de transformación (cereales, botanas, edulcorantes, plásticos biodegradables, fármacos, etc.).

Existe una pérdida de la diversidad genética de los maíces debido a varios factores, entre los que destacan la introducción de materiales mejorados, la erosión genética y cultural, la modernización del campo, el cambio de cultivo y el apoyo a la industria de la harina de maíz entre otros (Ortega, 2003).

La sobrevivencia de los maíces nativos se encuentra seriamente afectada si no se implementan estrategias o mecanismos de conservación y aprovechamiento de estos materiales (Aguilar *et al.*, 2003).

Para lograr una adecuada conservación y mantenimiento de la diversidad se requiere previamente hacer estudios de la situación que guardan actualmente en cuanto a su diversidad y distribución y reconocer su importancia o valor no solo para México sino para la humanidad ya que los cambios climáticos, agrícolas y socioeconómicos ponen en riesgo su sobrevivencia.

Objetivo:

Conocer la diversidad, y morfología actual de los maíces nativos en la región agrícola de la Comarca Lagunera.

Hipótesis

Existe germoplasma criollo en la región con la suficiente identidad para ser caracterizado, así como una amplia variabilidad puede integrarse a un programa de mejoramiento genético.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

La variabilidad del maíz de México ha sido objeto de varios estudios que han descrito las razas y las relaciones raciales a lo largo de casi un siglo. El primer estudio que documentó con gran detalle el maíz de México fue el de Chávez (1913) quien describió 56 variedades con base en caracteres del grano, olote, mazorca y el período de crecimiento vegetativo. Muchas de las variedades corresponden a las razas descritas recientemente y que se siembran en la actualidad. Como parte del esfuerzo de recolectar germoplasma de los diferentes cultivos a nivel mundial, Nikolai I. Vavilov y colaboradores describieron el maíz de México a finales de la década de 1920. Kuleshov (1929) divide el maíz mexicano en tres tipos:

1). Centro de México: este tipo es endémico de los Valles Altos Centrales de México, con vainas de las hojas muy pubescentes, con presencia de antocianinas, hojas caídas, número reducido de ramas de la espiga, raíces superficiales (que puede conducir a un acame severo) y al parecer con cierto grado de resistencia al frío y a la sequía.

2). Dentados. Plantas con 18 a 25 hojas, con o sin amacollar, distribuidos en las tierras bajas y elevaciones intermedias.

3). Tipo de hojas largas y angostas. Variedades distribuidas en el sur de México, plantas con 18 a 35 hojas, con o sin amacollar, hojas caídas, largas y angostas con la presencia de antocianinas, con la coloración más intensa en Chiapas, y las hojas que cubren la mazorca son muy fuertes.

Con respecto al tipo de endospermo, Kuleshov(1929) menciona que el maíz del centro de México tiene una variación excepcional que no se encuentra en ningún otro lugar del mundo. Vavilov y Kuleshov (Kuleshov 1929, Vavilov 1931) quedaron claramente impresionados por la gran diversidad de tipos de maíz en México y Guatemala.

Más de una década después de los estudios de Vavilov y colaboradores, Edgar Anderson inició una serie de estudios que representan una de las contribuciones más significativas para nueve clasificaciones del maíz de México. De 1942 a 1946 Anderson y sus colaboradores estudiaron el maíz de México (Anderson y Cutler 1942; Anderson, 1944, 1946; Kelly y Anderson 1943); como resultado de sus estudios, clasificaron de forma preliminar el maíz en México y describieron los caracteres morfológicos, genéticos y fisiológicos de mayor utilidad en la delimitación y clasificación racial. Anderson (1942) describe varias de las razas reconocidas actualmente y menciona varios tipos adicionales. Algunas de las razas descritas fueron: Maíz Reventador, MexicanPyramidal (Palomero Toluqueño, Cónico, Chalqueño, Elotes Cónicos y Cacahuacintle de elevaciones altas y Pepitilla de elevaciones bajas), Amarillo de Montaña (Complejo Serrano de Jalisco de Wellhausen *et al.*, 1951; Serrano Tapalpa de Benz, 1986), Variedades Eloterías (Elotes Occidentales de Wellhausen *et al.*, 1951), Maíz dulce, Chapalote, Mazorca delgada (Tabloncillo, Tabloncillo Perla), Tampiqueño y Coamilerio (Tuxpeño), Grano Grande Guatemalteco (Olotón).

La primera clasificación natural que incluyó al maíz mexicano en su conjunto se inició en 1943, como parte de la necesidad de obtener material genético para su utilización en un programa de mejoramiento genético. Con base en la recolección sistemática en todas las regiones de México y su caracterización detallada, Wellhausen *et al.* (1951) publicaron sus resultados en "Razas de Maíz en México", en donde se describen e ilustran 25 razas, tres sub-razas y se mencionan siete tipos poco conocidos al momento de la

publicación. A partir de 1967 se llevaron a cabo exploraciones que dieron lugar al reconocimiento de nuevos tipos de maíz en varias zonas geográficas en México. Como resultado de estas exploraciones, Hernández y Alanís (1970) describieron cinco nuevas razas de La Sierra Madre Occidental del noroeste de México: Apachito, Azul, Gordo, Bofo y Tablilla de Ocho.

Las descripciones más reciente de nuevas razas de maíz mexicano son los de Ortega (1985), Benz (1986) y Sánchez (1989). Ortega inició sus estudios de maíz de México en 1977 con la finalidad de revisar y actualizar los resultados del libro *Razas de Maíz en México*; como resultado de sus investigaciones Ortega (1985) describió cinco razas: Ratón, Tuxpeño Norteño, Cristalino de Chihuahua y Palomero de Chihuahua. Por su parte, Benz (1986) describió cinco nuevas razas: Chatino Maizón, Mixeño, Choapaneco, Mixteco, Serrano Mixe. Sánchez (1989) basado en la caracterización morfológica de 166 colectas típicas en nueve ambientes diferentes, describió las razas “no bien definidas” de Wellhausen *et al.* (1951) Zamorano Amarillo, Mushito, Blando de Sonora y Dulcillo del Noroeste y tres nuevos tipos: Motozinteco, Coscomatepec y Elotero de Sinaloa; adicionalmente, se listaron colecciones típicas para las razas Cristalino de Chihuahua, Palomero de Chihuahua, Elotes Cónicos, Nal-Tel de Altura (Serrano Mixe), Maíz Ancho, Conejo, Onaveño, Ratón, Tuxpeño Norteño, Dzit-Bacal, Complejo Serrano de Jalisco y Olotón. Por su parte, las clasificaciones más completas de las razas de maíz de México realizadas hasta fecha son las de Sánchez y Goodman (1992), Sánchez *et al.* (2000) y Ruiz *et al.* (2008), quienes consideran 59 razas ordenadas en cuatro grupos y algunos subgrupos de acuerdo a la similitud de sus características morfológicas, isoenzimáticas y climáticas del sitio de colecta.

Los resultados de las investigaciones para elaborar dichas clasificaciones, apoyan firmemente las relaciones propuestas por Wellhausen *et al.* (1951), Hernández y Alanís (1970) y Cervantes *et al.* (1978). Asimismo, la

clasificación de Sánchez *et al.* (2000) permite aclarar la situación de los grupos raciales que antes eran incompletos o confusos.

2.2 Centros de origen y domesticación del maíz

Se considera que el antecesor del maíz es el Teocintle en el centro de México en la región del Balsas (Estado de Guerrero y Michoacán) hace alrededor de 10,000 años y diferentes autores (Matsuoka, 2002; Doebley, 1987; Buckler, 2005), lo reportan como un evento único de domesticación a partir del cual fueron desarrollándose de manera posterior, mediante selección, las diferentes razas de maíz que se conocen actualmente.

Aunque el período exacto de domesticación y los ancestros de los cuales surgió el maíz no son concluyentes. Se cree que hacia el año 3000 a.c. la domesticación de las plantas en el Centro-Sur de México era total y que la introducción del maíz al noroeste de México y el suroeste de E.U. puede atribuirse a la dispersión de grupos hablantes yuto-azteca que ocurrió durante los primeros siglos inmediatamente después del periodo Altitermal (Holoceno Medio), aproximadamente 1500 años después de su domesticación inicial (Carpenter *et al.*, 2005).

Es importante conocer y darse cuenta que aun conociendo, se tiene que entender e identificar dónde estuvieron los posibles centros de origen del maíz en términos históricos, lo relevante ahora en términos de conservación es ubicar espacialmente las regiones o centros de diversidad de este cultivo, ya que diversos autores afirman que fue en diferentes regiones de Mesoamérica, sólo formulando hipótesis por los hallazgos en diversas cuevas y regiones distintas del país.

2.3 Razas

El termino raza se utiliza para agrupar individuos o poblaciones que tienen características fenotípicas en común, como el tipo de grano, las características de la planta, el tiempo de cosecha o el área de adaptación, la denominaciones se hace por razas, colectas o por el nombre de la localidad.

En la década de los años 40's, la Oficina de Estudios Especiales de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, realizó la primera recolección sistemática de los maíces (*Zea mays L.*) en las principales regiones de México, la cual fue la base para la publicación de las Razas de Maíz en México (Wellhausen *et al.*, 1951).

2.4 Colectas

Lo más valioso que se ha hecho con los maíces criollos es sin duda las colectas que se han realizado tiempo atrás en las distintas y diversas regiones no solo mexicanas sino en gran parte del mundo para conocer sus características y variación genética. Como parte de las actividades de recolección de germoplasma se describe el origen del material genético, la localización y características del sitio, usos, y en general las características distintivas de interés, de acuerdo a los formatos de recolección elaborados para cada especie (Moss y Guarino, 1995; Jaramillo y Baena, 2000).

La recolección de poblaciones nativas de maíz se ha realizado por diversas instituciones e investigadores, a tal grado que en la actualidad se reconocen 59 razas de maíz descritas en México (Sánchez *et al.*, 2000; Mera, 2009).

En la colecta de muestras de maíz, comúnmente se obtiene información mínima de los atributos físicos de la mazorca como la longitud y diámetro, las características del tipo de grano, color, número de hileras en la mazorca, la disposición de las hileras, el tipo de la mazorca entre otros (Taba, 1999).

El maíz, sin duda ha sido domesticado y dispersado por los grupos étnicos desde hace varios miles de años, esto es, desde la era del Neolítico y la mayor proporción de la diversidad observada en el cultivo fue generada por la acción humana en los sistemas de producción agrícola ancestrales (Miranda, 2003).

2.5 Preservación de la diversidad genética

Desde hace miles de años se han cultivado en México numerosas variedades, estas poblaciones nativas de maíz constituyen una riqueza genética de la humanidad. Los maíces surgieron y se siguen desarrollando en parte debido a que son útiles a la gente que los cultiva. No obstante, su conservación peligra como consecuencia de la introducción de variedades mejoradas, de la baja y mala distribución de lluvias que imperan en el mundo cambian de hoy. Por tal motivo, se hace necesaria la recolección de las poblaciones de maíces nativos cuya diversidad genética es la base que permitirá mejorar el maíz en beneficio de los agricultores de las comunidades rurales, quienes generalmente son los que obtienen escasos ingresos (CIMMYT, 2005).

Martín *et al.* (2005) señala que el rescate, conservación y utilización de las razas de maíz revisten gran importancia por su riqueza fitogenética de identidad del germoplasma, así como por la utilización con fines de mejoramiento genético.

Ortega *et al.* (1991) mencionan que el estudio, conservación y uso de la diversidad del maíz permiten determinar la variación genética y morfológica de

materiales locales, la relación con el medio físico, los efectos del medio biótico, así como la obtención de variedades mejoradas a partir de las variedades nativas.

El flujo de genes es importante en el dinámico proceso por el que los recursos genéticos del maíz se manejan en las milpas en México. Los campesinos mexicanos a menudo intercambian semillas; siembran mezclas de semillas de distintas fuentes; incluidas ocasionalmente variedades híbridas modernas, y con frecuencia permiten y procuran la polinización cruzada entre diferentes variedades cuando éstas se cultivan en cercanía. A pesar del flujo genético, los campesinos tienen la capacidad de seleccionar y perpetuar diversas variedades nativas y cultivares.

2.6 Diversidad de maíces nativos en Coahuila y Durango

2.6.1 Coahuila

En el estado de Coahuila, se siembra aproximadamente 30,000 ha en condiciones de temporal, lo que representa el 83.5% de la superficie sembrada en el estado (SAGARPA, 2006). Las siembras en condiciones de temporal en el resto implica el uso de variedades adaptadas a los ambientes de producción, lo que supone una amplia diversidad genética. En más del 80% de la superficie cultivada con maíz los productores siembran las semillas criollas de sus cosechas.

La diversidad de los maíces nativos en el estado de Coahuila, de acuerdo a Ortega *et al.* (1991) reportaron la raza: cónico norteño, tuxpeño, ratón y tuxpeño norteño. En Coahuila se recolectó un total de 90 poblaciones de maíz y fueron identificados siete razas: Ratón 38.9%, de las muestras Tuxpeño Norteño en 22.2%, Cónico Norteño en 21.1%, Tuxpeño en 10.0% Olotillo en 4% elotes Cónicos en 2.2% y Celaya en 1.1%. De las siete razas identificadas

como primaria, se encontró a Celaya y Olotillo solo en combinación con otras razas tal es el caso de Celaya con Tuxpeño y viceversa; en algunas recolectas de la razas Tuxpeño se encontró la infiltración del Celaya. La raza Olotillo se encontró en combinación con la raza Ratón; a su vez la raza Olotillo se encontró en combinación racial o secundaria con Ratón y Tuxpeño Norteño. En la mayoría de las localidades donde se obtuvieron las muestras se acostumbra a cosechar y encostalar el maíz y llevarlo a una bodega acondicionada como almacén; en general los agricultores cortan la planta completa, incluso antes de llegar a madurez y la amontona en el campo formando (monos); este es uno de los métodos comunes de secado y conservación tanto de la semilla para el siguiente ciclo como del grano para el consumo humano y animal (Rincón *et al.*, 2009; Rincón *et al.*, 2010).

2.6.2 Durango

La existencia de variedades criollas en la región semiárida del norte centro del país de México se ha reducido en algunos casos, y en situaciones extremas se ha perdido el germoplasma, debido a la alta siniestralidad que prevalecía durante la década pasada así como la política agropecuaria de reconversión de cultivos para sustituir al maíz por el sorgo pastos. En el año 2009 en el estado de Durango 146 productores proporcionaron 151 muestras de maíz en las que se detectaron nueve razas.

Wellhausen *et al.*(1951) solo reportó una raza, la de maíz dulce, la cual no se detectó en las exploraciones siguientes, la raza que se encontró fue cónico norteño en 11 de los 17 municipios donde se realizaron las colectas: Canatlán, Nuevo Ideal, Durango, Guadalupe Victoria, Cuencamé, San Juan Del Rio, Santiago Papasquiario, Mezquital, Súchil, Vicente Guerrero y Nombre de Dios; la raza Celaya se encontró en 11 municipios: Mapimí, San Pedro del Gallo, San Juan del Río, Mezquital, Rodeo, Durango, Guadalupe Victoria,

Cuencamé, San Juan de Guadalupe, Gómez Palacio y Tlahualilo. Los municipios donde se detectó la mayor diversidad de razas fueron: Guadalupe Victoria (Cónico Norteño, Celaya, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño y Tabloncillo); San Juan del Río (Cónico Norteño, Ratón, Celaya, Tuxpeño Norteño y Bolita) Durango (Cónico Norteño, Ratón Bolita y Celaya); Nombre De Dios con las razas Tuxpeño Norteño, Cónico Norteño, Bolita y Ratón (Castillo y Ortega, 2010., Castillo *et al.*, 2009).

2.6.3 Caracteres usados en la clasificación de los maíces en México

La clasificación de los maíces en México está comprendida en cuatro grupos principales:

- A) Caracteres vegetativos en la planta: son modificados en su mayoría por la variación ambiental. Zona de altitud a las que están adaptados, altura de la planta, número total de hojas por plantas, número de hojas arriba de la mazorca, ancho de la hoja, longitud de la hoja, índice de venación y diagrama de entrenudos.
- B) Caracteres de la espiga: Anderson y Cuttler (1942) consideran la espiga de la planta de maíz más útil para su clasificación, longitud de la espiga, longitud del pedúnculo, longitud de la parte ramificada de la espiga, porcentaje de la parte ramificada de la espiga, número total de ramificaciones de la espiga, por ciento de ramas secundarias de la espiga, por ciento de ramas terciarias de la espiga, índice de condensación.
- C) Caracteres de la mazorca: caracteres externos de la mazorca: longitud de la mazorca, diámetro de la parte media de la mazorca, número de hileras, diámetro del pedúnculo, longitud del pedúnculo, número de

brácteas de la cubierta, ancho del grano, espesor del grano, depresión del grano, estrías de los granos.

Caracteres internos de la mazorca: diámetro de la mazorca, diámetro del olote, diámetro del raquis, longitud del grano, longitud de la raquila, índice del olote, índice gluma/grano, índice raquila/grano, pubescencia del grano, pubescencia de la capilla, prolongación de la capilla, textura de la gluma inferior, pubescencia de la gluma inferior, forma de la gluma inferior, textura de la gluma superior, pubescencia de la gluma superior, venación de la gluma superior, forma de la gluma superior, endurecimiento del raquis (olote), intervención del teocintle.

D) Caracteres fisiológicos: los cuales son los siguientes para el genético, número de días para la antesis, ataque del chahuixtle, pubescencia de la vaina, color de la planta, color de la región media de la planta.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización geográfica del área de estudio

La Región Lagunera está integrada por la parte suroeste del estado de Coahuila y la parte noroeste del estado de Durango, colinda al norte con el estado de Chihuahua y con los municipios de Sierra Mojada y Cuatro Ciénegas del estado de Coahuila, al oeste con los municipios de Indé y Villa Hidalgo del estado de Durango, al sureste con el estado de Zacatecas y al este con el municipio de Parras de la Fuente, Coahuila. Se localiza en el norte-centro de la República Mexicana, entre los meridianos 102° 00" y 104° 47" longitud oeste y los paralelos 24° 22" y 26° 53" latitud norte, a una altura media de 1139 msnm (SAGARPA, 2005).

3.2. Material Genético

Los tratamientos constaron de 43 colectas de maíz criollo de 27 comunidades que conforman la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango. (Figura 3.1). La obtención de la semilla se realizó mediante una colecta en trojes y almacenes con los agricultores de la región. El tamaño de la muestra de la colecta fue de 500 g de semilla. Adicionalmente, al momento de la colecta se aplicó una encuesta (Rincón. *al.*; 2008) a los agricultores donantes de la semilla nativa (Figura 3.2), para conocer aspectos culturales, tecnológicos, económicos, sociales y de uso tradicional. Cada colecta se identificó por las iniciales de la comunidad donde se colectó. (Figura 3.4)

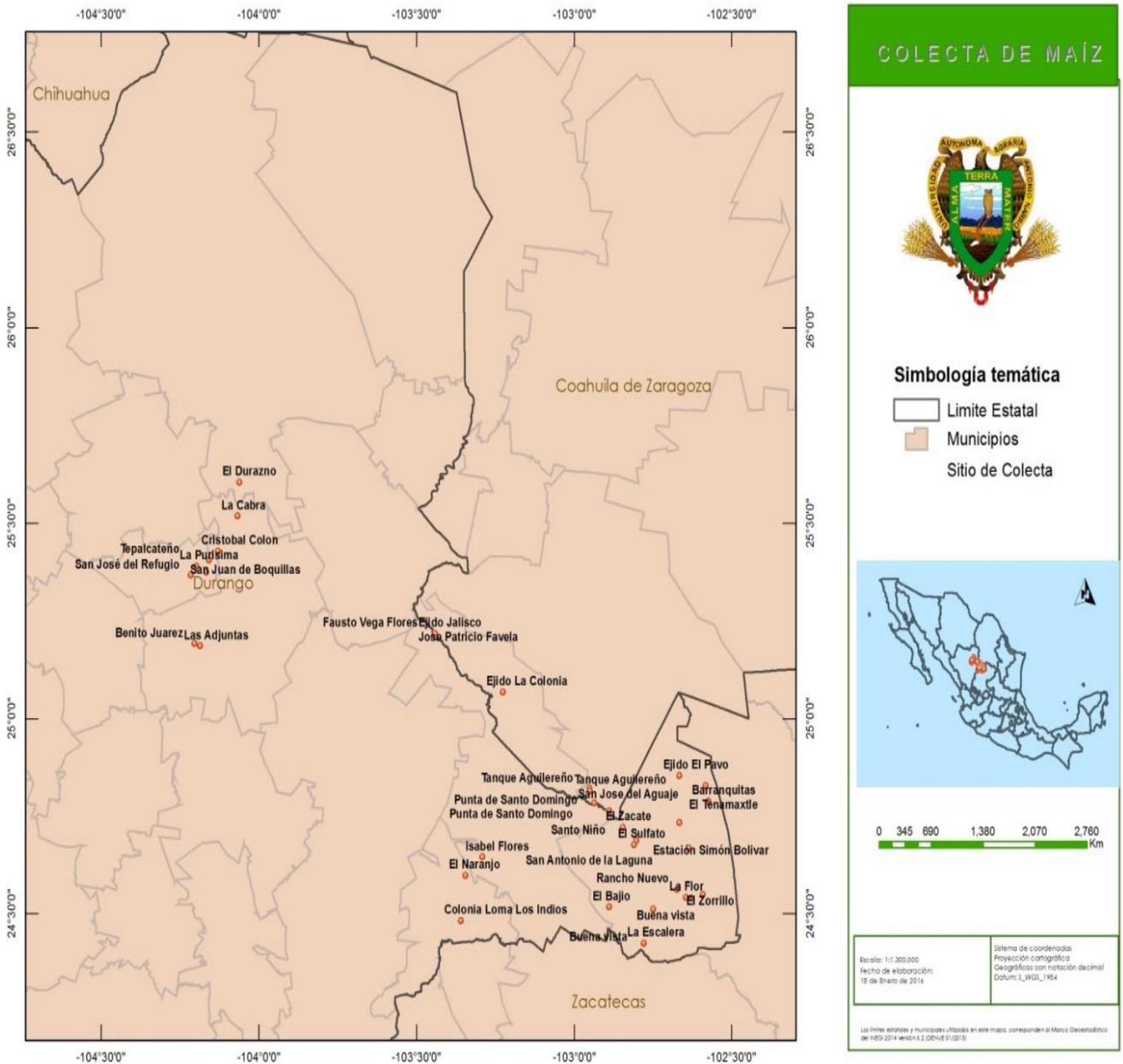


Figura 1. Localización del sitio de maíces criollos de la Comarca Lagunera.

Formato para colecta de maíces nativos										
Raza:					Raza secundaria:					
Nombre(s) de colector(es):										
Inicial(es) de colector(es):					Institución del colector:					
Fecha de colecta: / /					Número de colecta:					
No. de catálogo:			Nombre de colección:				Siglas:			
Institución de la colección:										
Estado:			Municipio:			Localidad:				
Latitud N:		grad	min	seg	Longitud W:		grad	min	seg	Altitud (m):
Determinador:					Iniciales:		Fecha de determinación:			
Nombre del agricultor:					Edad:		Etnia:			
Domicilio del agricultor:					Teléfono:					
Sitio de colecta:		Troje ()	Campo ()	Bodega Rural ()	Mercado ()		Institución ()		Otro ()	
Nombre del lote:					Superficie (ha):					
Cantidad de mazorcas colectadas:					Cantidad de semilla:					
Variedad del agricultor ()		¿Cultivada por cuántos años?:			Procedencia:					
Mezcla varietal ()		¿Cultivada por cuántos años?:			Procedencia:					
¿Cuáles variedades están incluidas en la mezcla?										
Variedad introducida ()		¿Cultivada por cuántos años?:			Procedencia:					
Variedad mejorada ()		¿Cultivada por cuántos años?:			Procedencia:					
Usos:		Grano ()	Nixtamal ()	Forraje ()	Combustible ()	Hoja ()	Otro ()			
Destino de la producción:			Autoconsumo ()		Mercado ()		Ambos ()			
Época de siembra:		a)	b)	Época de floración:		a)	b)			
Época de madurez:		a)	b)	Época de cosecha:		a)	b)			
Rendimiento:		a)	b)							
Densidad de plantas:					Método de siembra:					
Sistema de siembra:			Monocultivo ()		Policultivo ()		Cultivos asociados ()			
Problemas observados en almacenamiento:					Control:					
¿Fertiliza el maíz?:					¿Qué tipo de fertilizante usa?:					
¿Cómo siembra?:					En temporal ()		Con riego suplementario ()		Solo riego ()	
¿Cuáles son las características que le gustan de la variedad?:										
¿Cuáles son las características que no le gustan de la variedad?:										
¿Quiere usted cambiar su variedad?:										
Es la variedad resistente a:				Resistente ()		Susceptible ()		No Sabe ()		
¿Cuántos tipos diferentes de maíz cultiva?:					¿Cuáles son?:					
¿Existe teocintle en el cultivo?					¿Es considerada maleza o planta útil?:					
Nombre local:			Nombre común:			Nombre más conocido:				
Registro de fotografías:										
Observaciones:										

Figura 2. Formato de encuesta para recolección de maíces criollos (Rincón et.al., 2010)

Cuadro 1. Colectas de maíces criollos de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango. 2014.

Localidad	Pasaporte	Colecta	Localidad	Pasaporte	Colecta
San Juan de Guadalupe, Dgo.	OA-001-01		Estación Simón, Dgo	OA-001-02	
Buena Vista Dgo.	OA-001-03		La Escalera, Dgo.	OA-001-04	
El Bajío, Dgo.	OA-001-05		Cristóbal Colon, Dgo.	OA-001-06	
El Pavo, Dgo.	OA-001-07		Sabanilla, Dgo.	OA-001-08	
Santo Niño, Dgo.	OA-001-12		El Sulfato, Dgo.	OA-001-13	
El Sulfato, Dgo.	OA-001-14		Lázaro Cárdenas, Dgo.	OA-001-15	
El Naranjo, Dgo.	OA-002-03		Loma los Indios, Dgo.	OA-002-04	
Tanque Aguilereño, Coah. .	OA-003-01		Punta de Santo Domingo, Coah.	OA-003-02	
Punta Santo de Domingo, Coah..	OA-003-03		Jalisco, Coah.	OA-005-01	
Jalisco, Coah.	OA-005-05		Tepalcateño, Dgo.	OA-006-01	
Cristóbal Colon, Dgo.	OA-006-02		Purísima, Dgo	OA-006-03	

Localidad	Pasaporte	Colecta	Localidad	Pasaporte	Colecta
Purísima, Dgo.	OA-006-04		Pueblo Nuevo, Dgo.	OA-006-05	
Cristóbal colon, Dgo.	OA-006-06		Cristóbal Colon, Dgo.	OA-006-07	
Tepalcateño, Dgo.	OA-006-08		San José del Refugio, Dgo.	OA-006-09	
San Juan de Las Boquillas, Dgo.	OA-006-10		La Cabra, Dgo.	OA-007-01	
Benito Juárez, Dgo.	OA-007-02		La Cabra, Dgo.	OA-007-03	
La Cabra, Dgo.	OA-007-04		Las Adjuntas, Dgo.	OA-007-05	
El Durazno, Dgo.	OA-007-06		La Cabra, Dgo.	OA-007-07	
El Durazno, Dgo.	OA-007-08		Benito Juárez, Dgo.	OA-007-09	
Benito Juárez, Dgo.	OA-007-10		Benito Juárez, Dgo.	OA-007-011	
Benito Juárez, Dgo.	OA-007-12		Benito Juárez, Dgo.	OA-007-13	
Santa Rita, Dgo.	OA-008-01				

3.3. Caracterización de los maíces criollos de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango

La caracterización de las 43 colectas, se llevó a cabo considerando la información disponible para la descripción de materiales genéticos como los descriptores para maíz (IBPGR, 1991) así como la Guía Técnica y Manual Gráfico para la descripción varietal (SNICS-CP; SNICS-SAGARPA).

3.3.1. Caracteres cuantitativos

Las características cuantitativas fueron obtenidas en cada una de las mazorcas utilizadas para la descripción, y estas fueron determinadas de acuerdo a las características en particular.

3.3.1.2 Caracteres de la mazorca

Longitud de mazorca (LM).A dos mazorcas de cada colecta se les midió la longitud, en centímetros, desde la base a la punta. El resultado se promedió.

Número de hileras por mazorca (NH).Se contó el número de hileras de granos en la parte central de cada una de las cinco mazorcas muestreadas. El dato promedio fue el que se considero para el análisis.

Granos por hilera (GH).Se contabilizó el número de granos por hilera, en cada una de las mazorcas.

Diámetro de la mazorca (DM).Se hizo la medición con un vernier digital marca Truper modelo en la parte central de cada una de las mazorcas.

3.3.1.3 Caracteres de grano

Longitud de semilla (LS). Se midieron diez granos alineados longitudinalmente, de manera consecutiva en línea recta.

Ancho de semilla (AS). Se midió en diez granos alineados transversalmente de manera consecutiva.

Peso de mazorca (PM). Se tomó una muestra compuesta de los granos centrales de cinco mazorcas.

Peso volumétrico (PV). Se colocó la semilla en un recipiente de volumen conocido y se pesó en una balanza de la marca. Se obtuvo el promedio de las tres repeticiones y se calculó el peso volumétrico con la siguiente expresión:

$$PV = \frac{\text{Peso de la semilla}}{\text{Volumen del recipiente}} \times 100$$

3.3.3 Análisis de Componentes Principales (ACP)

Se aplicó un análisis de componentes principales (ACP), para analizar el aporte de cada variable evaluada en cada componente. El ACP se calculó a partir de la matriz de correlación de los caracteres, obteniendo una descripción del conjunto de colectas y del número total de variables en la evaluación con Statgraphics 5.1. Con el programa Arc map 10.3 para la elaboración de cartografía o mapa de ubicación de las colectas por localidad.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La correlación es un parámetro estadístico que nos permite conocer el grado de asociación entre dos variables medida en un experimento. Su ventaja radica en la posibilidad de hacer comparaciones entre variables aunque no tengan la misma unidad de medida (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Correlaciones de caracteres cuantitativos de granos de 43 colectas de maíz en la Comarca Lagunera, 2014.

	PV1	LS	AS	DM	LM	NH	GH
PM	0.343	0.678	0.444	0.587	0.470	-0.015	0.358
PV1		0.114	-0.033	0.054	-0.057	0.067	0.067
LS			0.401	0.539	0.093	0.135	0.078
AS				0.450	0.438	0.168	0.139
DM					0.669	0.566	0.578
LM						0.272	0.798
NH							0.235

PM = peso de mazorca, PV1 = peso volumétrico de las semillas por cada accesión, AS = ancho de la semilla de cada mazorca, LS = longitud de semilla por mazorca, DM = diámetro de las mazorca, LM = longitud de mazorca, NH= número de hileras por mazorca y GH = granos por hileras por mazorcas.

De acuerdo con los valores de correlación se identificaron aquellos que tuvieron valores superiores a 0.6, ya que se considera que valores superiores a esta cifra tiene de mediano a alto grado de asociación. Los variables que sobresalieron en este análisis fueron cuatro: largo de semilla -peso de mazorca (0.678), longitud de mazorca-diámetro (0.669), granos por hilera-longitud de mazorca (0.798).

Los valores anteriores indican que para la comparación entre largo y el peso de la mazorca, con cada unidad que aumente el largo de semilla aumentara en 0.678 unidades el peso de mazorca; del mismo modo para la comparación de longitud y diámetro de mazorca de 0.6 aumentara el diámetro

de la misma; de igual manera es el caso para número de granos por longitud de mazorca aumenta en unidades de 0.7 la longitud.

En el Cuadro 4.2, se muestran los valores propios y la proporción de la varianza en los ocho componentes principales. El primer componente (CP1) concentró el 38.751% de la variabilidad total; el segundo componente principal (CP2), explicó el 23.255% de la variabilidad; el tercer componente principal (CP3) expresó el 14.897%, el resto de los componentes fueron menores a la unidad y con aportaciones menores a la varianza de los datos.

Cuadro 4.2 valores propios, porcentaje de varianza y porcentaje acumulado de componentes principales en caracteres cuantitativas de grano de 43 colectas de maíz.

Componentes Principales	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	3.487	38.751	38.751
2	2.092	23.255	62.006
3	1.340	14.897	76.902
4	0.998	11.093	87.996
5	0.650	7.230	95.226
6	0.216	2.410	97.636
7	0.130	1.452	99.089
8	0.081	0.909	99.998

Los vectores propios de los tres primeros componentes principales en relación con las ocho variables se presentan en el Cuadro 4.3, donde se puede observar que las variables con mayor asociación para el CP1 fueron: PM, LS, AS, DM, LM y GH; dichas variables se encuentra relacionadas con el peso y la dimensión del grano. El CP2 es un complemento del CP1, el cual es una respuesta lineal de las variables del peso volumétrico (PV1, PV4).

Respecto al CP3 se observan valores de igual importancia del CP1 por lo que se puede considerar una repetición del mismo.

Cuadro 4.3 vectores propios de los tres primeros componentes principales en el estudio de 43 colectas de criollos de maíz.

	CP1	CP2	CP3
PM	0.423324	-0.163698	-0.31902
PV1	0.147778	-0.646048	0.169848
LS	0.320486	-0.0781044	-0.566224
AS	0.317401	0.136361	-0.34096
DM	0.476511	0.138079	0.0364669
LM	0.408112	0.258331	0.290558
NH	0.229634	0.0653449	0.340852
GH	0.357049	0.155031	0.447768
PV4	0.14721	-0.645775	0.17345

PM = peso de mazorca, PV1 = peso volumétrico de las semillas por cada accesión, AS = ancho de la semilla de cada mazorca, LS = longitud de semilla por mazorca, DM = diámetro de las mazorca, LM = longitud de mazorca, NH= número de hileras por mazorca y GH = granos por hileras por mazorcas.

De acuerdo a lo anterior, se utilizaron los dos primeros componentes para elaborar el gráfico BIPLLOT el cual explica el 62 por ciento de la varianza de los datos. En la Figura 4.1 se observa la dispersión de los datos de las colectas y los vectores-variables, en la cual permite detectar cuatro grupos.

Las variables con mayor asociación para el primer componente son PM, LD y LM.

En el grupo uno se integró con las colectas, OA-0712, OA-0609, OA-0710, OA-0713, estas colectas también se distinguen por presentar el mayor GH, AS, LS y NH.

El grupo dos se formó con 10 colectas de las cuales dos pertenecen al municipio de San Juan De Guadalupe Durango, siete del municipio de Viesca Coahuila y una al municipio de Nazas Durango, y solo la 0602 (38.67 kg hL⁻¹), del municipio de Viesca presenta el mayor peso volumétrico en negativo.

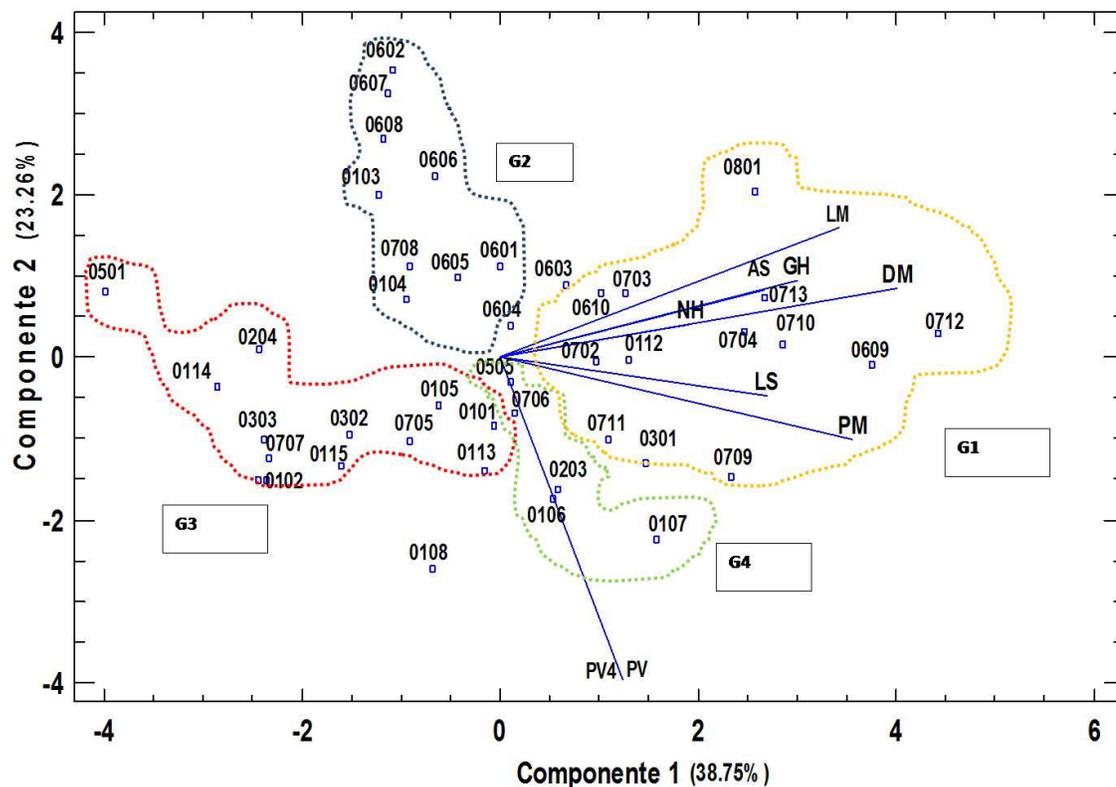


Figura 4.1 Análisis de Componentes Principales de 42 Colectas de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango

El grupo tres fue el más variable en cuanto el origen de las colectas que lo constituyeron. Este grupo se formó con 12 genotipos colectados en las comunidades de San Juan de Guadalupe (6), Nazas Durango (2), Santa Clara (1) y Viesca (3).

El grupo cuatro agrupó la colecta OA-0107, OA-0106 y OA-0203 las cuales pertenecen a los municipios de San Juan de Guadalupe y Santa Clara, Dgo. Estas colectas presentan un peso volumétrico promedio de 72.67 kg hL^{-1} , 69.98 kg hL^{-1} y 68.68 kg hL^{-1} respectivamente, considerándose como las de mayor acumulación de peso volumétrico con respecto a las demás, estos valores encontrados están dentro de los estándares de calidad de peso volumétrico (Moreno, 1996).

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo planteado en esta investigación se puede concluir de forma general que:

- El análisis de componentes principales fue una herramienta útil para conocer la diversidad presente entre las colectas.
- El primer componente (CP1) concentró el 38.751% de la variabilidad total de los datos y resultó ser una función lineal de las variables relacionadas con la dimensión y peso del grano y mazorca: LM, DM, PM, GH, NH, AS y LS.
- El segundo componente principal (CP2), explicó el 23.255% de la variabilidad y fue una función lineal del peso volumétrico (PV).
- El tercer componente principal (CP3) con el 14.897% de la variabilidad, se expresó como una repetición del CP1.
- Se generó el gráfico biplot con base a los dos primeros CP detectándose cuatro grupos de colectas:
 - El grupo 1, se muestran las 13 colectas de la cuales cuatro sobresalen 0712, 0609, 0710, 0713.
 - El grupo 2, se integro por 10 colectas las cuales representan el mayor peso volumétrico en negativo.
 - El grupo 3, consto de 10 colectas de cuatro municipios de la comarca Lagunera de Coahuila y Durango las cuales son de menor importancia en cuantos a sus variables.
 - El grupo 4, se represento por cuatro colectas, las cuales obtuvieron el mayor peso volumétrico de las cuales se consideran dentro de los estándares de calidad del maíz, OA-0107, OA-0106, OA-0203 y OA-0706.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., Illsley, C., & Marielle, C. (2003). Los sistemas agrícolas de maíz y sus procesos técnicos. *Sin maíz no hay paíz*, 83-122.
- Anderson, E. 1944. Maíz Reventador. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 31 : 301-315.
- Anderson, E. 1946. Maize in Mexico a preliminary survey. *Ann. Miss. Bot. Garden* 33(2):147-247.
- Anderson, E. and H.C. Cutler. 1942. Races of Zea mays. I. Their recognition and classification. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 29:
- Anderson, E., & Cutler, H. C. (1942). Races of Zea mays: I. Their recognition and classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 29(2), 69-88.
- Antonio, M. M. JL Arellano V, G García de los S, S Miranda C, JA Mejía C, FV González C (2004) Variedades criollas de maíz azul raza chalqueño. Características agronómicas y calidad de semilla. *Rev. Fitotec. Mex*, 27(1), 9-15.
- Aragón C.,F., y H. Espinoza P.2008. Conservación, mejoramiento y producción de semilla de maíces criollos. INIFAP-Campo Experimental valle Centrales de Oaxaca. Publicación especial no.3. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, México. 74p.
- Aragón-Cuevas, F., Taba, S., Hernández Casillas, J. M., Figueroa, J. D. D., Serrano Altamirano, V., & Castro García, F. H. (2006). Catálogo de maíces criollos de Oaxaca. INIFAP-SAGARPA: Libro Técnico, (6).
- Baena, M., Jaramillo, S., & Montoya, J. E. (2003). Material de apoyo a la capacitación en conservación in situ de la diversidad vegetal en áreas protegidas y en fincas. *Biodiversity International*.
- Benz, B. F. (1986). Taxonomy and evolution of Mexican maize (No. Look under author name. CIMMYT.)
- Buckler, E. S. and N. M. Stevens. 2005. Maize Origins, Domestication, and Selection. In: Motley, T. J., N. Zerega, H. Cross (Eds.). *Darwin's Harvest: New approaches to the origins, evolution and conservation of crops*. Chapter 4: 67-90. Columbia University Press.
- Carpenter J., Sánchez G. & E. Villalpando 2005. The Late Archaic/Early Agricultural Period in Sonora, Mexico. *New Perspective on the Late Archaic Across the Borderlands*. University of Texas Press, Austin. pp. 3-40

- Castillo R.,A., y A. Ortega C.2010 Diversidad y Distribución de los Maíces Nativos de Durango. Informe final de actividades 2009-2010. Proyecto FZo16: conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México, segunda etapa 2008-2009. INIFAP-CONABIO. Durango, Durango, México.
- Castillo R.A., A., Ortega C.,M.,J. Guerrero H.,S. Huchin A.,H Sánchez M.,J.M. Hernández C.,R. Rosales S.,A. Pajarito R.,E. Quezada .,A.de Alba A..L.R Revelest ,M. García P.J.C. Jiménez G.,R. Jacinto S., y G. Orozco H. 2009. Diversidad genético y distribución actual de los maíces nativos del estado de Durango. México. Memoria de la IV Reunión Nacional e Innovación Agrícola Forestal. Saltillo, Coahuila, México.
- Cea, D´A. M. A. (2001).La investigación social mediante encuesta: Metodología cuantitativa, estrategia y técnicas de investigación social. Síntesis sociología. Madrid España. 4ta edición. 415 p.
- Cervantes S., T., M. M. Goodman, E. Casas D., and J. O. Rawlings 1978. Use of genetic effects and genotype by environmental interactions for the classification of Mexican races of maize. *Genetics* 90:339-348.
- Chavez, E. 1913. El cultivo del maíz. Secretaría de Fomento, Dirección General de Agricultura.
- CIMMYT. 2005. México y el CIMMYT. México D.F.
- CONABIO. 2006. Sistema de Información Biótica 4.5. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D. F.
- Corona, A. O., Herrera, M. D. J. G., & Ortiz, R. E. P. (2013). Diversidad y distribución del maíz nativo y sus parientes silvestres en México.
- Doebly, J. 2004. The Genetics of Maize Evolution. *Ann. Rev. Genet.* 38:37-59.
- Doebly, J., M. M. Goodman and C. W. Stuber. 1987. Patterns of isozyme variation between maize and Mexican annual teosinte. *Econ. Bot.* 41(2): 234-246.
- Espinoza, M. D. M. (2005). Conservación de Maíces Locales en las Comunidades Baymena y Guadalupe en Choix, Sinaloa. Tesis de licenciatura. INAH. México.147 p.
- Goodman, M. M., &Stuber, C. W. (2000).Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *EconomicBotany*, 54(1), 43-59.

- Hernández Xolocotzi, E., & Alanís Flores, G. (1970). Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México; implicaciones filogenéticas y fitogeografías (No. REP-4126. CIMMYT.).
- IBPGR 1991. Descriptores para maíz. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)/International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Roma, Italia. 88 p.
- Jaramillo S. y M. Baena 2000. Material de Apoyo a la Capacitación en Conservación Ex situ de Recursos Fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 122 p.
- JJ Sanchez G., Goodman, M. M., & Stuber, C. W. (2000b). Isozymatic and Morphological Diversity in the Races of Maize of Mexico. *Economic Botany*, 43-59.
- Kato, T. A., Mapes, C., Mera, L. M., Serratos, J. A., & Bye, R. A. (2009). Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.
- Kelly, I. and E. Anderson. 1943. Sweet corn in Jalisco. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 30: 405-412.
- Kuleshov, N. N. (1929). The geographical distribution of the varietal diversity of maize in the world. *Bulletin of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding (Trudy Po Prikladnoi Botanike, Genetike i Selektсии)*, 20, 506
- López, J. G. M., Parra, J. R., González, J. J. S., De la Cruz Larios, L., Rivera, M. M. M., Valtierra, J. A. C., & Herrera, M. D. J. G. (2008). Caracterización agronómica y morfológica de maíces nativos del noroccidente de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(4), 331-340.
- Martin L., J.G., Ron. P. J., Cabrera V.J.A., M. M Morales R., J. de Sánchez G., I. de la Cruz L; A. A. Jiménez C., R. Jiménez G. y J.G. Rodríguez F. 2005. Colecta De Maíces en el occidente de México. Avances de investigación científica en el CUCBA. XVI Semana de la Investigación Científica. Instituto de manejo y aprovechamiento de los recursos genéticos.
- Matsuoka, Y., Vigouroux, Y., Goodman, M. M., Sanchez, J., Buckler, E., & Doebley, J. (2002). A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(9), 6080-6084.
- Mera, L. M. (2009). Diversificación y distribución reciente del maíz en México. T. Kato, C. Mapes, LM Mera, JA Serratos, RA y Bye (eds.),

- Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Miranda C., S. 2003. El origen genético y geográfico del maíz (*Zea mays L.*). En: Muñoz O., A. (ed.). Centli-Maíz. Editorial Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México, México. pp. 147-159.
- Moreno, C. P. (1996). Análisis físico y biológico de semillas agrícolas UNAM-FAO (Universidad Nacional Autónoma de México-Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). México, Distrito Federal.
- Moss H., and L. Guarino 1995. Gathering and recording data in the field. In: L. Guarino L., V. R. Rao and R. Reid (eds.). Collecting Plant Genetic Diversity Technical Guidelines. CAB International. UK. pp:367-417.
- Ortega Paczka, R. (1985). Variedades y razas mexicanas de maíz y su evaluación en cruzamientos con líneas de climas templado como material de partida para fitomejoramiento. Abbreviated Spanish Translation of PhD thesis. NI Vavilov National Institute of Plants. Leningrad, USSR.
- Ortega Paczka, R. A. (1985). Variedades y razas mexicanas de maíz y su evaluación en cruzamientos con líneas de clima templado como material de partida para fitomejoramiento (No. Folleto 10729).
- Ortega-Paczka, R. (2003). La diversidad del maíz en México. G. Esteva and C. Marielle, coordinators, 123-154.
- Ortega-Paczka, R. A., Sánchez, G. J. J., Castillo, G. F., & Hernández, C. J. M. (1991). Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México.
- Ortega-Paczka, R. A., Sánchez, G. J. J., Castillo, G. F., & Hernández, C. J. M. (1991). Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México.
- Ramos, A. (2003). El valor y significado de los saberes tradicionales. Sin maíz no hay país, 251-258.
- Rincón, S. F., Castillo, G. F., & Ruiz, T. N. A. (2010). Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. SOMEFI, Chapingo, México.
- Ruiz Corral, J. A., Durán Puga, N., Sánchez González, J. D. J., Ron Parra, J., González Eguiarte, D. R., Holland, J. B., & Medina García, G. (2008).

Climatic adaptation and ecological descriptors of 42 Mexican maize races. *Crop Science*, 48(4), 1502-1512.

SAGARPA-SIAP. 2007. Situación actual y perspectiva del maíz en México 1996-2012

Sánchez G., J. J. 1989. Relationships among the Mexican races of maize. PhD. Dissertation. North Carolina State University. Raleigh, N.C., USA. 187 p.

Sánchez, F. R., González, F. C., & Torres, N. A. R. (2010). Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México.

Sanchez, G.JJ 1989. Relationships among the Mexican races of maize. Un published Ph. D. dissertation. North Carolina State University. Raleigh. 187p.

Sanchez, J. J., & Goodman, M. M. (1992). Relationships among the Mexican races of maize. *Economic Botany*, 46(1), 72-85.

Sánchez, J.J, M. M. Goodman y C. W. Stuber: 2000 Isozymatic and Morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany*. Vol 54 Num. 1 pp. 4359 The New York Botanical Garden Press, NY. Estados Unidos.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México, D. F. Fecha de consulta marzo 9 de 2015.

SNICS-CP. Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Maíz (*Zea mays L.*). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS)/Colegio de Postgraduados (CP). SAGARPA. 118 p.

SNICS-SAGARPA. Guía Técnica para la Descripción Varietal. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla (SNICS) SAGARPA. 32p.

Taba, S. 1999. Passport data to record when collecting seed of farmer varieties. Latin American Maize Germplasm Conservation: Core Subset Development and Regeneration. Proceedings of a Workshop held at CIMMYT, June 1-5, 1998. CIMMYT.Mexico, D.F. 62 p.

Vavilov, N. I. (1931). Mexico and Central America as the principal center of origin of cultivated plants of the New World.

Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., & Xolocotzi, E. H. (1951). Razas de maíz en México: su origen, características y distribución. Secretaria de Agricultura y Ganadería.