

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMA DE MAÍZ CRIOLLO EN  
LA UAAAN-UL**

**Por:**

**CALIXTO DIAZ ANTONIO**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre de 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

CARACTERIZACIÓN DE GERMOPLASMA DE MAÍZ CRIOLLO EN  
LA UAAAN-UL

Por

CALIXTO DÍAZ ANTONIO

TESIS

Que somete a la consideración del Comité asesor, como requisito  
parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO  
APROBADA POR:

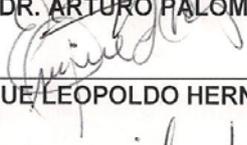
Asesor  
Principal:

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

Asesor:

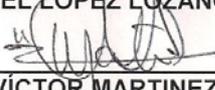
  
DR. ARTURO PALOMO GIL

Asesor:

  
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

Asesor:

  
DR. MISAEL LÓPEZ LOZANO

  
MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre del 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

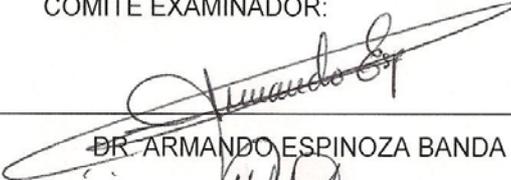
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL ALUMNO CALIXTO DÍAZ ANTONIO QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ EXAMINADOR:

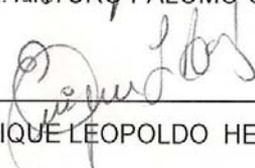
PRESIDENTE

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

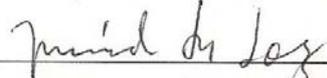
VOCAL

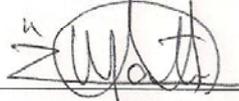
  
DR. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL

  
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNANDEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE

  
DR. MISAEL LÓPEZ LOZANO

  
MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

## DEDICATORIA

Este trabajo te lo dedico a ti mi Dios por darme la oportunidad de culminar mis estudios, porque sin tu ayuda no hubiese sido posible llegar hasta donde he llegado mil gracias te doy mi dios.

### A MIS PADRES:

**Anatolio Díaz Flores y Luisa Antonio del Ángel.** Con todo mi respeto y admiración por el gran amor y cariño que siempre me han dado. Por el gran esfuerzo que realizaron día con día con el fin de darme lo mejor y sobre todo por guiarme siempre por el camino correcto mil gracias.

A mis hermanos **Esteban Díaz Antonio, Anatolio, xochitl, Luisa, María Dolores,** por su confianza, apoyo incondicional y comprensión en los momentos cuando más los necesite, por darme consejos sobre todo alertarme para seguir adelante.

A mi abuelo **Antonio Díaz Bautista** por su confianza y apoyo incondicional.

A mi “**Alma Terra Mater**” por haberme abierto las puertas de esta institución y formarme como profesionista.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a Dios, mi creador por darme el privilegio de vivir y darme la oportunidad de ser un profesionista.

Agradezco a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, amistad en todas las etapas de mi vida. Los amo.

Agradezco a mi Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", porque en ella me forme y me prepare no solo como profesionista, sino también como persona y por las oportunidades que me dio para crecer.

Agradezco a mis asesores por su apoyo en la elaboración de mi tesis, por su paciencia y comprensión, muchas gracias.

Gracias a todos mis maestros que durante toda la carrera hicieron su mejor esfuerzo para sembrar en mí la semilla del conocimiento.

A todos mis compañeros de grupo, gracias por su amistad y formar parte del ciclo de mi vida.

A mis compañeros que me apoyaron en el transcurso de mi experimento de campo que son Anayeli, José belén, Patricio Amisael, Rigoberto Herrera, Jehú Flores, Omar Celestino, Roselin, Jorge, Wilmar, Topo, Bombillo, Alfonso Gaytán.

## RESUMEN

Con el objeto de caracterizar un grupo de colectas de diferente origen por su rendimiento y características agronómicas, se evaluaron en el Campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro 42 colectas y siete testigos. La siembra se realizó el día 31 de marzo del 2009 en un diseño en latice simple 7x7 con dos repeticiones. La parcela consistió en un surco de 3 metros de longitud, 0.75m entre hileras y 0.25m entre planta para una densidad de 66,666 plantas por hectárea. Se tomaron datos de floración masculina (FM), floración femenina (FF), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), cobertura (COB), aspecto de planta (ASP), aspecto de mazorca (AMz), acame de tallo (AT), acame de raíz (AR), diámetro de mazorca (DM), longitud de mazorca (LM) y rendimiento de grano (REND). Los resultados del análisis de varianza las colectas evaluadas fueron significativamente diferentes para Floración femenina, altura de planta, acame de raíz, número de mazorca, peso y longitud de mazorca y, rendimiento. Las colectas más precoces y de mayor rendimiento fueron las que se agruparon en el lado izquierdo de la gráfica los cuales fueron Torreón, Sin, Sin3, Chis3 y Dgo3. El grupo de híbridos como testigos fueron los de mayor rendimiento. La técnica de componentes principales en general, permitió formar cuatro grupos con las 42 colectas y los siete testigos.

**Palabras clave:** Rendimiento de grano, Biplot, componentes principales.

# INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>V</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VI</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
I.1.OBJETIVO .....	3
I.2.HIPÓTESIS .....	3
I.3.METAS .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1 COLECTAS.....	4
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>9</b>
3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA .....	9
3.2 MATERIAL GENÉTICO .....	9
3.3.MANEJO AGRONÓMICO .....	10
3.3.1. Preparación del terreno .....	10
3.3.2. Diseño experimental. ....	10
3.3.3. Siembra .....	10
3.3.4. Aclareo de plantas.....	10
3.3.5. Fertilización .....	11
3.3.6. Riegos.....	11
3.3.7. Control de plagas .....	11
3.3.8. Control de maleza .....	11
3.3.9. Cosecha .....	11
3.4. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS .....	11
3.4.1. Días transcurridos a la floración masculina (FM).....	12
3.4.2. Días a Floración femenina (FF).....	12
3.4.3. Altura de planta (AP).....	12
3.4.4. Altura de Mazorca (AM).....	12
3.4.5. Acame de raíz (AR) y tallo (AT).....	12
3.4.6. Cobertura de mazorca (Cob) .....	13
3.4.7. Aspecto de mazorca (ASM) .....	13
3.4.9. Longitud de la Mazorca (LM) .....	13
3.4.10. Diámetro de la Mazorca (DM) .....	13
3.4.11. Rendimiento de Mazorca (RMz).....	14
3.4.12. Rendimiento de Grano (RG) .....	14
3.4.13. Peso de mil granos (PMIL).....	14
3.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	14
3.6. Análisis de componentes principales.....	14
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	<b>15</b>
<b>V. CONCLUSION</b> .....	<b>21</b>
<b>VI. APENDICE</b> .....	<b>22</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>24</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz está entre los tres cereales más extensamente cultivados en el mundo como alimento del hombre y animales. México es su centro de origen y los maíces criollos son las especies domesticadas que han sido seleccionadas y han evolucionado a lo largo de miles de años de cultivo, manifestándose en muchas variedades genéticamente distintas, adaptadas a condiciones locales específicas de altitud, precipitación, calidad de suelos, resistencia a plagas, entre otras características, generando razas locales o criollos.

Actualmente los productores de maíz pueden estar enfrentando momentos económicos difíciles. La demanda de grano y forraje principalmente se limita por la falta de agua que se ha presentado en los últimos años para fines agrícolas en la Comarca Lagunera, motivo que ha conducido tanto la búsqueda de nuevas variedades de maíz. Se menciona que los híbridos son más adaptables en condiciones de clima cálido, pero sin embargo su limitada variación genética, los hace ser muy susceptible a las plagas, las enfermedades y los cambios de clima.

La FAO (2001) ubica al maíz en el primer lugar con 609 millones de toneladas, seguido por el arroz con 592 millones de toneladas y en tercer lugar el trigo con 582 millones de toneladas. El maíz es la base de la seguridad alimentaria de muchos países de Latinoamérica y África. En México solo se produce el 3% de la producción total mundial y los estados con mayor producción son: Chiapas, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz (SAGARPA, 2001).

El cultivo de maíz en México cubre una superficie aproximada de ocho millones de hectáreas, de la cual el 94% corresponde al ciclo primavera-verano, y al ciclo otoño-invierno. Del total, 88% de la superficie se siembra de temporal o seco.

En México no existe un consenso sobre el número de razas que aún existen. Sus germoplasmas pueden ser la clave de la agricultura actual, por contener colecciones genéticas únicas. En el caso de las plagas los mejoradores pueden acudir a estos maíces criollos y en ellos encontrar la resistencia a ciertos patógenos e introducirlos a sus variedades por técnicas de mejoramiento tradicional o por ingeniería genética. De varios de estos maíces se conocen algunas características agronómicas pero poco o nada de sus propiedades bioquímicas y su calidad nutricional, y tampoco se ha estudiado su variabilidad genética.

Las semillas criollas han mostrado características muy especiales como la resistencia a sequía, heladas y enfermedades. De manera que el uso de material criollo en los programas de mejoramiento genético se ha convertido en una buena alternativa para la producción agrícola.

La diversidad genética presente en los maíces criollos les confiere mucha plasticidad y les permite una gran capacidad de adaptación a diferentes ambientes, de ahí la importancia de tener bien caracterizadas las regiones agroecológicas para detectar las que son óptimas para la producción de un genotipo dado. Esta característica es fundamental para definir las áreas de mayor potencial para su producción a la vez que se conserva el bagaje genético. Los cambios en el rendimiento de un cultivo al ser establecido en distintos ambientes es el resultado de la interacción genotipo por ambiente, llamándose estable a aquel genotipo que presenta cierto parámetro o característica (por ejemplo, rendimiento) en el mayor número de ambientes.

## **I.1.Objetivo**

Caracterizar agronómicamente un grupo de germoplasma de maíz criollo y seleccionar las de mayor rendimiento y mejor adaptación.

Valorar el potencial de rendimiento en maíz grano de las colectas.

## **I.2Hipótesis**

**Ho:** Todas las colectas de maíz presentan diferente potencial de rendimiento de grano y características agronómicas

**Ha:** Las colectas de maíz presentan igual potencial de rendimiento y características agronómicas.

## **I.3Metas**

Seleccionar las colectas de maíz más sobresalientes de acuerdo a sus características agromorfológicas.

Seleccionar al menos una colecta de maíz para grano e incorporarlas a un programa de mejoramiento genético para conservar el germoplasma.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Colectas

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

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

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 Dulce como razas indígenas precolombinas; 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), señala que el maíz en México más que en otros países de América, tienen 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.

Hernández-Xolocotzi 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 distingue como grupo y la diferencia de otras poblaciones, con capacidad de transmitir con fidelidad sus características a las generaciones posteriores y de ocupar un área ecológica específica.

Creech y Ritz (1971) mencionan que los fitomejoradores pueden depender, para nueva materia prima de recursos genéticos, de “centros de genes” mundiales. Estos centros pueden ser los lugares de origen geográfico de las especies paternas o los centros de cultivos donde se han utilizado y mejorado las variedades primitivas por generaciones. Recomiendan que las colectas se hagan con el fin de asegurarse contra la pérdida de variedades por causas fuera del control de las estaciones nacionales, todas las colecciones de maíz se mantienen por duplicado en bases regionales, como un centro de documentación e información para la coordinación regional.

En muchas regiones de México, los agricultores que cultivan maíz contribuyen a la conservación y generalización de la diversidad genética. Así por un lado en la práctica mantienen las variedades locales tradicionales al pasarlas de generación en generación, y por otro, al seleccionar deliberadamente las semillas más favorables por sus diversas características, a través de las variantes que se han ido presentando por selección natural, mutación, introducción, recombinación y aislamiento, llegan a formar nuevos tipos, variedades o razas a través del tiempo. (Hernández, 1972).

Camussi (1979) menciona que la adaptación 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.

Camussi (1979) 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 planta, mazorca, además de caracteres fisiológicos de adaptación, los datos fueron analizados por el método multivariado de Análisis Canónico. Los primeros tres componentes canónicos, explicaron 71% de las diferencias entre poblaciones. Las poblaciones fueron clasificadas en función de la distancia euclídeana; 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 la aparición de la 8va. hoja y décima segunda hoja, número de hojas y altura de planta), involucrados en la expresión de estos caracteres.

Christiansen y Lewis (1987) mencionan que las colecciones son de gran importancia para la mejora genética, ya que la agricultura moderna depende de bases genéticas, motivo por el cual cabe la necesidad de ampliar, extender las fuente de germoplasma recuperando materiales que aún sobreviven pero que a menudo se encuentran en peligro.

Sevilla (1991) cita que determinados caracteres morfológicos permiten establecer relaciones evolutivas o filogenéticos en algunos casos y en otros no. Así por ejemplo, la relación existente entre una serie de razas presentes en Colombia, Ecuador y Venezuela se basa en la forma característica de su mazorca, larga, muy delgada y flexible, mientras que este carácter de la mazorca (CM) se observa en otras razas no relacionadas entre sí. Siendo necesario el estudio de otros caracteres relativos a distintos aspectos de la planta y/o de la mazorca.

Sevilla (1991) cita que las variedades locales de maíz, *Zea mays* L., han sido la fuente principal de germoplasma en la obtención de líneas puras, usadas en el proceso de hibridación de este cultivo.

Sevilla (1991) 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.

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 las 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 total de la espiga y la parte ramificada, longitud del entrenudo de la espiga central, longitud de la gluma masculina, ancho de grano, longitud del raquis, diámetro de tusa, la relación entre la longitud y el diámetro de la mazorca y la relación entre la longitud y el ancho del grano.

Dempsey (1996), Louette y Smale(1996) asimismo, han sugerido que tanto la conservación como el aprovechamiento sustentable de la diversidad genética pueden lograrse en los sistemas de agricultura tradicional.

Aguirre *et al.* (1998) realizó 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.

Aguirre *et al.* (2000) mencionan que aunque no se encontraron diferencias significativas de los índices de diversidad entre ambientes contrastantes, si se encontraron para un ambiente. Y que el patrón en los datos cualitativos sugiere que la riqueza de poblaciones de maíz puede estar asociada con el potencial productivo de un área.

Díaz y Manjares (2002) evaluaron en el Valle de Toluca, colectas de maíz de diferentes colores. Los materiales de color negro presentaron los mejores rendimientos en comparación con los materiales de otros colores (amarillo y rojos); sin embargo, son genotipos tardíos e intermedios, los cuales pudieron expresar su

potencial genético en los dos años de las evaluaciones ya que no se presentaron heladas tempranas (mes de octubre) que disminuyera su producción.

La FAO (2001) ubica al maíz en el primer lugar con 609 millones de toneladas, seguido por el arroz con 592 millones de toneladas y en tercer lugar el trigo con 582 millones de toneladas. El maíz es la base de la seguridad alimentaria de muchos países de Latinoamérica y África. En México solo se produce el 3% de la producción total mundial y los estados con mayor producción son: Chiapas, Guanajuato, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz (SAGARPA, 2001).

Hammer (2003) menciona que la variación genética del maíz está directamente asociada a los nichos ecológicos donde prevalecen condiciones ambientales específicas. En los sistemas agrícolas tradicionales, particularmente bajo condiciones de temporal, el principal insumo genético lo constituyen las poblaciones adaptadas criollas o poblaciones de amplia base genética. Tradicionalmente, la conservación de estos materiales se realiza a través de estrategias de conservación *ex situ*, sin embargo, se ha reconocido que el manejo de las poblaciones por los agricultores es una importante estrategia para conservar y aprovechar su variación genética.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización geográfica

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), en Torreón Coahuila. La Comarca Lagunera se localiza entre los 24° 30' y 27° de latitud norte y entre los 102° y 104° 40 ' longitud oeste, a una altitud de 1120 msnm; su clima se clasifica como muy seco con deficiencias de lluvias durante todas las estaciones del año, además de que cuenta con temperaturas semicálidas con inviernos benignos.

#### 3.2 Material Genético

El material genético que se utilizara en el presente estudio se originó con 42 colectas de maíz, provenientes de diferentes estados de la república mexicana y siete testigos regionales de la comarca lagunera.

**Cuadro 3.1.**Numero (N) y origen de 42 colectas (N) y siete testigos (T) evaluados en Torreón, Coahuila en la UAAAN – UL, 2009.

No	Origen	No	Origen	No	Origen	No	Origen	No	Origen
1	Hidalgo	11	S/O	21	Puebla	31	Guerrero	41	Coahuila
2	Durango	12	Puebla	22	Sinaloa	32	Chiapas	42	Coahuila
3	Tamaulipas	13	Chiapas	23	Torreón	33	Chiapas	43	Genex 750(T)
4	Chiapas	14	Veracruz	24	Chiapas	34	Oaxaca	44	TornadoxCeres(T)
5	Sinaloa	15	Chiapas	25	Sinaloa	35	Chiapas	45	Vulcano(T)
6	Torreón	16	Durango	26	Chiapas	36	Chiapas	46	TG 8990W(T)
7	Oaxaca	17	Torreón	27	Chiapas	37	Oaxaca	47	V. Matamoros(T)
8	Chiapas	18	Hidalgo	28	Durango	38	Oaxaca	48	H 423(T)
9	Chiapas	19	Chiapas	29	Morelos	39	Hidalgo	49	S8-302(T)
10	Oaxaca	20	Puebla	30	Chiapas	40	Chiapas		

### **3.3. Manejo agronómico**

#### **3.3.1. Preparación del terreno**

La preparación consistió en un barbecho, rastra, nivelación y trazo de surcos. Posteriormente se instaló un sistema de riego presurizado tipo cintilla de calibre 6000 con emisores a 20 cm.

#### **3.3.2. Diseño experimental.**

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con un arreglo en Látice simple 7x7 y dos repeticiones. La parcela experimental consistió de un surco de 3 metros de largo, con una distancia entre plantas de 0.20 y de 0.75 m entre surcos, con una población de 66, 500 plantas por hectárea.

#### **3.3.3. Siembra**

Esta se realizó en seco y de manera manual el día 30 de marzo del 2009, depositando dos semillas por golpe a 0.20 m de distancia, y el aclareo a los 25 días se dejó una planta.

#### **3.3.4. Aclareo de plantas**

El aclareo en las plantas se realizó a los 20 días después de la siembra, dejando una planta a una distancia de 20 centímetros entre planta y una separación entre surcos de 0.75 cm para una densidad de 66,500 plantas por hectárea.

### **3.3.5. Fertilización**

Se fertilizo con la fórmula 180-100-00 aplicándose el 50 % de nitrógeno y todo el fósforo, posteriormente en el primer cultivo se aplicó el resto del nitrógeno.

### **3.3.6. Riegos**

Se aplicaron 10 riegos con cintilla con un gasto de 4 cm de lámina de riego por hora, para una lámina acumulada total de 60 cm.

### **3.3.7. Control de plagas**

Esta se realizó según se manifestó la presencia de plagas y/o la infestación de plagas presentándose el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) aplicando Cipermetrina 25 EC, de 0.5 a L/ha. Clorpirifos etil 480 CE 1 a 1.5 L/ha. Y para la segunda plaga que fue araña roja se aplicó Dimetoatoal 400 CE 0.5L/ha.

### **3.3.8. Control de maleza**

Para mantener libre de malezas al cultivo, al momento de la siembra se aplicó un herbicida pre-emergente (Primagram Gold a razón de 4 L/ha.). Además se aplicó un cultivo a los 31 dds, posteriormente antes de floración, el control fue manual.

### **3.3.9. Cosecha**

Se realizó de manera manual en cada parcela con su respectiva muestra.

## **3.4. Características evaluadas**

Para una adecuada evaluación de las colectas incluidas en este trabajo, las características evaluadas durante el ciclo del cultivo fueron las que a continuación se indican:

#### **3.4.1. Días transcurridos a la floración masculina (FM)**

Se determinó con el total de días transcurridos, desde la siembra hasta que el 75% de las plantas por parcela que se encontraban liberando polen.

#### **3.4.2. Días a Floración femenina (FF)**

Expresado con el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 75% de los jilotes con estigmas aptos para ser fecundados.

#### **3.4.3. Altura de planta (AP)**

En una muestra de 5 plantas por parcela se midió la distancia en metros de la superficie del suelo, hasta la punta de la espiga.

#### **3.4.4. Altura de Mazorca (AM)**

Se cuantificó en una muestra de 5 plantas por parcela experimental midiendo la distancia en metros, de la superficie del suelo al nudo de inserción de la mazorca principal.

#### **3.4.5. Acame de raíz (AR) y tallo (AT)**

Se tomó a final del ciclo antes de la cosecha registrándose el número de plantas con una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base del tallo, mientras que para el acame de tallo se registró con el número de plantas de tallos rotos de bajo de la mazorca antes de la cosecha.

#### **3.4.6. Cobertura de mazorca (Cob)**

En esta lectura fueron analizados las siguientes mazorcas de igual longitud, diámetro de mazorca y sanidad, con escala de 1 a 5, lo que indica que la calificación 1 es mala cobertura hasta 5 con buena cobertura.

#### **3.4.7. Aspecto de mazorca (ASM)**

Se calificó visual mente en una muestra al azar de 10 mazorcas aspecto como sanidad, uniformidad, cobertura. Se utilizó una escala de 1 a 5 donde 1 es mala 5 es buena.

#### **3.4.8. Aspecto de la planta (AsP)**

Se calificó a la planta de acuerdo a las características deseadas del tamaño buen tallo grueso que no tenga acame mazorca sano y grande.

#### **3.4.9. Longitud de la Mazorca (LM)**

Se estimaron en 5 mazorcas que se cosecharon midiendo el largo hasta la punta del ápice con una regla de 30 cm.

#### **3.4.10. Diámetro de la Mazorca (DM)**

Este dato se obtuvo midiendo el diámetro ecuatorial de la mazorca, utilizando el vernier.

#### **3.4.11. Rendimiento de Mazorca (RMz)**

Se estimó a partir del peso de las mazorcas por parcela y se transformó a rendimiento en kg/ha.

#### **3.4.12. Rendimiento de Grano (RG)**

Es el peso neto de grano por parcela de todas las mazorcas cosechadas en la parcela útil, al 13% de humedad y se transformó en kg/ha.

#### **3.4.13. Peso de mil granos (PMIL)**

Se contaron 1000 granos de cada muestra y se pesaron cada muestra con su respectivo peso.

### **3.5. Análisis de los datos.**

Todas las variables se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS v. 9.0 (2002).

### **3.6. Análisis de componentes principales.**

Para caracterizar las colectas, se utilizó la técnica de componentes principales (Manly, 1986). Con base a las medias de cada variable y colecta se realizó un análisis de componentes principales. El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (numero de variables). El objetivo fue reducir el número de variables con la menor pérdida de información posible.

Del análisis se extrajeron los dos componentes con mayor porcentaje de variación explicada de los datos y, se generó un gráfico de tipo BIPOLT. De acuerdo a Cruz

(1992) el gráfico BIPLLOT permite conocer la distribución y/o agrupación los individuos. Además genera información acerca de la importancia de las variables y de la relación que existe entre ellas.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados del presente trabajo se muestran en los cuadros 4.1 y 4.2. Se observa que las colectas fueron diferentes ( $P \leq 0.01$ ) para las variables: FF, AP, AR, NMz, PMz, REND y LM. Estas diferencias parecen lógicas ya que las colectas proceden de lugares geográficos distintos y por lo tanto responden de diferente forma al ambiente.

En lo que se refiere al coeficiente de variación (CV) para las características agronómicas AT, AR, AsM, PMIL, COB, fueron las variables con los porcentajes más altos con 62, 47.9, 38.4, 30.1 y 29.2% respectivamente. Estos valores se deben a su naturaleza de tipo cualitativa y, aún cuando los valores originales se transformaron por el método de raíz cuadrada (Steel and Torrie, 1960) el análisis de varianza arrojó valores por arriba de los especificados por Falconer (1985).

**Cuadro 4.1 Significancia de cuadrado medios de 10 variables en 42 colectas y siete híbridos comerciales, evaluados en la UAAAN\_UL.2009.**

<b>FV</b>	<b>Rep</b>	<b>Blo(Rep)</b>	<b>Trat</b>	<b>Error</b>	<b>CV</b>	<b>Media</b>
<b>GL</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	<b>42</b>		
FM	2	29.4	51.7	59.9	8.3	93
FF	9	6.3	95.5**	44.2	6.7	99
AP	0	0.02	0.093**	0.04	12.5	1.6
AM	0	0.04	0.1	0.1	22.3	1.6
AR	1	2.6	10.0**	4.5	47.9	4.4
AT	6	5.1	5.3	5.1	62.0	3.6
NMz	2	3.8	19.3**	7.3	28.2	9.5
PMz(x10 <sup>5</sup> )	4	32.7	117.8**	23.1	26.9	5633.7
REND(x10 <sup>5</sup> )	0	2.8	59.6**	4.3	18.9	3460.9
DM	4	11.6	15.7	9.2	18.7	16
LM	3	4.06	6.8**	1.5	28.3	4.3
COB	4	2.05	1.3	0.7	29.2	3.1
AsM	0	2.2	0.9	1.1	38.4	2.8
AsP	1	0.1	0.9	0.3	20.6	2.7
PMIL	0	0.01	0.006	0.005	30.1	0.2

\*, \*\* Significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad; FM= Floración masculina; FF= Floración Femenina; AP= Altura de la planta; AM= altura de mazorca; AR= Acame de raíz; AT= Acame de tallo; NMz= Numero de mazorcas; PMz= Peso de mazorca; REND; Rendimiento de mazorca; DM= Diámetro de mazorca; LM= Cobertura de mazorca; AsM= Aspecto de mazorca; AsP= Aspecto de planta; PMIL= Peso de mil semillas.

Con el objetivo de simplificar la clasificación y conocer el comportamiento de las colectas evaluadas en la UAAAN-UL se aplicó un análisis de componentes principales (ACP), donde en el Cuadro 4.2 se presentan los resultados para dichos componentes principales, sus valores (eigenvlor), porcentaje de varianza y varianza acumulada. Se observa que la mayor varianza de los datos se acumuló en los dos primeros componentes principales, con 43.2 y 12.2 por ciento.

**Cuadro 4.2.** Componentes principales, eigenvlor, porcentaje de varianza y varianza acumulada.

Componente	Eigenvlor	Porcentaje	
		Varianza	Acumulado
1	6.5	43.2	43.2
2	1.8	12.2	55.4
3	1.5	9.9	65.3
4	1.2	7.7	73.0
5	1.0	6.5	79.5
6	0.6	4.1	83.6
7	0.6	3.8	87.5
8	0.5	3.3	90.8
9	0.4	2.8	93.6
10	0.3	2.2	95.8
11	0.2	1.6	97.4
12	0.2	1.0	98.4
13	0.1	0.8	99.2
14	0.1	0.5	99.7
15	0.0	0.3	100.0

En el Cuadro4.3se presenta la importancia de las variables originales donde el componente 1 (CP1) fue una función lineal de las variables con signo positivo FF, FM, y negativo AsP, NMz, PMz y RENDacumulando el 43.2 por ciento de la varianza de los datos, en tanto el componente 2 (CP2) es una respuesta lineal de AP, AM, AR, AT LM y PMIL con el 12.2 por ciento de la varianza.

**Cuadro 4.3.** Importancia de las 15 variables en los componentes con mayor varianza.

Variable	Componentes	
	1	2
AM	0.24	<b>0.43</b>
AP	0.27	<b>0.42</b>
AR	0.24	0.26
AsM	-0.23	0.26
AsP	<b>-0.29</b>	0.09
AT	0.23	<b>0.28</b>
COB	-0.16	<b>0.30</b>
DM	-0.19	0.06
FF	<b>0.31</b>	-0.11
FM	<b>0.26</b>	0.16
LM	-0.08	<b>0.33</b>
NMz	<b>-0.34</b>	0.03
PMIL	-0.22	<b>0.37</b>
PMz	<b>-0.32</b>	0.18
REND	<b>-0.34</b>	0.09

En la figura 1 se observa que los vectores variables para rendimiento y relacionados con él, se orientaron al sector izquierdo de la gráfica tales como: REND, NMz, ASP, DM y PMz. Estas mismas variables debido al reducido del ángulo que existe entre ellas se dice que están correlacionadas.

En el sector izquierdo se forman dos grupos de vectores-variables; uno formados por REND, PMz, NMz, AsP y DMz; otro grupo formado por PMIL, AsM, COB y LM. En este mismo sector se ubican las colectas (Tratamientos) con mayor rendimiento de grano, número de mazorcas, mejor aspecto de planta, mayor diámetro de mazorca, peso de mazorca, aspecto de mazorca. Dentro de este grupo las colectas (Tratamientos) sobresale el testigo Vulcano, como el de mayor rendimiento; en este sector también resalta un grupo de seis híbridos (H), además de las colectas Torreón, Sin1, Sin 2, Chis5 y Dgo2.

En contraste, en el sector derecho de la gráfica se agrupan aquellas colectas de mayor altura, más tardías, con mayor acame de raíz y tallo y de menor rendimiento. En este grupo están entre las que más destacan, More, Coah1, Coah2, Puebla2, Oax5, Chi15, Oax4.

Otro grupo en el cuadrante del sector superior izquierdo, agrupa a seis colectas que se distinguen por tener un buen aspecto de mazorca (AsM), buena cobertura (COB), de mazorca larga(LM) y peso de mil semillas (PMIL); Destacan las colectas Chis2, Chis3, Sin1, Torr3 y Oax1, todas estas encabezadas por Hgo1.

Figura 1. Ordenación de 42 colecta y siete híbridos comerciales evaluados en la UAAAN\_UL 2009.

## V. CONCLUSION

- De acuerdo a los resultados del análisis de varianza las colectas evaluadas fueron significativamente diferentes para Floración femenina, altura de planta, acame de raíz, número de mazorca, peso, longitud de mazorca, y rendimiento.
- Las colectas más precoces y de mayor rendimiento fueron las que se agruparon en el lado izquierdo de la gráfica los cuales fueron Torreón, Sin, Sin3, Chis3 y Dgo3.
- El grupo de híbridos como testigos fueron los de mayor rendimiento.
- La técnica de componentes principales en general, permitió formar cuatro grupos con las 42 colectas y los siete testigos.

## VI. APENDICE

Cuadro A1. Valores medios de 42 colecta y siete testigos de maíz. UAAAN. 2009.

TRAT	FM	FF	AP	AM	AR	AT	NMz	PMz	REND	DM	LM	COB	AsM	AsP	PMIL
45	84	87	1.4	1.4	3.4	3.7	18.0	14,611	10,056	20.5	4.5	2.5	4.5	3.0	0.3
01	92	95	2.3	2.3	4.1	2.6	17.0	12,889	9,000	19	5.0	3.0	4.5	3.0	0.3
49	82	87	1.4	1.4	0.7	0.7	12.0	12,667	8,667	19	4.5	2.5	4.0	3.0	0.2
02	101	96	1.6	1.6	7.5	5.8	15.5	11,167	6,945	16.5	4.0	5.0	3.0	4.0	0.2
22	86	88	1.2	1.2	0.7	0.7	16.5	9,167	6,722	20.5	4.0	2.5	3.0	3.5	0.2
46	86	88	1.2	1.1	0.7	1.5	10.5	8,000	6,667	18	4.5	3.5	4.0	3.5	0.2
06	82	85	1.1	1.1	1.4	1.4	17.5	9,778	6,556	11	4.0	4.5	2.5	4.0	0.2
25	94	91	1.3	1.3	2.1	3.9	16.0	9,278	6,111	18	4.0	3.5	4.0	3.5	0.2
47	84	87	1.2	1.2	0.7	3.7	15.0	8,167	5,778	19	4.0	3.0	3.5	3.0	0.2
44	84	91	1.3	1.3	0.7	0.7	14.0	7,500	5,333	19	4.0	2.0	3.5	2.5	0.2
16	97	92	1.5	1.5	3.8	4.3	12.0	8,333	5,222	16.5	4.0	3.0	3.0	3.0	0.2
48	86	89	1.4	1.4	1.9	1.6	15.0	11,444	5,000	19	4.0	3.0	3.0	4.0	0.2
09	92	94	1.7	1.7	5.9	2.5	10.0	7,444	4,889	16.5	5.0	5.0	3.0	3.0	0.2
15	85	88	1.6	1.6	2.3	3.1	11.0	8,111	4,889	18.5	4.0	2.5	4.0	3.0	0.2
05	87	93	1.6	1.6	5.8	3.6	12.5	7,667	4,556	16.5	10.5	4.0	3.5	2.5	0.2
24	84	102	1.2	1.2	2.0	0.7	13.0	5,389	3,945	16.5	4.0	3.0	2.0	3.0	0.2
18	100	98	1.9	1.9	3.1	6.3	9.0	7,000	3,833	15.5	4.0	2.0	2.5	2.0	0.2
08	93	91	1.6	1.6	6.0	1.8	9.0	2,111	3,778	18	4.0	5.0	3.5	4.0	0.3
19	95	92	1.8	1.8	0.7	0.7	14.5	3,500	3,778	18.5	4.0	3.0	1.0	3.0	0.2
28	98	90	1.4	1.4	0.7	0.7	10.0	5,167	3,722	18	4.0	4.0	2.0	3.0	0.3
26	100	101	1.5	1.5	0.7	0.7	10.5	5,833	3,556	18	4.0	3.5	2.5	3.5	0.1
03	101	99	1.6	1.6	3.2	7.6	10.5	6,833	3,278	4	3.5	4.0	3.5	3.0	0.2
43	85	105	1.2	1.2	1.5	2	18.0	5,278	3,278	18	4.0	4.0	3.5	3.5	0.2
13	90	93	1.8	1.8	6.9	5.3	10.0	5,667	3,222	17	4.0	3.0	2.5	3.0	0.2
07	104	97	1.6	1.6	3.0	3.7	9.0	5,333	3,111	19	10.5	2.5	3.0	3.0	0.3
27	91	100	1.5	1.5	0.7	5.1	9.5	6,167	2,889	17.5	4.0	3.0	3.0	3.5	0.3
35	102	105	1.9	1.9	6.8	3.2	4.0	4,667	2,889	21	4.0	5.0	3.0	4.0	0.2
17	92	94	1.6	1.6	7.7	3.3	10.0	4,222	2,500	19	4.0	2.5	1.5	3.0	0.2
41	93	116	1.9	1.9	4.0	5.2	7.5	3,389	2,500	14.5	4.0	1.5	1.0	1.0	0.1
04	84	95	1.7	1.7	8.6	5	6.0	4,333	2,444	10.5	16.0	5.0	3.5	2.0	0.2
39	93	96	2	2.0	9.1	3.1	7.0	4,389	2,333	19	3.5	1.5	1.0	1.0	0.2
10	93	100	1.9	1.9	9.2	3.4	13.5	4,611	2,333	17	4.0	4.0	3.0	3.0	0.2
33	98	120	1.8	1.7	7.2	6.4	6.0	3,056	1,833	15.5	3.5	3.0	2.5	2.5	0.2
34	99	120	1.8	1.8	5.9	5.9	5.0	3,778	1,778	16.5	3.0	3.0	3.0	2.5	0.2
11	98	103	1.6	0.8	9.7	1.9	6.0	2,833	1,722	12	3.5	3.0	2.5	2.5	0.2

14	96	101	2	2.0	7.0	6.4	7.5	5,833	1,611	15.5	4.0	3.5	2.5	2.0	0.2
30	97	98	2	2.0	3.3	6.6	5.5	2,444	1,389	13.5	3.0	2.0	3.0	3.5	0.2
36	97	100	1.9	1.9	4.6	3.4	7.0	2,556	1,333	16	3.0	2.5	1.0	2.0	0.2
23	90	94	1.8	1.8	6.1	2.5	9.0	9,778	1,111	17.5	4.5	3.5	4.0	3.5	0.2
20	101	106	2.2	2.2	8.0	4.1	3.5	1,500	1,111	14	2.5	1.0	2.0	1.0	0.1
38	103	115	1.9	1.9	6.5	4.9	5.0	1,667	1,111	13.5	3.5	2.0	2.0	1.5	0.1
40	92	109	1.6	1.6	9.2	3.7	2.5	1,944	1,089	12.5	3.0	1.0	1.5	0.5	0.1
21	91	107	1.5	1.5	0.7	5.6	5.0	1,944	1,056	13.5	3.5	3.5	4.0	2.5	0.2
31	98	106	1.8	1.8	0.7	3.2	6.0	2,389	1,000	15.5	3.0	4.5	3.0	3.5	0.1
32	93	101	1.9	1.9	6.2	5	6.0	2,222	1,000	17.5	4.0	3.0	2.5	2.0	0.3
42	99	106	1.9	1.9	5.8	5.4	3.0	1,000	889	13	3.0	2.0	2.5	1.0	0.1
29	96	110	2	2.0	8.5	5.3	3.0	1,389	833	15.5	3.5	2.5	2.5	1.5	0.1
12	95	105	1.7	1.7	8.3	3.5	5.0	1,278	722	10.5	3.0	2.5	2.5	2.0	0.1
37	96	121	1.4	1.4	4.4	5.4	1.0	333	222	14	3.0	2.0	2.5	2.5	0.0
<b>MG</b>	93	99	2	2	4	4	10	5,634	3461	16.2	4.3	3.1	2.8	2.7	0.2
<b>MIN</b>	82	85	1	1	1	1	1	333	222	4	3	1	1	1	0
<b>MX</b>	104	121	2	2	10	8	18	14,611	10056	21	16	5	5	4	0
<b>DMS</b>	<b>33.2</b>	<b>28.5</b>	<b>0.9</b>	<b>1.6</b>	<b>9.2</b>	<b>9.7</b>	<b>11.6</b>	<b>6,532</b>	<b>2822</b>	<b>13</b>	<b>5.2</b>	<b>3.8</b>	<b>4.6</b>	<b>2.4</b>	<b>0.3</b>

## VII. LITERATURA CITADA

Aguirre G J A (1999) Análisis regional de la diversidad del maíz en el sureste de Guanajuato. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México. D.F.

Aguirre G A, Bellon M R and Smale M (2000) A regional analysis of maize biological diversity in southeastern Guanajuato, Mexico. *Economic Botany* 54(1):60-72.

Aguirre G J A, M R Bellon and M Smale (1998) A regional analysis of maize biological diversity in Southeastern Guanajuato, México. CIMMYT. Economics Working Paper 98-06. México, D.F. CIMMYT.

Camussi A (1979) Numerical taxonomy of Italian populations of maize based on quantitative traits. *Maydica* 24: 161-174.

Camussi P, L Z Spagnoletti and P Melchiorre (1983) Numerical taxonomy of Italian maize populations: Genetic distances on the basis of heterotic effects. *Maydica* 28: 411-424.

Centro de Investigaciones Agropecuarias del Norte (CIAN) (1987) Guía para la asistencia técnica Agrícola de la Comarca Lagunera. Matamoros, Coah., México. 223 p.

Christiansen, M. N., comp. / 1 Lewis, Charles F., comp. Mejoramiento de plantas en ambiente poco favorable/ comp. M.N. Christiansen, Charles F. México: Limusa. 534P./ 23CM.

- Cruz de la E (2004) Informe de trabajo 2004; Proyecto Colecta, conservación, caracterización y mejoramiento de pseudocereales nativos de México Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares – SINAREFI.
- Creeche J L, Reitz L P (1971) Plant germoplasm – now and for tomorrow. Adv. Agron.23.
- Dempsey G J (1996) In situ conservation of crops and their relatives: A review of current status and prospects for wheat and maize. NRG Paper 96-08. CIMMYT, México, D.F. 33 p.
- Díaz H R S, F J Manjares J (2002) Colecta y evaluación de maíces de colores. Memorias del XIX Congreso Nacional de Citogenética, del 1 al 5 de octubre del, Saltillo Coahuila.
- Falconer, D S (1980) Introducción a la genética cuantitativa. Compañía Editorial Continental. México D. F. Pg. 239-240.
- Hammer K (2003) A paradigm shift in the discipline of plant genetic resources. GeneticResources and CropEvolution 50: 3-10.
- Hernández X E y G Alanís F (1970) Estudio morfológico de cinco nuevas razas de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones citogenéticas y fitogeográficas. Agrociencia 5(1).
- Hernández X E (1972) exploración etnobotánica en maíz fitotecnia Latinoamericana pg. 46-51.
- Kuleshov, N (1933) Worlds of diversity of phenotypes of maize. J. 25:688-700.

Llaurado M and J Moreno-González (1993) Classification of northern Spanish populations of maize by methods of numerical taxonomy.I. Morphological traits. *Maydica* 38:15-21.

Louette D and M Smale (1996) Genetic diversity and maize seed management in a traditional Mexican community: Implications for *in situ* conservation in maize. NRG paper 96-03.

Ortega C A ,JJ Sánchez G, N O Gómez M, V A Vidal M, O Palacios V, M J

Guerrero H, O Cota A, S Ramírez V, J E Cervantes M, F Rincón S (2007) Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Proyecto de Investigación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.64p.

Sanchez, G J J, M M. Goodman and J O Rawling (1993) Appropriate characters for racial classification in maize. *Econ. Bot.* 47:44-59.

Sevilla P R (1991) Diversidad del maíz en la región andina. In: IICA-BID-prociandino. Experiencias en el cultivo del maíz en el área andina. Prociandino, Quito, Ecuador. 93 p.

Steel, R. and J. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Publishing Company. New York, NY, EE.UU.

SAGARPA (2001) Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.

Wellhausen E J, A Fuentes, E Hernández, P C Mangelsdorf (1957) Races of maize in Central América. *Nat. Acad. Sci. Nat. Research Council Publ.* 511. Washington. D. C. 128 p.

SAGARPA (2001) Zonas potenciales para la producción de las principales especies  
vegétales en el estado de Guanajuato. Reporte estatal INIFAP – CIRCE –  
CEBAJ. Publicación técnica # 3. 183 p.