

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO

TESIS PROFESIONAL

TITULADO:

**“CARACTERIZACIÓN DE 4 CRIOLLOS SUPERIORES
DE MAÍZ *Zea mays* L. RAZA ZAPALOTE CHICO.”**

QUE PRESENTAN:

**MARINA RAMÍREZ TERAN
HELMAN FUENTES CARRASQUEDO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO(A) AGRÓNOMO
CON ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA**

SAN PEDRO COMITANCILLO, OAX. MAYO DEL 2016



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Comitancillo

“2016. Año del Centenario de la Instalación del Congreso Constituyente”

San Pedro Comitancillo, Oax. **26/05/2016**

No. DE OFICIO: DEP.316/16

**C. MARINA RAMÍREZ TERAN
HELANAN FUENTES CARRASQUEDO
PASANTES DE LA CARRERA DE
Ingeniería en agronomía
P R E S E N T E S**

Habiendo analizado la Tesis Profesional de la Titulación Integral denominada: **“CARACTERIZACIÓN DE 4 CRIOLLOS SUPERIORES DE MAIZ *Zea mays* L. RAZA ZAPALOTE CHICO”** Que presentan ante la comisión revisora, y previo dictamen de la misma, para obtener el título de Ingeniero (a) Agrónomo con especialidad en Fitotecnia, comunico a ustedes que dicho documento cubre satisfactoriamente los requisitos de forma y contenido, por lo que se autoriza su edición.

ATENTAMENTE

“ESPÍRITU TECNOLÓGICO, REFLEJO DE TRABAJO Y LIBERTAD”



**ING. JESÚS SANTOS OSORIO
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

C.c.p. Archivo.
JSO/aso/ccm



Carretera Ixtaltepec – Comitancillo Km. 7.5
San Pedro Comitancillo, Oax. C.P. 70750
Tel (01 971) 717 21 09 y (01 971) 717 21 10, e-mail: itcomitancillo@yahoo.com.mx.
www.itcomitancillo.edu.mx



RSGC 247 96
Sector Salud
Terminación
Alcance: 25/07/13
Proceso Educativo



"2016, Año del Centenario de la Instalación del Congreso Constituyente"

Anexo III

Formato de liberación del proyecto para Titulación Integral

San Pedro Comitancillo, Oax., **26/mayo/2016**
OFICIO No. DI. 456/2016.

**ASUNTO: Liberación de proyecto
de titulación integral**

ING. JESUS SANTOS OSORIO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE.

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación Integral.

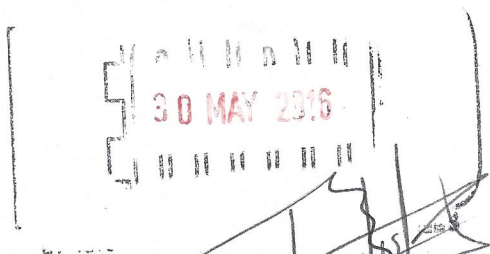
Nombre del egresado:	MARINA RAMIREZ TERAN , HELAMAN FUENTES CARRASQUEDO
Carrera:	ING. EN AGRONOMIA CON ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA
No. de control:	11410130, 11710109
Nombre del proyecto:	"CARACTERIZACION DE CUATRO CRIOLLOS SUPERIORES DE MAIZ Zea mays L. RAZA ZAPALOTE CHICO"
Producto:	TESIS PROFESIONAL PARA TITULACION INTEGRAL.

Aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

ATENTAMENTE

"ESPÍRITU TECNOLÓGICO, REFLEJO DE TRABAJO Y LIBERTAD"

M.C. IRMA PAULINA E. RIVERA NUÑEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS



DR. JOSÉ MANUEL CABRERA TOLEDO	M.C. PEDRO MARQUEZ CASTILLO	ING. RODRIGO SANTIAGO CABRERA	M.C. MEINARDO BAUTISTA RUIZ
ASESOR	REVISOR 1	REVISOR 2	REVISOR 3

C.p. Archivo.
IPERN/urs



ESTA TESIS FUE APROBADA POR LA COMISIÓN REVISORA DE TITULACIÓN DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA SUSTENTAR EL EXAMEN PROFESIONAL DE **MARINA RAMIREZ TERAN** , HELAMAN FUENTES CARRASQUEDO, PARA LA CARRERA DE:

ING. EN AGRONOMIA CON ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA

PREVIA REVISIÓN DE FORMA Y CONTENIDO POR EL COMITÉ DE ASESORÍA DESIGNADO CON ANTERIORIDAD POR LA DIRECCIÓN DEL PLANTEL

COMISIÓN REVISORA



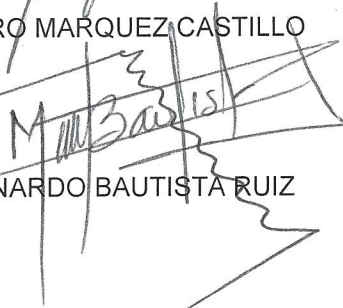
DR. JOSE MANUEL CABRERA TOLEDO



M.C. PEDRO MARQUEZ CASTILLO



ING. RODRIGO SANTIAGO CABRERA



M.C. MEINARDO BAUTISTA RUIZ

Vo. Bo.

M.C. IRMA PAULINA E. RIVERA NUÑEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres: por el gran legado que me han brindado por ser un gran ejemplo en mi vida. **Jesús Ramírez Gazga** y **Eugenia Teran Guzmán**

Por su amor y comprensión, a mi esposo: **Joel Iván Gabriel Guzmán** y a mi hijo **Hansel Iván**, quienes me motivan para seguir adelante.

A mis hermanos, que con su cariño y apoyo me motivaron durante mi formación profesional.

A mi suegro **Joel Gabriel Bautista**, por su gran esfuerzo y apoyo para concluir mi carrera.

A mi comadre y amiga **Lucieli Castro Ortega (†)**, por su apoyo, amistad, cariño y en especial por formar parte de este proyecto.

A mis amigos que siempre estuvieron conmigo en cada momento a pesar de la distancia.

Ramírez Teran Marina.

DEDICATORIA

Dedico mi esfuerzo y trabajo a mis padres que tuvieron la gracia de traerme al mundo, apoyarme y cuidarme durante su tiempo de vida: **Carrasquedo Gasga Elvia (†)** y **Fuentes Toledo Feliciano**.

A mi novia **Mary Cruz López Aquino**, por su apoyo, amor y comprensión durante la duración de este proyecto.

A mis hermanos en especial a mi hermano: **Fuentes Carrasquedo Christopher**, por ayudarme sin esperar nada a cambio y darme las bases para concluir mi carrera.

A mi compañera y amiga **Lucieli Castro Ortega (†)**, por formar parte de este proyecto.

A mis amigos, con quien compartí buenos momentos a lo largo de la carrera y a los cuales les deseo un éxito inmenso.

Fuentes Carrasquedo Helaman.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Rodrigo Cabrera Santiago, quien como revisor compartió con nosotros una pequeña parte de sus conocimientos.

Al M.C. Pedro Márquez Castillo, por sus valiosas recomendaciones y correcciones, a través de las cuales pudimos concluir nuestra tesis.

Al M.C. Meinarno Bautista Ruíz, por su disponibilidad en la revisión de la tesis.

Al Dr. José Manuel Cabrera Toledo, por invitarnos a ser parte de su proyecto y asesorarnos en la elaboración de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
CAPÍTULO I.INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Objetivo general.....	9
1.2 Objetivos específicos.....	9
CAPÍTULO II.REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1 Importancia socioeconómica del maíz.....	10
2.2 Origen y desimanación del cultivo.....	11
2.3 Clasificación taxonómica.....	13
2.4 Descripción morfológica.....	14
2.5 Exigencias climáticas y edáficas.....	17
2.6 Enemigos biológicos.....	20
2.7 Razas de maíces en México.....	23
2.8 Conservación de maíces.....	27
2.9 Métodos de mejoramiento.....	30
2.9.1 Métodos clásicos de hibridación.....	32
CAPÍTULO III.MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1 Localización del área de estudio.....	34
3.2 Germoplasma.....	34
3.3 Factores y variables en estudio.....	35
3.4 Parcela útil.....	35
3.5 Diseño experimental.....	37
3.6 Croquis de campo.....	38
3.7 Actividades realizadas.....	38
CAPÍTULO IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1 Variables cuantitativas.....	45
4.2 Variables cualitativas y pseudocualitativas.....	57
CAPÍTULO V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
5.1 Conclusiones.....	64
5.2 Recomendaciones.....	66
CAPÍTULO VI.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

Número	Título	Pág.
1	Genealogía de los materiales genéticos evaluados. Raza Zapalote chico.....	35
2	Variables evaluadas en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V.2015.....	36
3	Variables cuantitativas de hoja de cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V.2015.....	46
4	Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de hoja en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015.....	48
5	Variables cuantitativas de tallo de cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015.....	49
6	Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de tallo en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015.....	49
7	Variables cuantitativas de la espiga de cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015.....	50
8	Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de variables cuantitativas de espiga en cuatro criollos sobresalientes. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015.....	52
9	Variables cuantitativas del jilote de cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015.....	52
10	Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de jilote en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015.....	53
11	Variables cuantitativas de la planta en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015.....	54
12	Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de la planta en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015.....	55

13	Variables cuantitativas de la mazorca de cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015.....	56
14	Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de mazorca en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015.....	57
15	Análisis de varianza de variables cualitativas y pseudocualitativas en cuatro criollos sobresalientes de maíz de la raza Zapalote chico. P.V. 2015.....	58
16	Agrupación de medias (Tukey α 0.05) cualitativas y pseudocualitativas de hoja en cuatro criollos sobresalientes. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015....	59
17	Agrupación de medias (Tukey α 0.05) cualitativas y pseudocualitativas de la espiga y jilote en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015.....	61
18	Agrupación de medias (Tukey α 0.05) cualitativas y pseudocualitativas de la mazorca en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Título	Pág.
1	Métodos actuales de mejoramiento genético de maíz.....	31
2	Croquis de campo.....	38
3	Surcado.....	39
4	Siembra.....	40
5	Aporque.....	40
6	Control químico de maleza.....	43
7	Control manual de maleza.....	43
8	Control químico de plagas.....	44

RESUMEN

Con la finalidad de conocer la diferencia entre los caracteres agronómicos de las razas de maíz, se evaluarán y caracterizarán cuatro criollos superiores de maíz *Zea mays L.*, raza Zapalote chico, provenientes de localidades del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, que se sembraron durante el ciclo primavera verano del año 2015, estableciendo el experimento en terrenos del Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oax., bajo un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y como repetición se marcaron 20 plantas al azar de cada tratamiento. Se evaluó un total de 61 características, de las cuales 45 son cuantitativas y 16 corresponden a las cualitativas y pseudocualitativas en los órganos de hoja, tallo, planta, espiga, mazorca y jilote. Sometiendo los resultados a un análisis estadístico y prueba de medias (Tukey α 0.05) y agrupando los tratamientos a los niveles del manual gráfico para la descripción varietal en maíz. De acuerdo al análisis estadísticos 26 variables presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), 5 presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) y 30 no presentaron significancia. Se concluye que los órganos que presentan mayor variación entre los genotipos son la hoja, espiga, jilote y mazorca destacando en todos estos, con un mayor número de caracteres diferentes el genotipo Zapalote chico morado proveniente de la localidad de San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En México el maíz es un elemento central en la alimentación, sociedad, cultura y economía (CONABIO, 2012). Aragón *et al.* (2006) evidenciaron una asociación estrecha entre los grupos indígenas con las razas de maíz, indicando por ejemplo; que el maíz Zapalote Chico se cultiva principalmente en el Istmo de Tehuantepec por habitantes de la Etnia Zapoteca del Istmo Oaxaqueño y que los Zapotecos de Valles Centrales de Oaxaca siembran el maíz de la raza Bolita. Es evidente que la continuidad del uso del maíz por los diferentes grupos humanos, favorece la permanencia y conservación de las variantes nativas, pérdida de diversidad genética y en el suelo disminuye el riesgo de erosión. (Ortega, 2003). Altieri (2004) comenta que los maíces criollos fortalece la identidad cultural y contribuye en la alimentación de los pueblos que hacen uso de él. La selección del grano más apto y las características culinarias deseables del usuario también contribuyen a la identificación o selección de aquellas razas para usos “especiales en la elaboración de un producto, donde la variedad de maíz utilizada le asigna características distintivas, sobresalientes y únicas al producto.

Por otro lado la diversidad genética de una especie representa la variación heredable dentro y entre sus poblaciones, las especies cultivadas tienen gran trascendencia, pues es sobre la cual se operan los procesos de selección y mejoramiento que aplican los agricultores y fitomejoradores; por ello es necesario caracterizarlas a fin de plantear esquemas más eficientes para su aprovechamiento y conservación. En las razas mexicanas de maíz *Zea mays* L., la caracterización morfológica y genética es un proceso inconcluso, pues sólo se han hecho algunos trabajos para estudiar la variabilidad existente entre razas, que incluyeron un alto número de razas con pocas poblaciones representativas de cada una, lo que ha permitido visualizar un panorama general y caracterizar la variación genética entre razas. De los estudios realizados en la caracterización dentro de razas podemos mencionar los siguientes: Descripción de la diversidad de la raza Chalqueño y sus variantes (Herrera *et al.*, 2004), Caracterización morfológica e isoenzimática de la raza Purépecha (Mijangos *et al.*, 2007), Caracterización morfológica de una muestra etnográfica de la raza Bolita de Oaxaca (Ramírez *et al.*, 2013) y la Conservación, manejo y aprovechamiento de maíz Palomero Toluqueño (Gámez *et al.*, 2014).

El maíz más representativo del Istmo de Tehuantepec es la raza Zapalote chico, en la que los trabajos de mejoramiento y caracterización también son escasos. Al respecto, (Pérez *et al.*, 2002; López-Romero, 2005; López-Romero *et al.*, 2005, 2009, 2010; Cabrera, 2014; Cabrera *et al.*, 2015) realizaron

trabajos sobre la Caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca y selección familiar concluyendo que las poblaciones de la raza Zapalote chico tenían estrecha variabilidad genética. Posteriormente 87 poblaciones del Istmo de Tehuantepec fueron caracterizadas por (Aragón *et al.*, 2004) y algunas sobresalientes fueron seleccionadas por características agronómicas y rendimiento para iniciar un programa de mejoramiento genético participativo.

Las descripciones varietales son importantes para mantener la pureza genética durante varios ciclos consecutivos de multiplicación y en particular cuando el progreso de mejoramiento genético alcanza un nivel en el cual las diferencias entre las variedades son cada vez más sutiles. Los caracteres varietales que pueden determinar la identidad, uniformidad y estabilidad difieren para cada raza. En México desde los inicios del mejoramiento de *Zea mays L.*, se trató de obtener variedades con variabilidad y adaptabilidad a diversas condiciones de suelo y clima y es así como en la formación de variedades, el punto de partida han sido las variedades criollas para las cuales se hacen pruebas en años y localidades con el propósito de, detectar un grupo superior y liberar alguna variedad como tal o bien someterla al proceso de mejoramiento poblacional. (Vázquez *et al.*, 2010; Cabrera *et al.*, 2015) mencionan que las razas tradicionales de maíz están bien adaptadas a condiciones locales de producción y usos, así como por las preferencias en

tipos de granos específicos para platillos locales por lo que constituyen un componente clave en la seguridad alimentaria del hogar.

Exponiendo algunos de los problemas que actualmente se expresan en México, se destaca lo siguiente; se observa que la siembra del maíz nativo en Oaxaca está disminuyendo debido, a que no se encuentra un nicho de mercado apropiado para su venta, por lo que el precio que se paga es castigado, esto es preocupante porque de seguir así, se estima que en poco tiempo los maíces nativos podrían perder el carácter de maíces especializados y no tendrían características propias que las distingan de los demás maíces lo que causaría una importante pérdida de diversidad genética (Trujillo, 2003).

1.1 Objetivo general

Caracterizar cuatro criollos superiores de maíz *Zea mays L.* Raza Zapalote chico en San Pedro Comitancillo, Oaxaca.

1.2 Objetivos específicos

1. Determinar los caracteres vegetativos de hoja, espiga, jilote, mazorca, planta y tallo de cuatro criollos superiores de maíz raza Zapalote Chico.
2. Realizar cruza fraternales en 18 criollos mejorados con la finalidad de conservar, mejorar y seleccionar el germoplasma.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia socioeconómica del maíz

El maíz junto con el trigo y el arroz es uno de los cereales más importantes del mundo. Desempeña un papel esencial en el desarrollo del Continente Americano y constituye en la actualidad el cultivo anual más valioso de los Estados Unidos de América. Respecto a la producción mundial por especies cultivadas, México ocupa el tercer lugar en la producción de este cereal (Matsuoka *et al.*, 2002; Kato, 2005).

En México, el maíz es el principal cultivo y participa con el 18 % del valor de la producción del sector agrícola. En el 2014, el estado de Oaxaca registro en producción una superficie sembrada 576,988.10 hectáreas con un rendimiento de 1.17 Ton.Ha⁻¹ para el cultivo del maíz (SIAP- SAGARPA, 2016).

El maíz suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de la transformación, de el se producen almidón, aceite, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y desde hace poco combustible (Vargas, 2007).

La planta tierna es empleado como forraje, se ha utilizado con gran éxito en las industrias lácteas y cárnicas y tras la recolección del grano, las hojas secas y la parte superior, incluidas las flores, aún se utilizan hoy en día como forraje, para alimentar a los rumiantes de agricultores de países en desarrollo (De la Rosa, 20015). En América, llego a constituir el cultivo fundamental para los primeros colonizadores tal como lo era para los pueblos indígenas en las civilización Maya y Azteca teniendo un importante papel en sus creencias religiosas y festividades, ambos pueblos incluso afirmaban que la carne y la sangre estaban formadas por maíz (Florescano, 2003; López-Austin, 2003).

2.2 Origen y diseminación del cultivo

El cultivo del maíz tuvo su origen en América Central especialmente en México de donde se difundió hacia el norte hasta Canadá y al sur hasta Argentina (Perales y Hernández 2005). La evidencia más antigua de la existencia del maíz es de unos 7,000 años de antigüedad ya que ha sido encontrado por arqueólogos en el valle de Tehuacán, México pero es posible que hubiese otros centros secundarios de origen en América. Por el contrario argumentos de hipótesis de los multicentros de domesticación del maíz y estudios de variación isoenzimática demuestran que el maíz fue domesticado en la región del Balsas, ya que todas las razas de maíz son isoenzimáticamente cercanas a la subespecie parviglumis en comparación de otro teocintle. Apoyando estas hipótesis recientes estudios moleculares también sugieren que el maíz se

originó de un solo evento de domesticación al sureste de México hace 9000 años (Engels *et al.*, 2006; Olsen y Gross, 2008).

México es considerado como el centro de origen, domesticación y dispersión del maíz *Zea mays L.*, y a la fecha se han descrito 59 razas potencialmente diferentes (Ortega, 2003). (Kato *et al.*, 2009) mencionan que en el continente americano se reportaron unas 300 razas de lo cual la variación encontrada en México representa 22.7% de la diversidad del maíz en el continente (Serratos, 2009; Perales y Golicher, 2011). Esta diversidad está presente a un nivel de microrregiones a la que Muñoz (2003) le denomina patrón etnofitogenético o patrón varietal y lo define como el conjunto de grupos de variedades de maíz, estratos o niveles ambientales y las relaciones entre ellos.

Para el Estado de Oaxaca existe cierta información acerca de la diversidad de maíz y su distribución. Aragón *et al.* (2006) publican el Catálogo de Maíces Criollos de Oaxaca. Registrando la localización de 35 razas criollas en todo el estado (CONABIO, 2008). Sin embargo, la mayor parte de información disponible describe la diversidad de maíz del centro y sur del Estado, y se tienen escasas referencias de la región Mixteca oaxaqueña, donde se pueden diferenciar fenotípicamente más de 20 razas de maíz (Pressoir y Berthaud, 2004a; 2004b; López-Romero *et al.*, 2005; Aragón *et al.*, 2006).

Comúnmente cada grupo de maíz se diferencia de otro en precocidad, color de grano y usos. Adicionalmente una variedad del grupo se siembra en un sitio particular del nicho o microrregión en un período específico, que depende de la humedad del suelo, la temperatura, la altitud o el inicio de las lluvias. El patrón varietal se puede describir con base en características básicas agronómicas particularmente enfocados al rendimiento de grano (Gil *et al.*, 2004; Ángeles, 2010). La diversidad de maíz se encuentra principalmente en donde imperan condiciones de temporal o seco y sistemas campesinos de producción (Herrera *et al.*, 2000), los agricultores generalmente disponen de más de una variedad nativa adaptada a su ambiente para sembrar (Aceves *et al.*, 2002).

2.3 Clasificación taxonómica

De acuerdo con clasificaciones efectuada por (Gonzales, 2001), la (OCDE. 2003) y (Acosta, 2009) el maíz del género *Zea mays L.* Es considerado uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen y lo clasifican:

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pterosidae

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotiledoneae

Grupo: Glumiflora
Orden: Graminales
Familia: Gramineae
Tribu: Maydeae
Género: *Zea*
Especie: *mays*

2.4 Descripción morfológica

Robles (1990), describe al maíz como una especie vegetal con habito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio, habiendo razas tan precoces con alrededor de 80 días, hasta muy tardías con alrededor de 200 días, desde la siembra hasta la cosecha

Raíz. El maíz tiene un sistema radicular bien defino. Al germinar emergen las raíces temporales o embrionales que nacen en el primer nudo; las raíces permanentes, que nacen en el segundo nudo de la plántula o nudo superior del mesocotilo y las raíces adventicias que emergen de los nudos basales de la planta en crecimiento activo. La formación de un sistema radicular consistente, ramificado y de sostén reduce el acame y en ocasiones permite el cultivo en plano sin necesidad del aporque (Hochholdinger, 2009).

Tallo. El tallo está formado por nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varían notablemente según sea la variedad. Los entrenudos más largos se encuentran hacia el extremo superior de los tallos; en dirección a la base los entrenudos son más cortos, las yemas se localizan en la mayoría de los entrenudos. Las yemas superficiales se pueden desarrollar en tallos portadores de la mazorca; las yemas subterráneas desarrollan hijuelos o vástagos (Enciclopedia Agropecuaria, 2001).

Hoja. Este cereal tiene la hoja similar a las otras gramíneas; está constituida de vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y Salamina abierta. La lamina es una banda angosta y delgada hasta de 1.5 metros de largo por 10 centímetros de ancho, que determina un ápice muy agudo. El nervio central está muy desarrollado, es prominente en el envés de la hoja y cóncavo en el lado superior. La epidermis, tanto de la cara superior como la inferior, se componen de una sola capa celular (Enciclopedia Agropecuaria, 2001).

Flor. El maíz es una planta monoica de flores unisexuales muy separadas y bien diferenciables en la misma planta. Las flores que producen los granos de polen, en donde está el gameto masculino, se localizan en la inflorescencia

terminal llamada “panícula”, “panoja”, “espiga” o “miahuatl”. La panícula está estructurada por un eje central, ramas laterales primarias, secundarias y terciarias, en el eje central o en las ramificaciones las espiguillas se distribuyen por pares alternados a lo largo del eje o raquis. Cada espiguilla está protegida por dos brácteas y en su interior hay una raquila con dos flósculos, cada uno tiene la flor estaminada protegida por el lema y la polea, es decir las flores estaminadas están en pares en cada espiguilla. La flor estaminada está compuesta por tres estambres, cada uno con su filamento y su antera en cuyo interior están los granos de polen; en la base de los estambres hay dos flósculos y un pistilo rudimentario. Esto explica que, en ocasiones, en la panícula se formen granos de maíz (Reyes, 1990).

Fruto. Los botánicos lo llaman cariósipide, los agricultores semillas y comúnmente se conoce como grano de maíz. Biológicamente el fruto es el ovario desarrollado y la semilla es el ovulo fecundado, desarrollado y maduro. En el maíz y en las gramíneas el ovario se desarrolla al igual que el ovulo hasta tener una sola estructura. El fruto se encuentra insertado en el raquis u elote constituyendo hileras de granos o carreras cuyo conjunto forman la mazorca, espiga cilíndrica o infrutescencia, producto del desarrollo de la yema floral axilar de la hoja que nace en el nudo (Reyes, 1990).

Mazorca. Es la infrutescencia o espiga cilíndrica formada por el grano, el olote, el pedúnculo y la cubierta o totomoxtle que la cubren por completo. El totomoxtle debe cubrir bien a la mazorca para protegerla de la humedad y del ataque de plagas y enfermedades, el pedúnculo debe ser largo y flexible que permita que la mazorca sea colgante para protegerla de los daños posteriores. La zona de inserción de los granos está formada principalmente por las cúpulas (Enciclopedia Agropecuaria, 2001).

2.5 Exigencias climáticas y edáficas

Los suelos tropicales tienen un contenido de materia orgánica más bajo que los suelos de ambientes templados debido, a la elevada tasa de descomposición de residuos y, sobre todo, a las elevadas temperaturas que inciden en los trópicos. Sólo hay algunas excepciones como los Ultisoles o los Oxisoles rojos, ricos en carbono orgánico. Los cultivos tropicales requieren al menos del 60 al 70% de humedad en el suelo y unas precipitaciones de 350 a 400 milímetros durante el periodo de crecimiento, para conseguir un cultivo aceptable. La mayor parte del agua que consiguen proviene de la lluvia (precipitaciones pluviales), de la irrigación y de la humedad almacenada en el suelo antes de la siembra (Violic, 2001).

Clima. El maíz exige un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas. La mayoría de las variedades de maíz se cultivan en regiones de

temporal de clima caliente y clima subtropical húmedo pero también en regiones semiáridas aunque poco adaptadas. El granizo y las heladas afectan considerablemente el cultivo (SEP, 2008). El clima es un factor dominante en la determinación de tipos de variedades más adecuadas para una cierta región. Las condiciones climatológicas determinan en gran medida cuantos y cuales variedades se pueden sembrar con éxito. Cada cultivo y hasta las diferentes variedades tienen requisitos propios respecto de estos factores. El agricultor debe conocer los elementos del clima de la región así como los diferentes cultivos y variedades adaptadas para determinar su programa de producción (SEP, 2007).

Temperatura. De acuerdo con la SEP (2007), recomienda que el rango óptimo para la adaptabilidad del maíz está entre los 10 a 40°C. Aunque las temperaturas óptimas varían de acuerdo al estado de desarrollo. Dichas temperaturas son:

Estado de Desarrollo	Temperaturas		
	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	10°C	20 a 25°C	40°C
Crecimiento Vegetativo	15°C	20 a 30°C	40°C
Floración	20°C	21 a 30°C	30°C

Fuente: SEP, 2008

En el caso del maíz, se ha investigado la velocidad de crecimiento de la planta en milímetros por día, bajo diferentes temperaturas. Observándose un crecimiento máximo de 55 milímetros por día, a una temperatura óptima de 34°C.

Luz. El maíz germina sin problema con poca luz o en la obscuridad, pero para un desarrollo óptimo de crecimiento requiere pleno sol. En cuanto a floración el maíz es una planta de días cortos, es decir florece rápido durante los días cortos y es tardío durante los días largos. Sin embargo los mayores rendimientos se obtienen con 11 o 14 horas de luz por día o sea cuando el maíz florece tardíamente (SEP, 2008).

Agua. La condición ideal de humedad de suelo para el desarrollo del maíz durante la temporada de crecimiento no debe de ser menor de 300 milímetros. Existen un gran número de factores que influyen en la cantidad total de agua que se requiere durante todo el ciclo del cultivo. Especialmente, es esencial saber el periodo crítico del consumo de agua, es decir en qué momento el cultivo necesita una cantidad máxima de agua. Variedades de maíz con ciclo vegetativo de tres meses requieren un consumo de 430 milímetros y variedades con ciclo vegetativo de cinco meses presentan un requerimiento

de 750 milímetros. Para el maíz el periodo crítico se extiende desde el inicio de la floración hasta la aparición de cabellos (SEP, 2007; 2008).

Suelo. El maíz necesita suelos profundos y fértiles para dar una buena cosecha. El suelo de textura Franca es preferible para el maíz. Esto permite un buen desarrollo del sistema radicular con mayor eficiencia de absorción de la humedad y nutrientes. Además con este tipo de textura, se evitan problemas de acame o caída de las plantas. También son aptos suelos con estructura granular ya que proveen un buen drenaje y retienen el agua. Suelos con un alto contenido de materia orgánica son preferibles ya que se obtiene una mejor producción cuando la calidad y la acidez del suelo están balanceados y el PH se encuentre entre 6 y 7 (SEP, 2008).

2.6 Enemigos biológicos

De acuerdo con la Guía para la Asistencia Técnica Agrícola (1983) en el Istmo de Tehuantepec, las plagas que atacan al maíz en sus diferentes etapas de desarrollo son diversas pero la de mayor importancia y que causan mayores daños son:

Chapulín *Melanoplus spp.*, y otros géneros. Ortóptera, Locustidae. Tanto las ninfas como los adultos de este insecto causan daños al alimentarse vorazmente del follaje, devoran con avidez las hojas y las partes tiernas de las

plantas, pudiendo acabarlos en ataques severos. Estos insectos tienen una amplia distribución en Norte América y en México. Por lo general esta plaga no es de importancia económica ya que se presenta en forma ocasional o en áreas muy limitadas (Anaya *et al.*, 2000).

Doradilla o “vica” *Diabrotica balteta*. Coleoptera, Chrysomelidae. Desde que emergen las plantitas de maíz, son atacadas por estos mayatitos que mordisquean las hojas. En la etapa de floración del maíz estos insectos se comen los estigmas (cabello) del “jilote” lo que origina que la fecundación sea imperfecta al no formarse completamente los granos.

Gallina ciega *Phyllophaga sp.* Coleóptera, Scarabeidae. Esta plaga del suelo se alimenta de la raíz principal del maíz y de otras gramíneas cuando un campo sembrado con maíz se encuentran infestado por gallinas ciegas las plantas crecen lentamente, se secan y muere el daño se observa en manchones en las parcelas El género tiene una amplia distribución en el continente Americano donde se conocen más de 500 especies, de las cuales 250 habitan en México (Castro, 2004).

Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Lepidóptera, *Noctuidae*. Es la plaga más voraz y dañina del cultivo del maíz. Los gusanos se localizan en el cogollo de la planta, en donde se alimentan de las hojas en formación, las

cuales al desarrollarse quedan perforadas y rasgadas; también es una de las plagas que más daño causan al follaje del maíz, el reconocimiento se realiza observando las hojas perforadas y el excremento con aspecto de aserrín. En México se localiza prácticamente en todas las regiones donde se cultiva maíz, aunque sus daños son más severos en el trópico y subtropico (Marín, 2001).

Gusano de alambre *Agriotes spp.* Coleóptera, *Elateridea*. El gusano de alambre es otra de las plagas del suelo cuyas larvas atacan las raíces pequeñas de los cultivos, las semillas por germinar, el cuello o nudo de las plántulas por donde penetran y barrenan la raíz. Por lo general este insecto es de poca importancia económica en el maíz. En México se ha reportado principalmente en los estados del sur.

Gusano soldado *Pseudaletia unipuncta*. Lepidóptera, *Noctuidae*. Es semejante en la apariencia al gusano cogollero, tanto en tamaño como en forma. Las plantas atacadas presentan un daño total de las hojas de las cuales pueden quemar únicamente su nervadura media (Trujillo, 2015).

Gusano trozador *Agrotis spp.* y otros géneros. Lepidóptera, *Noctuidae*. Este insecto ataca principalmente durante el periodo de postemergencia del maíz, cuando se presenta, ataca la base del tallo trozándolo lo cual ocasiona la

muerte de la planta. Una sola larva es capaz de trozar hasta seis plántulas a lo largo del surco.

2.7 Razas de maíces en México

Recientemente Vigouroux *et al.* (2008), reportaron en estudio micro satelital la existencia de 310 razas nativas en América, de las cuales 59 razas se ubican en México de acuerdo con la clasificación más recientes basados en características morfológicas e isoenzimáticas (Sánchez *et al.*, 2000; Serratos, 2012). Destacamos que la diversidad genética del maíz en México es un proceso dinámico ya que existen miles de variedades de razas que se transportan e intercambian constantemente entre localidades y regiones a veces separadas por grandes distancias (Martínez, 2008).

De acuerdo con Anderson y Cutler (1942). Es probable que no exista una raza "pura" de maíz en el sentido de que todos los individuos que componen dicha raza sean homocigotos para todos o la mayoría de sus genes. Desde luego en las variedades de maíz de polinización libre probablemente cada planta es ligeramente diferente en su genética de todas las otras plantas y han definido el término "raza" con referencia al maíz como; "Un grupo de individuos relacionados con suficientes características en común que permiten su reconocimiento como grupo". La diversidad de maíz presente en México ha sido descrita y clasificada de acuerdo a dos corrientes de pensamiento:

1) La etnotaxonómica, en donde el maíz recibe diferentes nombres según su morfología o utilidad y 2) La de la ciencia occidental, la cual basándose en las reglas de la taxonomía botánica ha generado unidades de clasificación de convención universal como: la especie, la subespecie, variedades y la raza (Louette, 2000; Ortega, 2003; Pressoir y Berthaud 2004).

Con base en la recolección sistemática, en todas las regiones de México y su caracterización detallada, Wellhausen *et al.* (1951) publican “Razas de Maíz en México” en donde describen e ilustran veinticinco razas, tres sub-razas y además ellos mencionan siete razas poco conocidos al momento de la clasificación. Propusieron cinco grupos raciales determinados en función de la evaluación y caracterización morfológica y cultural.

(Wellhausen *et al.*, 1951), clasifican las razas de maíz en México, basándose en: 1) caracteres vegetativos de la planta, 2) caracteres de la espiga, 3) caracteres de la mazorca y 4) caracteres fisiológicos, estudios genéticos y citológicos.

La clasificación de Wellhausen *et al.*, 1951 fue la siguiente:

- a) Razas indígenas antiguas: Palomero, toluqueño, Arrocillo amarillo, Chapalote, Nal tel.

- b) Razas exóticas precolombinas: Cacahuacintle, Arenoso de ocho, Oletón, Maíz dulce.
- c) Razas mestizas prehistóricas: Cónico, Reventador, Tabloncillo, Tehua, Tepecintle, Comiteco, Jala, Zapalote chico, Zapalote grande, Pepetilla, Olotillo, Tuxpeño, Vandefío.
- d) Razas modernas insipientes: Chalqueño, Celaya, Cónico norteño, Bolita. Sumando todas las razas antes mencionadas da un total de 25 bien definidas, a continuación se citan 7 razas en la categoría “no definidas”.
- e) Razas no bien definidas: Conejo, Mushito, Complejo serrano de Jalisco, Zamorano amarillo, Maíz blanco de sonora, Onaveño, Dulcillo del norte.

Zapalote Chico. La distribución de las variedades más puras de Zapalote chico, se encuentra en una extensa área de la Planicie Costera del Istmo de Tehuantepec, se concluye que es una de las razas que mejor definida tiene su área geográfica de distribución, características agromorfológicas y se clasificada dentro del grupo de razas altamente precoces resistente a sequías, fuertes vientos y especialmente a la plaga *Spodoptera frugiperda* y por su excelente cobertura de mazorca se protege de las plagas de granos almacenados (Aragón *et al.*, 2004; López-Romero *et al.*, 2009). Presentan plantas de porte pequeño por lo regular de 1 a 2 metros de altura, pocas hojas con alto índice de venación comúnmente presenta un color purpura en la parte baja de la planta escasa pubescencia o en ocasiones ausente. Adaptada a

altitudes bajas alrededor de 1,000 metros presenta espigas cortas con alto número de ramificaciones a lo largo del eje central, ramificaciones secundarias frecuentes y terciarias ausentes. Las mazorcas representativas de estas razas son muy cortas presentan un número bajo de hileras y están provistas de la mayor protección de cubierta (totomoxtle), los granos se desprenden con facilidad del olote, puesto que se encuentran colocados casi fuera de las glumas no presenta estrías, endospermo blanco y generalmente de harina suave y la aleurona y pericarpio sin color (Wellhausen et al., 1951; CONABIO, 2010).

Posteriormente otros investigadores describen nuevas razas encontradas; Ortega (1985), describe cinco razas: Cristalino de Chihuahua, Onaveño, Palomero de Chihuahua, Ratón y Tuxpeño Norteño. Por su parte, Benz (1986) clasifica y describe las razas: Chatino Maizón, Choapaneco, Mixeño, Mixteco y Serrano Mixe y Sánchez (1989), basado en la caracterización morfológica de 166 colectas típicas en nueve ambientes diferentes, describe las razas: Coscomatepec, Elotero de Sinaloa, Elotes Cónicos, Maíz Ancho, Motozinteco, Mushito de Michoacán, Nal-Tel de Altura, Negrito, Serrano y Uruapeño (CONABIO, 2011; Sánchez, 2011).

(Sánchez *et al.*, 2000; Ruiz *et al.*, 2008), Ordenan las razas en cuatro grupos y algunos subgrupos de acuerdo a la similitud de sus características

morfológicas, isoenzimáticas y climáticas del sitio de colecta. Los resultados para elaborar dichas clasificaciones, apoyan firmemente las clasificaciones propuestas por Wellhausen *et al.*, (1951), Hernández y Alanís (1970) y Cervantes *et al.*, (1978). Asimismo, la clasificación permite aclarar la situación de los grupos raciales que antes eran incompletos o confusos.

2.8 Conservación de maíces criollos en México

México es considerado el megacentro de diversidad genética del maíz *Zea mays L.* La diversidad genética es fundamental para conservar y mejorar la productividad de los cultivos agrícolas caracterizados por agroclimas variados (Altieri, 2004). La reducción de la diversidad genética de maíz en los agroecosistemas tradicionales de México y otros países está sucediendo en parte debido a la modernización por lo cual es necesario buscar estrategias que promuevan el mantenimiento de la diversidad genética y al mismo tiempo permitir la selección dentro de poblaciones de maíz que contribuyan a mejorar la productividad (Arias *et al.*, 2006).

En los esquemas de conservación de recursos fitogenéticos se han desarrollado dos opciones: la conservación *ex situ* e *in situ*. La primera se ha desarrollado a partir de instituciones públicas, privadas y gobiernos interesados en preservar y tener a la mano la mayor diversidad genética de cultivos de interés para la alimentación y la agricultura, principalmente de

importancia económica en el comercio mundial (CONABIO, 2008). A partir de los años cuarenta del siglo pasado se ha llevado a cabo un esfuerzo sistemático por recolectar, estudiar y conservar la diversidad del maíz en México. Las recolectas de Wellhausen *et al.* (1951) no solo fueron estudiadas sino que formaron parte del inicio de la conservación *ex situ* del maíz en bancos de germoplasma, para el año 2000 se reportaron seis bancos de germoplasma con colecciones de maíces en el país (Bellon *et al.*, 2009).

En la conservación *in situ* se promueve conservar el paisaje, los agroecosistemas y los recursos fitogenéticos en el sitio en que se han desarrollado por los agricultores o campesinos. En esta modalidad también son de interés las prácticas tradicionales que preservan y mejoran constantemente la variabilidad genética. La conservación *in situ* es una alternativa complementaria a la conservación *ex situ*. Sus alcances y beneficios son mayores ya que no solamente están relacionados con la diversidad genética en si no que particularmente ayudan a la conservación de la Agrobiodiversidad contribuyendo a el mantenimiento de los procesos de adaptación y evolución de los cultivos que permiten el desarrollo de germoplasma nuevo, procesos de conservación de suelo, reducción del uso de plaguicidas y fortalece la economía de la unidad familiar al depender menos de insumos externos (Jarvis *et al.*, 2006).

Las variedades criollas de maíz mejoradas mediante métodos de fitomejoramiento participativo ha sido propuesto como una estrategia potencial para mejorar variedades locales mantener la diversidad genética y hacer selección de características de interés en un sistema tradicional y sostenible (Toledo *et al.*, 2010). El mejoramiento participativo en comunidades de pequeños agricultores influye en el proceso de auto-sostenibilidad de la producción de semillas y en la obtención de variedades de maíz mejor adaptadas a estos sistemas de manejo .Con frecuencia el mantenimiento y selección de poblaciones criollas de maíz hechas por los agricultores se basa en los principios de la selección masal empírica (Rosas *et al.*, 2010).

Tanto la conservación *ex situ* como la *in situ*, son actividades que se complementan en el marco de una política nacional de soberanía alimentaria, productiva y de territorios. Por una parte es importante fortalecer y financiar la infraestructura donde actualmente se lleva a cabo la conservación *ex situ* y por otra generar mecanismos que propicien la conservación de materiales criollos o nativos entre los agricultores del país (Aguilar, 2006). Los sistemas de agricultura tradicional juegan un papel importante en la conservación *in situ* ya que contribuyen a la preservación de la diversidad genética del maíz (Leite *et al.*, 2010).

En este contexto se ha impulsado diversos trabajos relacionados con la conservación del maíz, la diversificación y la investigación participativa en las principales regiones del maíz en México. En Oaxaca, continúa un proyecto de conservación y mejoramiento participativo, donde se han recomendado varios criollos mejorados, lo mismo ocurre en la región de Chalco-Amecameca, los que utilizan la retrocruza limitada como esquema de mejoramiento (Turrent y Serratos, 2004).

2.9 Métodos de Mejoramiento

López-Torres (1995), menciona que el objetivo principal del fitomejoramiento es incrementar la producción y la calidad de los productos agrícolas por unidad de superficie en el menor tiempo con el mínimo esfuerzo y al menor costo posible sin embargo esto no se puede llevar a cabo simplemente con el potencial genético de las variedades sino mediante la obtención de variedades que establecen su producción a través de resistencia o tolerancia a malezas, daños causados por plagas y enfermedades, sequía, calor, frío, viento u otros factores negativos. Además esta variedad debe poseer mayor eficiencia fisiológica en la absorción de nutrientes, deben ser capaces de aprovechar mejor el agua, los fertilizantes y en general ser tolerante a cualquier factor ambiental, características que tienden a controlar las fluctuaciones extremas de los rendimientos.

Los métodos de mejoramiento comprenden. Métodos con escasa o nula endogamia que desarrolla variedades de polinización libre con amplia variación genética y amplia área geográfica de adaptación (Brauer, 1969).

Carballo (2011), señala que existen en la actualidad dos grandes modalidades con sus diferentes técnicas para el mejoramiento del cultivo básico maíz, de las cuales se describen algunos (Figura 1).

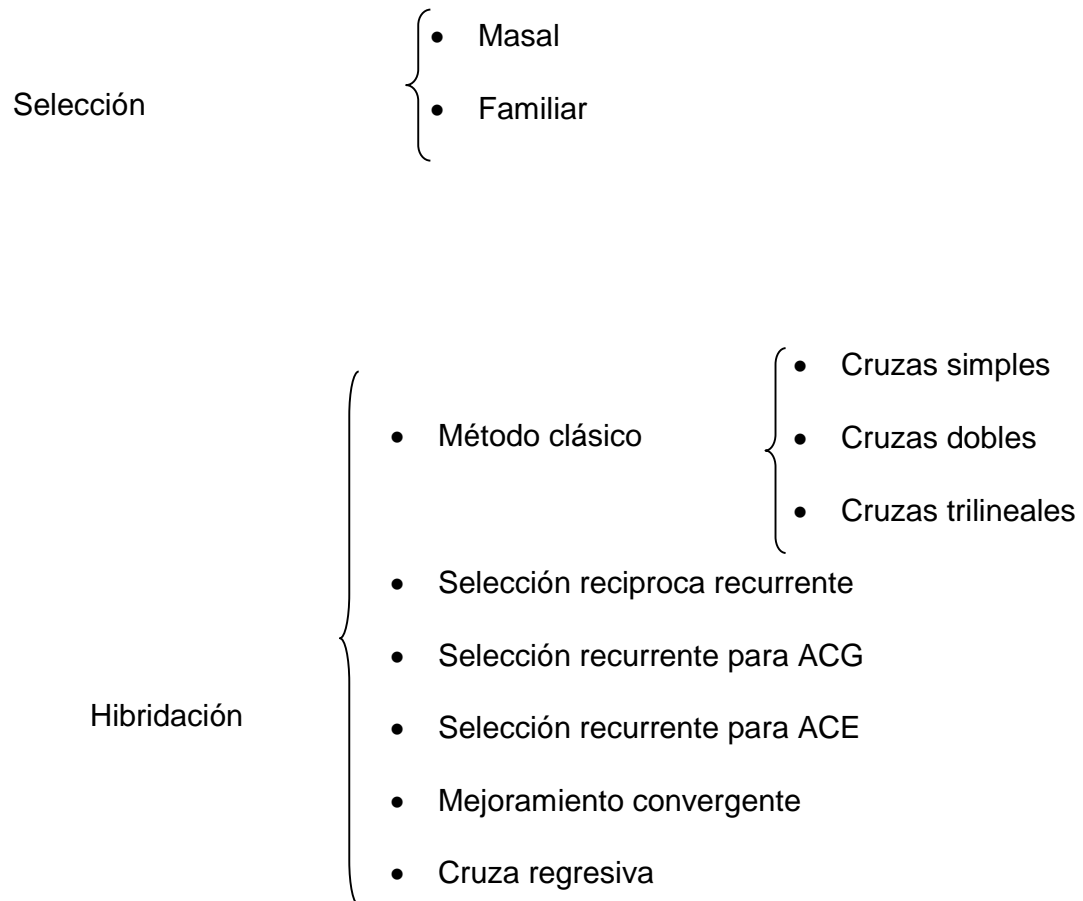


Figura 1. Métodos actuales de mejoramiento genético en maíz.

Fuente: Carballo, 2011

Selección masal. En el método de selección en masa se escogen mazorcas basándose en las características de la planta y de la mazorca. La semilla obtenida de dichas mazorcas se mezcla y se siembra en masa, se considera a la mazorca como unidad de selección debido a la facilidad de su manejo. La selección masal se ha utilizado también como método para conservar las variedades (López-Torres, 1995).

2.9.1 Métodos clásicos de Hibridación

En la obtención de híbridos mediante cruza dependiendo del número y ordenamiento de las líneas homocigóticas paternas es posible formar varios tipos de híbridos mediante: cruz simple, cruz de tres líneas y cruza doble.

Cruza simple. Se denomina como la progenie híbrida de una polinización entre dos líneas endogámicas homocigóticas (A X B) donde; A es el progenitor femenino y B el progenitor macho (Poehlman y Allen, 2003).

Sierra *et al.* (2005), indican que la formación de los Híbridos trilineales es la progenie que resulta del cruzamiento entre un híbrido de cruzamiento simple y una tercera línea endogámica. Difiere del cruzamiento simple modificado en que las tres líneas endogámicas no están emparentadas y la progenie híbrida será generalmente diversa y menor uniforme, pero tiene la ventaja de que la semilla se produce en una cruz simple y no en una línea endogámica. La

genealogía de una cruce de tres líneas realizada con la cruce simple se denomina $(A \times B)$ y a la línea endogámica C, de tal manera que la nomenclatura será $(A \times B) \times C$.

Poehlman y Allen (2003), describen que una Cruza doble es la progenie híbrida de un cruzamiento entre cuatro líneas endogámicas no emparentadas. Las líneas endogámicas se cruzan en pares para producir dos cruces simples que a sus ves se cruzan para producir la cruce doble. La genealogía de una cruce doble hecha con líneas endogámicas se define como A, B, C, D y de nomenclatura $(A \times B) \times (C \times D)$.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del área de estudio

El presente trabajo se realizó durante el ciclo agrícola Otoño- Invierno del 2015 en terrenos del Instituto Tecnológico de Comitancillo, Oax. Ubicado en las coordenadas 16° 29' 30'' Latitud Norte y 95° 09' 35'' Longitud Oeste del meridiano de Greenwich a 36 msnm. De acuerdo con Köppen modificada por García (1981) el clima corresponde al tipo subhúmedo Awo (w) ig, con una temperatura media anual de 27.87°C y precipitación media anual de 652 mm.

3.2 Germoplasma

El material genético utilizado consistió de cuatro criollos superiores de la raza Zapalote chico (Cuadro 1), constituyendo los cuatro tratamientos sometidos a descripción varietal y comparación respectiva. Obtenidos de una evaluación y selección de características agronómicas de 18 criollos sobresalientes realizada en el Instituto Tecnológico de Comitancillo (Cabrera *et al.*, 2015).

Cuadro 1. Genealogía de los materiales genéticos evaluados. Raza Zapalote chico

Tratamiento	Productor	Localidad	Nombre Local
1.Comitancillo	José M. Cabrera	San Pedro Comitancillo	Zapalote Chico
2.Laollaga	Fernando Jacinto	Santiago Laollaga	Zapalote
3.El Morro	Noel Ramírez J.	El Morro Mazatlán	Chiquito Morado
4.Zapalote chico Morado	Francisco Orozco	San Pedro Comitancillo	Zapalote Morado

3.3 Factores y variables en estudio

Para la descripción varietal se evaluaron 20 plantas con competencia completa por tratamiento, tomadas al azar como una muestra repetitiva. La caracterización y evaluación de los materiales en estudio se llevó a cabo en las etapas de plántula, floración, llenado de grano y cosecha. Efectuándose en las mismas etapas para caracteres cuantitativos, cualitativos y pseudocualitativos sujetos a medición y valores de escala. Evaluándolos mediante los principios rectores de la Guía técnica para la descripción varietal en maíz *Zea mays L.* (Carballo y Ramírez, 2010). La caracterización de los tratamientos se basó en las variables que se indican en el Cuadro 2.

3.4 Parcela útil

La parcela experimental estuvo integrada por 24 surcos de 5 m. de longitud y 3.3 m. (6 surcos de 0.55 m.) de ancho siendo un total de 100 m², obteniendo un total de 408 plantas en la unidad experimental.

Cuadro 2. Variables evaluadas en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V.2015

Variables	Característica
Cuantitativas	Coloración de la vaina por antocianinas en la primera hoja Longitud de la primera hoja Ancho de la primera hoja Relación largo/ ancho de la primera hoja Angulo de inserción de las hojas abajo de la mazorca superior Angulo entre la lámina y el tallo Angulo de inserción de las hojas por arriba de la mazorca superior Forma característica Ondulación del margen laminar Coloración por antocianinas en la vaina de las hojas en la parte media de la planta Pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja Ancho de la lámina de la hoja Coloración por antocianinas en las raíces adventicias del tallo Número de hijuelos por planta del tallo Longitud media de entrenudos inferiores Diámetro del tallo Longitud media de entrenudos superiores del tallo Grado de zigzagueo del tallo Coloración por antocianinas en los nudos del tallo Días a la Floración masculina Longitud del pedúnculo de la espiga Longitud de la espiga Longitud del eje principal de la espiga Angulo de la espiga Posición de ramas laterales de la espiga Número de ramas laterales primarias de la espiga Densidad de espiguillas de la espiga Coloración por antocianinas en la base de las glumas de la espiga Coloración por antocianinas en las glumas de la espiga Coloración por antocianinas en las anteras de la espiga Cubrimiento por la hoja bandera de la espiga Longitud de ramas laterales de la espiga Días a la Floración femenina Intensidad de la coloración por antocianinas en los estigmas del jilote Desarrollo de filodios en el jilote Longitud de la planta Altura de la mazorca en la planta Relación entre la altura de la mazorca superior y la altura de la planta Número de mazorcas por planta Longitud del pedúnculo de la mazorca Longitud de la mazorca Diámetro de la mazorca Arreglo de hileras de granos de la mazorca Número de hileras de granos en la mazorca Número de granos por hilera en la mazorca

Continuación del Cuadro 2.

<p>Cualitativas y Pseudocualitativas</p>	<p>Forma de la punta de la primera hoja Presencia de arrugas longitudinales Coloración de la lámina de la hoja Coloración de la vaina en las tres primeras hojas Coloración de la vaina en la hoja de la mazorca principal Coloración de la aurícula Ramas secundarias en la espiga Coloración por antocianinas en los estigmas del jilote Forma de la mazorca Tipo de grano Forma de la corona del grano Color del grano Color dorsal del grano Color del endospermo del grano Coloración por antocianinas en las glumas del olote Intensidad de la coloración por antocianina en las glumas del olote</p>
--	--

3.5 Diseño experimental

Para la descripción y estudio de los caracteres fenotípicos del material en estudio, se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y como repetición se marcaron 20 plantas al azar de cada tratamiento.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable en estudio

μ = Media general

T_i = Efecto de tratamiento

e_{ij} = Error experimental

3.6 Croquis de campo

En la Figura 2, se muestra el croquis de la parcela experimental y la distribución de los tratamientos.

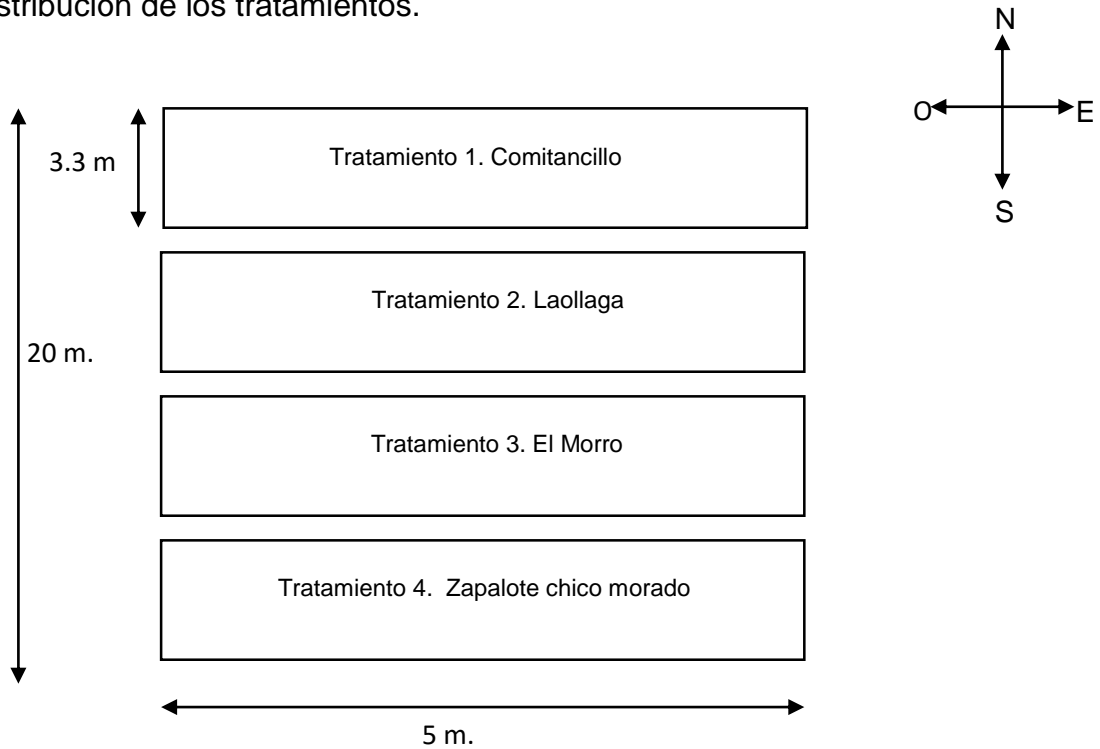


Figura 2. Croquis de campo

3.7 Actividades realizadas

Barbecho. Consistió en rotular el suelo para renovar una capa de 30 cm de profundidad su objetivo es destruir las malezas e incorporar los residuos de la cosecha anterior para propiciar su descomposición y aumentar la fertilidad y el contenido de materia orgánica del suelo.

Rastra. Consistió en un doble paso de rastra con la finalidad de mullir la capa superficial del terreno, para obtener una buena “cama” de siembra que facilite la germinación a las semillas y propicie una mejor retención de humedad más tiempo.

Surcado. El surcado se realizó de manera tradicional utilizando yunta, a una distancia entre surcos de 0.55 m (Figura 3).



Figura 3. Surcado

Siembra. La actividad de siembra se realizó el 18 de agosto del 2015, cuando el terreno presento una adecuada humedad, garantizando una buena germinación (Figura 4). La siembra se realizó en forma manual depositando una semilla cada 0.3 m. de distancia entre planta por surco utilizando 102 semillas por tratamiento.



Figura 4. Siembra

Aporque. Esta labor consistió en arrimar la tierra a la base del tallo de la planta para una mejor fijación y anclaje, con esta práctica se evitó el acame de las plantas. (Figura 5).



Figura 5. Aporque

Fertilización. Se realizó una fertilización química en la dosis 92-46-00, fraccionada aplicando el 50% del nitrógeno y el 100% del fósforo en la siembra y el 50% restante del nitrógeno en el aporque. Las fuentes de nitrógeno y fósforo fueron Urea 46% y DAP.

Riego. Se aplicaron 6 riegos de auxilio los cuales estuvieron distribuidos durante el ciclo vegetativo y a las condiciones del suelo y clima.

Control de la polinización. La comprensión de los métodos de mejoramiento en el maíz depende del conocimiento de la forma de su polinización y de los efectos de los métodos de la polinización sobre la composición genética de la planta del maíz. El procedimiento que se utilizó para realizar las cruzas fueron las actividades siguientes:

- A. Se realizaron recorridos frecuentes para detectar las parcelas listas para jilotearse, efectuando palpado de jilotes una vez realizados esto procedimos de la siguiente forma: se escoge el jilote superior que ya se ha despegado de los nudos del tallo donde se inserta antes de que se desarrolle los estigmas, se arranca la hoja que está insertada en el mismo nudo, después se colocó una bolsa de glassine atrás del jilote, insertándola entre éste y el tallo con la boca de bolsa hacia arriba para facilitar el corte del jilote en su parte posterior el corte del jilote no debe hacerse muy abajo para evitar dañar la inflorescencia femenina.
- B. Una vez controlada la hembra, se procede a colectar el polen de la misma planta. El polen se colectó en bolsas de papel manila cubriendo las espigas que emiten el polen; el momento oportuno para realizar esta actividad es durante el transcurso de la mañana antes de que la espiga comienza dejar

caer el polen. La planta se dobla con cuidado sin romperla, se coloca la bolsa doblada en su parte inferior y se sella con un clic para evitar mezclas de polen extraños. En ocasiones se elimina la hoja superior o hoja bandera, lo cual facilita la colocación de la bolsa.

De la espiga cubierta en el transcurso de la mañana se baja o se colecta el polen agitando la bolsa del cubrimiento para coleccionar el máximo polen que está soltando la espiga el polen desprendido queda dentro de la bolsa de papel manila, que se dobla de dos a tres veces en forma de cartera quedándose así preparada para efectuar la polinización.

- C. La polinización realizada fue una polinización fraternal (cruzando plantas de la misma colecta), evitando la autofecundación y la cruce entre colectas. Una vez teniendo listo el polen se procede a efectuar la polinización, se retira la bolsa manila que cubre la espiga, se escoge una planta hermana previamente jiloteada dos o tres días antes, la cual deberá estar lista, es decir, con los cabellos desarrollados se alza la bolsa de glassine y se tapa inmediatamente el jilote con la bolsa manila, la cual protegerá al jilote de contaminación con polen extraño, se aseguró la bolsa manila realizando un doblez al final en forma de que ésta abrace al tallo y posteriormente se agrupó de uno a dos grapas.

Control de maleza. Debido a que hubo presencia de mala hierba en el cultivo, se aplicó herbicida en los bordes del experimento en una dosis de 200 ml de Faena en 15 litros de agua con el fin de eliminar las malezas y reducir la

competencia que se establece por los factores de crecimiento (Figura 6). Respecto al control de maleza dentro de la unidad experimental, ésta fue manual durante todo el ciclo vegetativo del cultivo (Figura 7).



Figura 6. Control químico de malezas



Figura 7. Control manual de malezas

Control de plaga. Hubo presencia de Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* de importancia económica en el cultivo, por lo cual efectuamos un control químico aplicando los insecticidas Arribo en dosis de 20 ml/15 litros de agua y Siroco en dosis de 45ml /15 litros de agua (Figura 8).



Figura 8. Control químico de plagas

Análisis de datos. Se evaluaron un total de 61 características morfológicas y fenológicas, de las cuales 45 son cuantitativas y 16 corresponden a las cualitativas y pseudocualitativas en los órganos de hoja, tallo, planta, espiga, mazorca y jilote. Los resultados se sometieron a un análisis estadístico y prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05). Con lo que permitió agruparlos de acuerdo a los niveles del manual grafico para la descripción varietal en maíz (Carballo y Ramírez, 2010).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentarán considerando los señalamientos del Manual gráfico para la descripción varietal en maíz (Carballo y Ramírez, 2010), donde se describen un total de 61 características, de las cuales 45 son cuantitativas y 16 corresponden a las cualitativas y pseudocualitativas.

4.1 Variables cuantitativas

En primer término se discuten las cuantitativas en sus respectivos órganos: hoja, tallo, espiga, jilote, planta y mazorca. Los resultados de estas variables se derivaron de un análisis de varianza y de esta manera estimamos una comparación de medias (Tukey α 0.05). De manera general los cuadros demuestran la alta variación genética de los genotipos evaluados que se registraron principalmente en los caracteres vegetativos de hoja, espiga y mazorca.

Características de hoja. De un total de 12 variables de carácter cuantitativo de este órgano vegetal (Cuadro 3), 5 no presentaron significancia, 1 presentó diferencia significativa y 6 presentaron diferencia altamente significativa: Longitud y ancho de la primera hoja que presentaron valores medios (5.40 cm y 1.80 cm), coloración por antocianinas en la vaina de las hojas en la parte media de la planta y la coloración de la vaina por antocianinas en la primera hoja presentaron una coloración débil, la forma característica de hoja se caracteriza como curvada, la ondulación del margen laminar se caracteriza como moderada y la pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja se presentó como ausente o muy poca.

Cuadro 3. Variables cuantitativas de hoja de cuatro criollos sobresalientes de Maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Variable	Cuadrados Medios	Coefficiente Variación	Media
Coloración de la vaina por antocianinas en la primera hoja	33.40**	57.47	4.05
Longitud de la primera hoja	6.04**	17.60	5.40
Ancho de la primera hoja	0.28**	11.90	1.80
Relación largo/ ancho de la primera hoja	1.57 ^{ns}	26.05	3.05
Angulo de inserción de las hojas abajo de la mazorca superior	126 ^{ns}	9.81	70.68
Angulo entre la lámina y el tallo	67.50 ^{ns}	10.40	67.50
Angulo de inserción de las hojas por arriba de la mazorca superior	59.49 ^{ns}	11.34	72.18
Forma característica	3.65**	18.45	4.67
Ondulación del margen laminar	5.00**	12.48	2.25
Coloración por antocianinas en la vaina de las hojas en la parte media de la planta	17.60**	54.86	2.90
Pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja	1.38*	49.37	1.22
Ancho de la lámina de la hoja	1.28 ^{ns}	11.70	7.72

*= Significancia al 0.05; **= Significancia al 0.01; ns= no significativo

A continuación se muestra la comparación de medias (Tukey α 0.05) de las variables significativas para el órgano de la Hoja. Se observa que para la coloración de la vaina por antocianinas de la primera hoja, los genotipos Comitancillo y Laollaga fueron iguales, con una coloración débil, los otros genotipos (El Morro y Zapalote chico morado) presentaron una coloración ausente o muy débil. Para longitud de la primera hoja, el genotipo de Comitancillo se destacó presentando hoja muy larga en comparación a los demás genotipos se identificaron con hoja larga. Para ancho de la primera hoja el tratamiento que mostró ser diferente a los demás fue el de Zapalote chico morado con hoja ancha diferente a los otros que registraron hoja muy ancha. En la forma de la hoja en genotipos, presentando diferencia nuevamente Zapalote chico morado con una forma ligeramente curvada. El genotipo Laollaga presentó una ondulación del margen laminar fuerte diferente a los otros materiales evaluados que fueron de ondulación de margen laminar moderada. En el cuadro 4, se observa sólo diferencia en el genotipo de Laollaga que mostro una coloración en vainas de las hojas en la parte media de la planta, ausente o muy débil en comparación a los demás genotipos que presentan una coloración débil y para la característica pubescencia sobre el margen laminar, Laollaga tuvo una pubescencia media, mientras que los demás genotipos fueron ausente o muy poca en pubescencia.

Cuadro 4. Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de hoja en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Variable	Tratamiento			
	T1 Comitancillo	T2 Laollaga	T3 El Morro	T4 Zapalote ch. Morado
Coloración de la vaina por antocianinas en la primera hoja	Media ^a	Media ^a	Débil ^{ab}	Débil ^b
Longitud de la primera hoja	Muy larga ^a	Larga ^{ab}	Larga ^b	Larga ^b
Ancho de la primera hoja	Muy ancha ^a	Muy ancha ^a	Muy ancha ^{ab}	Ancha ^b
Forma característica de la hoja	Curvada ^{ab}	Curvada ^a	Curvada ^a	Ligeramente Curvada ^b
Ondulación del margen laminar	Moderada ^b	Fuerte ^a	Moderada ^b	Moderada ^b
Coloración por antocianinas en la vaina de las hojas en la parte media de la planta	Débil ^b	Ausente o Muy débil ^a	Débil ^b	Débil ^b
Pubescencia sobre el margen de la vaina de la hoja	Ausente o Muy poca ^{ab}	Media ^b	Ausente o Muy poca ^a	Ausente o Muy poca ^{ab}

Características del tallo. De un total de 7 variables de carácter cuantitativo de este órgano vegetal (Cuadro 5), la coloración por antocianinas en nudos presentó diferencia altamente significativa; longitud media de entrenudos inferiores del tallo, con un valor promedio (11.29 cm) fue diferente en forma significativa; 5 variables no presentaron significancia, es decir que los tratamientos fueron iguales. Puede notarse, que en la raza de maíz Zapalote chico la ausencia de hijuelos en planta, comparada con otras razas mexicanas, tales como Palomero Toluqueño, Chapalote, Cacahuacintle, Maíz Dulce, entre otras (Wellhausen, *et al.*, 1951).

Cuadro 5. Variables cuantitativas de tallo de cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015

Variable	Cuadrados Medios	Ceficiente Variación	Media
Coloración por antocianinas en las raíces adventicias	0.18 ^{ns}	35.39	1.07
Número de hijuelos por planta	0 ^{ns}	0	1.00
Longitud media de entrenudos inferiores	30.35*	11.27	11.29
Diámetro	773.33 ^{ns}	0	16.50
Longitud media de entrenudos superiores	19.09 ^{ns}	20.05	11.68
Grado de zigzagueo	3.53 ^{ns}	30.34	3.95
Coloración por antocianinas en los nudos	26.28**	55.30	2.42

*= Significancia al 0.05; **= Significancia al 0.01; ns= no significativo

El cuadro 6, muestra la comparación de medias a las variables que presentaron diferencia estadística. Se observa que en la variable longitud media de entre nudos dos tratamientos mostraron igualdad (Comitancillo y El Morro) presentando una longitud media y Laollaga y Zapalote chico morado presentaron una longitud larga. También, expone la similitud que presentaron los genotipos de El Morro y Zapalote chico morado al mostrar una coloración por antocianinas en los nudos débil, distinta a los otros materiales que presentaron una coloración ausente o muy débil.

Cuadro 6. Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de tallo en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Variable	Tratamiento			
	T1 Comitancillo	T2 Laollaga	T3 El Morro	T4 Zapalote ch. Morado
Longitud media de entrenudos inferiores	Media ^c	Larga ^b	Media ^{bc}	Larga ^a
Coloración por antocianinas en nudos	Ausente o Muy débil	Ausente o Muy débil ^b	Débil ^{ab}	Débil ^a

Características de espiga. De un total de 13 variables de carácter cuantitativo de este órgano vegetal (Cuadro 7), 7 presentaron diferencia altamente significativa y 6 no fueron significativos. Los datos promedios señalan que la floración masculina se presentó a los 45.48 días después de la siembra (dds), distinguiéndose los genotipos de Comitancillo y Laollaga de mayor precocidad (Cuadro 6), quienes registraron valores menores de 46 dds. Longitud del eje principal (23.55 cm), Longitud de la espiga (33.38 cm), Número de ramas laterales primarias (16.40 ramas laterales), Longitud de ramas laterales (18.63 cm).

Cuadro 7. Variables cuantitativas de la espiga de cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015

Variable	Cuadrados Medios	Coefficiente Variación	Media
Floración masculina	105**	2.18	45.48
Longitud del pedúnculo	1.84 ^{ns}	36.26	7.38
Longitud de la espiga	111**	11.35	33.38
Longitud del eje principal	62.73**	15.56	23.55
Angulo	40.83 ^{ns}	15.30	50.75
Posición de ramas laterales	4.71 ^{ns}	89.13	1.67
Número de ramas laterales primarias	72.23**	25.57	16.40
Densidad de espiguillas	1.40 ^{ns}	16.72	4.85
Coloración por antocianinas en la base de las glumas de la espiga	3.73 ^{ns}	31.63	5.30
Coloración por antocianinas en las glumas	97.87**	60.15	3.98
Coloración por antocianinas en las anteras	43.33**	39.36	4.60
Cubrimiento por la hoja bandera	0.40 ^{ns}	64.28	1.10
Longitud de ramas laterales	111**	26.04	18.63

*= Significancia al 0.05; **= Significancia al 0.01; ns= no significativo

Resultados similares con los encontrados por Cabrera (2014) quien realizó el trabajo de “Variación en morfología, rendimiento y calidad de grano en criollos sobresalientes de maíz de la raza Zapalote Chico”. Dichos resultados confirma la precocidad de la raza y, de acuerdo con los subgrupos hechos por López-Romero *et al.*, (2005), se puede agrupar a los cuatro genotipos en el subgrupo Maíz chico precoz y con la escala que recopila Carballo y Ramírez (2010). Las evidencias de la significancia, se mostraron la comparación de medias (Cuadro 8). En longitud de espiga Comitancillo presento una longitud larga diferente a los otros tratamientos que presentaron una longitud media. Respecto a la variable Longitud del eje principal todos los tratamientos presentaron una longitud larga y en longitud de ramas laterales solo mostro diferencia el material de Comitancillo con una longitud larga en comparación a los otros que presentaron longitud media. En relación a la coloración de las glumas y la coloración en las anteras el material genético Zapalote chico morado presentó una coloración fuerte en ambos caracteres distinto a los otros materiales que presentaron una coloración débil, con excepción del material de Laollaga que en coloración de glumas presento ausente o muy débil.

Cuadro 8. Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de variables cuantitativas de espiga en cuatro criollos sobresalientes. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Variable	Tratamiento			
	T1 Comitancillo	T2 Laollaga	T3 El Morro	T4 Zapalote ch. Morado
Floración masculina	1 ^c	1 ^c	1 ^b	2 ^a
Longitud de la espiga	Larga ^a	Media ^{bc}	Media ^{ab}	Media ^c
Longitud del eje principal	Larga ^a	Larga ^b	Larga ^b	Larga ^b
Número de ramas laterales primarias	Muy alto ^b	Muy alto ^{ab}	Muy alto ^a	Muy alto ^{ab}
Coloración por antocianinas en las glumas	Débil ^b	Ausente o Muy débil ^b	Débil ^b	Fuerte ^a
Coloración por antocianinas en las anteras	Débil ^b	Débil ^b	Débil ^b	Fuerte ^a
Longitud de ramas laterales	Larga ^a	Media ^b	Media ^{ab}	Media ^b

Características del jilote. De un total de 3 variables de carácter cuantitativo de este órgano vegetal (Cuadro 9), la floración femenina presentó diferencia estadística altamente significativa; mientras que la intensidad de la coloración por antocianinas en los estigmas no presentó diferencia significativa. Se observa en promedio, que a los 45.58 días después de la siembra aconteció la floración femenina. Dichos resultados son similares a los encontrados por Cabrera (2014) y López-Romero *et al.*, (2005).

Cuadro 9. Variables cuantitativas del jilote de cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015

Variable	Cuadrados Medios	Coefficiente Variación	Media
Floración femenina	227 ^{**}	1.61	45.58
Intensidad de la coloración por antocianinas en los estigmas	0 ^{ns}	0	9.00
Desarrollo de filodios	12.18 [*]	91.34	1.92

*= Significancia al 0.05; **= Significancia al 0.01; ns= no significativo

En el cuadro 10, se muestra la comparación de las variables que presentaron diferencia estadística. En Floración femenina de igual manera que en la masculina los materiales presentaron una floración precoz diferente, sólo el tratamiento de Zapalote chico morado se mostró en la categoría 2 considerado como precoz de acuerdo a Carballo y Ramírez (2010). En el Desarrollo de filodios solo Comitancillo destacó caracterizándose con poco desarrollo en comparación a los otros materiales que se caracterizaron con un desarrollo ausente o muy poco.

Cuadro 10. Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de jilote en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Variable	Tratamiento			
	T1 Comitancillo	T2 Laollaga	T3 El Morro	T4 Zapalote ch. morado
Floración femenina	1 ^c	1 ^c	1 ^b	2 ^a
Desarrollo de filodios	Poco ^a	Ausente ^{ab}	Ausente ^b	Ausente ^b

Características de la planta. Para este órgano vegetal le corresponden 4 variables de carácter cuantitativo (Cuadro 11), de los cuales, uno presentó diferencia altamente estadística, otro fue estadísticamente diferente y 2 resultaron no significativos. En este grupo de características, resalta de gran interés la altura de planta y la altura de posición de la mazorca principal en la planta. La altura (177 cm) registrada en promedio de los 4 materiales evaluados de acuerdo a Carballo y Ramírez (2010) está considerada como baja, de igual manera para la altura de la mazorca (76.2 cm). De acuerdo con

los resultados, la inserción de la mazorca en la planta fue mayor a los datos por Cabrera *et al.*, 2015 que fue de 67.14 cm. quienes realizaron una “Evaluación agronómica de maíces raza Zapalote chico en la región Istmeña de Oaxaca”. En comparación con resultados publicados por Aragón y Taba (2013) de la Raza Bolita de los Valles Centrales de Oaxaca, los datos muestran similitud con algunos genotipos de esta raza con otras razas (Chalqueño, Bofo, Elotes Occidentales, Jala, Onaveño y Pepitilla), solo por mencionar algunas (Herrera *et al.*, 2000; López-Martin *et al.*, 2008) que son de ciclo tardío y elevada altura. La raza Zapalote chico presenta ventaja ya que facilita su cosecha, dificulta el ataque a enemigos voladores y disminuye la tendencia al acame.

Cuadro 11. Variables cuantitativas de la planta en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015.

Variable	Cuadrados Medios	Coefficiente Variación	Media
Longitud	204 ^{ns}	7.87	177
Altura de la mazorca	582*	16.27	76.20
Relación entre la altura de la mazorca superior y la altura de la planta	0.01**	14.81	0.42
Número de mazorcas por planta	0.35 ^{ns}	34.38	1.52

*= Significancia al 0.05; **= Significancia al 0.01; ns= no significativo

En el cuadro 12, se muestra la comparación de medias. En altura de posición de la mazorca, la de menor altura fue Comitancillo, siendo así también, en la relación altura de la mazorca superior y la altura de la planta. El resto de los tratamientos se agruparon en un solo grupo.

Cuadro 12. Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de la planta en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Variable	Tratamiento			
	T1 Comitancillo	T2 Laollaga	T3 El Morro	T4 Zapalote ch. morado
Altura de la mazorca	Baja ^b	Baja ^a	Baja ^{ab}	Baja ^a
Relación entre la altura de la mazorca superior y la altura de la planta	Pequeña ^b	Pequeña ^a	Pequeña ^{ab}	Pequeña ^a

Características de la mazorca. De un total de 6 variables de carácter cuantitativo de este órgano vegetal (Cuadro 13), 4 presentaron diferencia altamente estadística y 2 resultaron no significativos. De acuerdo a Carballo y Ramírez (2010), los valores promedios de longitud y diámetro de mazorca de los materiales genéticos evaluados, son considerados como muy corta y muy pequeño, no obstante de que en ellos existió diferencia estadística (Cuadro 14). A su vez, los resultados fueron similares a los presentados por Hortelano *et al.* (2012) y López-Romero *et al.* (2005) quienes evalúan poblaciones de maíces nativos; el primero del Centro-Oriente de Puebla, Méx., y el segundo del Istmo de Tehuantepec, Méx. De igual manera existe similitud de la longitud y el diámetro (3.69 cm.), con resultados presentados por Taba *et al.* (2006) y López-Martín *et al.* (2008) y con relación al número de hileras de grano (12.05 hileras) y número de granos por hilera (25.87 granos), se obtuvo valores mayores a los presentados por López-Romero (2005) en los seis subgrupos Maíz Chico y Maíz Grande del Istmo de Tehuantepec y los encontrados por Aragón y Taba (2013).

Cuadro 13. Variables cuantitativas de la mazorca de cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax P.V. 2015

Variable	Cuadrados Medios	Coefficiente Variación	Media
Longitud del pedúnculo	6.88 ^{ns}	26.75	7.97
Longitud	46.39 ^{**}	13.87	9.67
Diámetro	1.48 ^{**}	10.36	3.69
Arreglo de hileras de granos	2.18 ^{ns}	54.98	1.57
Número de hileras de granos	152 ^{**}	14.43	12.05
Número de granos por hilera	112 ^{**}	15.52	25.87

*= Significancia al 0.05; **= Significancia al 0.01; ns= no significativo

En el cuadro 14, se muestra la agrupación de medias. En longitud de la mazorca los genotipos Comitancillo y El Morro presentaron una mazorca corta diferentes a los otros tratamientos que presentaron una mazorca muy corta. Para las variables diámetro de mazorca y número de hileras de grano, el material que mostro diferencia fue Zapalote chico morado, presentando un diámetro pequeño y un poco número de hileras en comparación a los otros genotipos que presentaron un diámetro muy pequeño y muy poco número de hileras. El número de granos por hilera, todos los tratamientos evaluados fueron de pocos números.

Cuadro 14. Comparaciones de medias (Tukey α 0.05) de las variables cuantitativas de mazorca en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Variable	Tratamiento			
	T1 Comitancillo	T2 Laollaga	T3 El Morro	T4 Zapalote ch. morado
Longitud	Corta ^a	Muy corta ^b	Corta ^a	Muy corta ^c
Diámetro	Muy pequeña ^b	Muy pequeña ^b	Muy pequeña ^b	Muy pequeña ^a
Número de hileras de granos	Muy poca ^c	Muy poca ^c	Muy poca ^b	Poca ^a
Número de granos por hilera	Pocos ^{ab}	Pocos ^c	Pocos ^{bc}	Pocos ^c

4.2 Variables cualitativas y pseudocualitativas

En este apartado se presentan los resultados de las variables cualitativas y pseudocualitativas. Mismos que se derivaron de un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey α 0.05), permitiendo de esta manera a la clasificación de los tratamientos, considerando los señalamientos del manual grafico para la descripción varietal en maíz (Carballo y Ramírez, 2010).

De un total de 16 variables de caracteres cualitativos y pseudocualitativos (Cuadro 13), correspondientes a los órganos: hoja, espiga, jilote y mazorca, 6 fueron altamente significativos, la significancia estadística se mostró en 1 y en 9 variables estadísticamente los tratamientos fueron iguales. En las características de hoja, en su gran mayoría los 4 genotipos fueron diferentes, como se puede observar en el Cuadro 14, en donde se estratifican los niveles de expresión de estas variables. De acuerdo a los valores de la agrupación de medias, se integran los grupos estadísticos en su respectivo nivel.

Cuadro 15. Análisis de varianza de variables cualitativas y pseudocualitativas en cuatro criollos sobresalientes de maíz de la raza Zapalote chico. P.V. 2015

Órgano	Variable	Cuadrados Medios	Coefficiente de Variación	Media
Hoja	Forma de la punta de la primera hoja	5.81*	34.82	3.52
	Presencia de arrugas longitudinales de la hoja	0.18 ^{ns}	35.39	1.07
	Coloración de la lámina de la hoja	1.94**	30.27	2.26
	Coloración de la vaina en las tres primeras hojas de la base del tallo	6.43**	31.50	3.25
	Coloración de la vaina en la hoja de la mazorca principal	18.77**	39.51	2.81
	Coloración de la aurícula de la hoja	15.16**	52.72	2.90
	Espiga	Ramas secundarias de la espiga	40.53**	33.89
Jilote	Coloración por antocianinas en los estigmas del jilote	0 ^{ns}	0	9.00
Mazorca	Forma de la mazorca	1.01 ^{ns}	41.97	1.86
	Tipo de grano	0.01 ^{ns}	3.74	2.98
	Forma de la corona del grano	0 ^{ns}	0	2.00
	Color del grano	0 ^{ns}	0	2.00
	Color dorsal del grano	0 ^{ns}	0	2.00
	Color del endospermo del grano	0.15 ^{ns}	35.17	1.42
	Coloración por antocianinas en las glumas del olote	320 ^{ns}	0	3.00
	Intensidad de la coloración por antocianina en las glumas del olote	130**	48.30	2.27

*= Significancia al 0.05; **= Significancia al 0.01; ns= no significativo

Resulta interesante la significancia estadística que mostraron las características de la mazorca, que con la excepción de la intensidad de la coloración por antocianina en las glumas del olote, las características: forma de la mazorca, tipo de grano, forma de la corona del grano, color del grano, color dorsal del grano y color del endospermo del grano, son idénticos en los 4 tratamientos (Cuadro 18).

Cuadro 16. Agrupación de medias (Tukey α 0.05) cualitativas y pseudocualitativas de hoja en cuatro criollos sobresalientes. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Órgano	Característica	Nota	Nivel	Tratamiento
Hoja	Forma de punta de la primera hoja	1	Puntiaguda	
		2	Puntiaguda a redondeada	Zapalote ch. Morado ^b
		3	Redondeada	El Morro ^{ab}
		4	Redondeada a espatulada	
		5	Espatulada	Comitancillo ^{ab} y Laollaga ^a
	Presencia de arrugas longitudinales	1	Ausentes	Comitancillo ^a , Laollaga ^a , El Morro ^a y Zapalote ch. Morado ^a
		9	Presentes	
	Coloración de la lámina de la hoja	1	Verde claro	
		2	Verde	El Morro ^b y Zapalote ch. Morado ^{ab}
		3	Verde oscuro	Laollaga ^a
		4	Rojiza	Comitancillo ^a
		5	Morada	
	Coloración de la vaina en las tres primeras hojas	1	Verde claro	
		2	Verde	El Morro ^b
		3	Verde oscuro	Laollaga ^b
4		Rojiza	Comitancillo ^{ab}	
5		Morada	Zapalote ch. Morado ^a	
6		Café		

Coloración de la vaina en la hoja de la mazorca principal	1	Verde claro	
	2	Verde	Comitancillo ^b , Laollaga ^b y El Morro ^b
	3	Verde oscuro	
	4	Rojiza	
	5	Morada	Zapalote ch. Morado ^a
	6	Café	
Coloración de la aurícula	1	Blanca	El Morro ^b
	2	Verde claro	Comitancillo ^b
	3	Verde	
	4	Púrpura claro	Laollaga ^b
	5	Púrpura medio	Zapalote ch. Morado ^a
	6	Púrpura fuerte	
	7	Café	

Con relación a la presencia de ramas secundarias en la espiga sólo El Morro demostró ausencia de ramas y para la variable coloración por antocianinas en los estigmas del jilote ningún tratamiento presentó coloración (Cuadro 17). En las variables coloración por antocianinas en las glumas del olote y la intensidad de la misma, el Zapalote chico morado mostró diferencia en comparación a los demás, manifestando una coloración rojiza con una intensidad fuerte (cuadro 18).

Cuadro 17. Agrupación de medias (Tukey α 0.05) cualitativas y pseudocualitativas de la espiga y jilote en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Órgano	Característica	Nota	Nivel	Tratamiento
Espiga	Ramas secundarias de la espiga	1	Ausentes	El Morro ^a
		9	Presentes	Comitancillo ^a , Laollaga ^{ab} y Zapalote ch. Morado ^b
Jilote	Coloración por antocianinas en los estigmas del jilote	1	Presente	
		9	Ausente	Comitancillo ^a , Laollaga ^a , El Morro ^a y Zapalote ch. Morado ^a

En el Cuadro 18, se observa que la forma de la corona del grano que presentaron los cuatro genotipos fue hendida y el tipo de grano semidentado (intermedio). En el carácter forma de la mazorca, para el genotipo de Laollaga es cónica, cilíndrica en el caso del EL Morro y hubo similitud (cónica-cilíndrica) en los tratamientos Comitancillo y Zapalote chico morado. Las características de color de grano, color dorsal del grano y color del endospermo del grano, se identificaron blancos cremoso en los dos primeros y en el tercero blanco, lo anterior es corroborado por Cabrera *et al.* (2015).

Cuadro 18. Agrupación de medias (Tukey α 0.05) cualitativas y pseudocualitativas de la mazorca en cuatro criollos sobresalientes de maíz. San Pedro Comitancillo, Oax. P.V. 2015

Órgano	Característica	Nota	Nivel	Tratamiento
Mazorca	Forma de la mazorca	1	Cónica	Laollaga ^a
		2	Cónica- cilíndrica	Comitancillo ^a y Zapalote ch. Morado ^a
		3	Cilíndrica	El Morro ^a
	Tipo de grano	1	Cristalino	
		2	Semicristalino	
		3	Semidentado (intermedio)	Comitancillo ^a , Laollaga ^a , El Morro ^a y Zapalote ch. Morado ^a
		4	Dentado	
		5	Harinoso	
		6	Reventador	
		7	Dulce	
8		Seroso		
Forma de la corona del grano	1	Convexa		
	2	Hendida	Comitancillo ^a , Laollaga ^a , El Morro ^a y Zapalote ch. Morado ^a	
	3	Puntiaguda		
Color del grano	1	Blanco		
	2	Blanco cremoso	Comitancillo ^a , Laollaga ^a , El Morro ^a y Zapalote ch. Morado ^a	
	3	Amarillo claro		
	4	Amarillo oscuro		
	5	Naranja		
	6	Rojo claro		

	7	Rojo oscuro	
	8	Azul	
	9	Azul oscuro	
Color dorsal del grano	1	Blanco	
	2	Blanco cremoso	Comitancillo ^a , Laollaga ^a , El Morro ^a y Zapalote ch. Morado ^a
	3	Amarillo claro	
	4	Amarillo oscuro	
	5	Naranja	
	6	Rojo claro	
	7	Rojo oscuro	
	8	Azul	
	9	Variegado	
Color del endospermo del grano	1	Blanco	Comitancillo ^a , Laollaga ^a , El Morro ^a y Zapalote ch. Morado ^a
	2	Amarillo	
	3	Naranja	
Coloración por antocianinas en las glumas del olote	1	Ausente (blanco)	Comitancillo ^b , Laollaga ^b y El Morro ^b
	2	Presente (rojo)	Zapalote ch. Morado ^a
Intensidad de la coloración por antocianina en las glumas del olote	1	Ausente o muy débil	Comitancillo ^b , Laollaga ^b y El Morro ^b
	3	Débil	
	5	Media	
	7	Fuerte	Zapalote ch. Morado ^a
	9	Muy fuerte	

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Los órganos vegetales que más destacan son; hoja, espiga, jilote y mazorca, ya que en ellos fue donde los tratamientos sometidos estadísticamente y bajo los niveles de caracterización presentaron mayor número de variables con diferencia estadística.

2. En hoja los genotipos que más variación presentaron fueron Laollaga, diferenciándose de los otros genotipos al presentar una coloración de vaina en las tres primeras hojas y en la lámina de la hoja verde oscuro, pubescencia media, ondulación de margen laminar fuerte y una coloración de aurícula púrpura claro, y el Zapalote chico morado que sobresalió, de igual manera, por presentar una forma de punta de la primera hoja puntiaguda-espatulada ligeramente curvada una coloración de vaina en las tres primeras hojas y en la vaina de la hoja de la mazorca principal morada y una aurícula de color púrpura media.

Comitancillo fue el tratamiento que registró la mayor longitud de hoja, una coloración de lámina de hoja rojiza y una coloración verde claro en la aurícula. El Morro, destacó en estas características al presentar una forma de punta de la primera hoja redondeada, una coloración de vaina en las tres primeras hojas verde y una coloración blanca en la aurícula.

3. Los órgano de espiga y jilote uno de los genotipos que más variación presento fue Zapalote chico morado registrado como más tardío en las dos floraciones ya que registró la masculina a los 48 dds y la femenina a los 50 dds, presento una coloración en glumas y anteras fuerte. Comitancillo registro la mayor longitud en la espiga y mayor longitud de ramas laterales, con poco desarrollo de filodios. El Zapalote chico de registro el mayor número de ramas primarias y presento ausencia de ramas secundarias.
4. El genotipo con mayor variación es el Zapalote chico morado ya el que presentó variación en características de la mazorca. Presentando una mazorca de forma cilíndrica, con el mayor diámetro y mayor número de hileras de grano y una intensidad de coloración por antocianinas en las glumas rojo fuerte. Tomando en cuenta que todos los materiales corresponden a la misma raza Zapalote chico podemos afirmar y concluir que no solo existen diferencias raciales entre razas sino que también interraciales en estas.

5. Se realizaron cruces fraternales en 18 criollos mejorados, de este modo se trató de reducir la polinización libre y mezcla de caracteres entre ellos. Las plantas polinizadas fraternalmente al término del ciclo, se seleccionaron y separaron de las polinizadas en toma libre con la finalidad de conservar y seleccionar el mejor germoplasma para el siguiente periodo de siembra. El incremento de semillas se realizó en promedio en 50 plantas de cada material genético.

5.2 Recomendaciones

1. Evaluar otras características en los 4 criollos sobresalientes tales como: producción y calidad de totopos, evaluación sensorial y calidad nutritiva.
2. Difundir las técnicas de selección y cruzamiento a pequeños y medianos productores, con la finalidad de hacerlos autosuficientes y resolver los problemas y necesidades para la obtención de sus materiales genéticos, de esta forma hacerlos participes en la conservación y caracterización genética del germoplasma local.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceves R. E., Turrent A. F., Cortes J. I. F. y Volke V. H. (2002). Comportamiento agronómico del híbrido H-137 y materiales criollos de maíz en el Valle de Puebla. *Rev. Fitotecnia Mexicana*. Vol. 25: 339-347.
- Acosta Rosa. (2009). El cultivo del maíz, su origen y su clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos tropicales*, vol. 30, núm. 2, pp. 113-120 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba.
- Anderson E. y Cutler H. C. (1942). Carreras de *Zea mays* L. EN. Su reconocimiento y clasificación. *Anales del Jardín Botánico de Missouri* 29: 69-88.
- Aguilar C. J. A. (2006). Recuperación, conservación y aprovechamiento de la raza Jala de maíz: una alternativa para las razas en peligro de extinción. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. Estado de México. 126 p.
- Altieri M. A. (2004). Aspectos socioculturales de la diversidad del maíz nativo. Departamento de Ciencias, Políticas y Gestión del Medio Ambiente. Consultado en: *El maíz y la biodiversidad, efectos del maíz transgénico en México*, pp. 12-16.
- Anaya R., Romero J. y López V. (2000). Manual de diagnóstico para la especie de chapulín (Orthoptera: Acridoidea) del estado de Tlaxcala y estados adyacente. Montecillo, Estado de México, Colegio de Posgraduado. 266 p.
- Aragón C. F., Taba S. Cabrera T. J. M. y Chávez V. (2004). Diversidad genética del maíz Zapalote Chico. En: *Memoria del XX Congreso Nacional de Fitogenética. Resúmenes*. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México, 288 p.

- Aragón C. F., Taba, S., Hernández J.M., Figueroa D. y Serrano V. (2006). Actualización sobre los maíces criollos de Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS002 México D.F. 133 p.
- Aragón C. F. y Taba S. (2013). Maíces Nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. Libro Técnico N°. 19. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuaria. Santo Domingo Barrio Bajo, Oaxaca, México. 168 p.
- Arias R.L., Latournerie L.M., Jarvis D., Williams D., Chávez S.D.J. y Sauri D.E. (2006). Conservación *in situ* de la biodiversidad agrícola de milpa en Yucatán. Dirección de Economía Ambiental del Instituto Nacional de Ecología. Sociedad Latina. Mérida, Yucatán, México. J. Disponible en: http://www.economia.gob.mx/files/ambiental_ecologica/informacionestatal.pdf. Consulta 22 noviembre, 2015.
- Ángeles G. E., Ortiz T. E., López A. P. y López R. G. (2010). Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. Rev. Fitotecnia Mexicana. Vol. 33 (4): 287 – 296, 2010.
- Bellon M. R., Alejandro F., Barrientos P., Colunga G. M. P., Perales H., Reyes J. A. A., Rosales S. R. y Zizumbo V. D. (2009). Diversidad y Conservación de Recursos Genéticos en Plantas Cultivadas, en Capital Natural de México, vol. 2. Estado de Conservación y Tendencias de Cambio. CONABIO, México, 355-382 pp.
- Brauer H. O. (1969). Filogenética Aplicada. Primera edición. México D.F. Limusa. 518 p.
- Cabrera T. J. M. (2014). Variación en morfología, rendimiento y calidad de grano en criollos sobresalientes de maíz de la raza Zapalote chico. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, 97 p.
- Cabrera T. J. M., Carballo A. y Aragón Cueva F. (2015). Evaluación agronómica de maíces raza Zapalote Chico en la región istmeña de Oaxaca. Rev. Mexicana de ciencias agrícolas 11: 2075-2082.
- Carballo C. A. y Ramírez P. R. (2010). Manual Gráfico para la Descripción Varietal en Maíz *Zea mays* L. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas y Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. Segunda Edición, 42 p.
- Carballo C.A. (2011). VII Taller internacional. Mejoramiento genético (métodos, estrategias, tipos de variedades), Mantenimiento varietal. Disponible en: http://snics.sagarpa.gob.mx/somos/Documents/DHE_2011/4_Mejoramiento. Consulta 12 de enero del 2016.

- Castro A. E. (2004). Guía ilustrada sobre “gallina ciega” en la región Altos de Chiapas. Colegio de Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 52 p.
- Cervantes T., Goodman M. M., Casas D. E., Rawlings J. O. (1978). El uso de los efectos genéticos y las interacciones genotipo ambientales para la clasificación de las razas de maíz mexicano. *Genética*. Vol. 90: 339-348.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2008). Taller sobre Agrobiodiversidad en México: el caso del Maíz, 64 p.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2010). Argumentación para conservar las razas de maíces nativas de México. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/demaiz/pdf/proyecto/anexo6_reunionestalleres /tabla%20razas _marzo % 202010pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/demaiz/pdf/proyecto/anexo6_reunionestalleres_tabla%20razas_marzo_202010pdf). Consultado 24 noviembre del 2015.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2011). Proyecto global “Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México”. <http://www.biodiversidad.gob.mx /genes / proyecto-maices.html>. Consultado 26 de noviembre del 2015.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2012). Proyecto global de maíces nativos. Razas de México, grupo de ocho hileras. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx /genes / proyecto Maices.html>. Consultado 28 noviembre del 2015.
- De la Rosa C. M. C. (2015). Análisis de la Variación entre 13 Poblaciones de Maíces Nativos del Estado de Tlaxcala, México. Tesis de Doctor en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 65 p.
- Enciclopedia Agropecuaria. (2001). Producción Agrícola 1. Editorial Terranova. México D.F. Segunda Edición, 247 p.
- Engels J. M. M., Ebert A. W., Thormann I. y Vicente M. C. (2006). Los centros de diversidad de cultivos y/o el origen. Cultivos genéticamente modificados y las implicaciones para los recursos fitogenéticos. *Conservación de Recursos genéticos y la evolución de los cultivos* 53: 1675-1688.
- Florescano E. (2003). Imágenes y significados del dios del maíz. En: CONACULTA. Sin maíz no hay país. México, D.F., pp. 36-55.
- García E. (1981). Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, DF. 245 p.
- Gámez V. A. J., Olán de la O M., Santacruz V. A. y López S. H. (2014). Conservación in situ, manejo y aprovechamiento de maíz Palomero Toluqueño con productores custodios. *Rev. Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.5 Núm.8 pp. 1519-1530.

- Gil M. A., López P. A., Muñoz A. O. y López H. S. (2004). Variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.) en el Estado de Puebla, México. En: manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, pp.18–25.
- Guía para la Asistencia Técnica Agrícola. (1983). Área de Influencia del Campo Agrícola Experimental Istmo de Tehuantepec. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones del Pacífico Sur. Oaxaca, México.
- González R. J. (2001). Ciencia zapoteca. Agricultura y la Alimentación en la Sierra Norte de Oaxaca, 328 p.
- Herrera C. B. E., Castillo G. F., Sánchez G. J. J., Ortega P. R., y Goodman M. M. (2000). Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones de maíz en una región: caso la raza Chalqueño. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 23: 35–354.
- Herrera C. B. E., Castillo G. F., Sánchez G. J. J., Hernández C. J. M., Ortega P. R. A. y Goodman M. M. (2004). Diversidad del maíz Chalqueño. *Agrociencia* 38: 191-206.
- Hernández X. E. y Alanís G. F. (1970). Estudio morfológico de cinco razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5 (1): 3–30.
- Hochholdinger F. (2009). “La raíz del maíz. Sistema, Morfología, Anatomía, y Genética”. *Manual de maíz y su Biología*, 160 p.
- Hortelano S. R. R., Muñoz G. A., Varela S. A., Sánchez L. H., López A. P. y Colín M. S. (2012). Diversidad fenotípica de maíces nativos del altiplano centro-oriente del Estado de Puebla, México. *Rev. Fitotecnia Mexicana*. Vol. 35 (2): 97-109.
- Jarvis D.I., Myer, H. L., Klemick L., Guarino M., Smale A.H., Brown M., Sadiki B. y Hodgkin T. (2006). Guía de capacitación para la conservación *in situ* en fincas. Versión 1. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Roma, Italia. 224 p.
- Kato Y. T. A. (2005). Cómo y dónde se originó el maíz. *Rev. Investigación y Ciencia*, pp. 68-72.
- Kato Y. T. A., Mapes S. C., Mera O. L. M., Serratos H. J. L. y Bye B. R. A. (2009). Origen y diversificación del maíz: Una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el uso y Conocimiento de la Biodiversidad. México, D. F. 116 p.
- Leite M.G., Rincón S., Ruiz T. y Gonzales C.F. (2010). Selección y Mantenimiento de Poblaciones. Una Perspectiva para la Conservación *in situ* de la Diversidad Genética del Maíz. *Fitotecnia Mexicana* 33: 43-47.

- Louette D. S. (2000). Prácticas de selección de semillas y variedades tradicionales de maíz en Cuzalapa, Jalisco, México. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 13: 25-41.
- López-Austin A. (2003). Cuatro mitos mesoamericanos del maíz. En: CONACULTA .Sin maíz no hay país. México, D.F., pp. 29-35.
- López- Martín G. J., Parra R. J., Gonzales S. J., De la Cruz L. L., Rivera M. M., Valtierra C. A. J., Corona O. A., Martínez V. A. V. y Herrera G. J. M. (2008). Caracterización agronómica y morfológica de maíces nativos del Noroccidente de México. *Rev. Fitotecnia Mexicana*, vol.31, número 004, pp. 331-340.
- López-Romero G. (2005). Caracterización de la diversidad del maíz del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio Posgraduados. Montecillo, Texcoco, edo. de México, 283 p.
- López-Romero G., Santacruz V. A., Muñoz O. A., Castillo G. F., Córdoba T. L. y Vaquera H. H. (2005). Caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del Istmo de Tehuantepec, México. *Interciencia* 30 (5): 284-290.
- López-Romero G., Santacruz V. A., Muñoz O. A., Castillo G. F., Córdoba T. L. y Vaquera H. H. (2009). Perfil isoenzimático de maíces nativos del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. ii. variación dentro de grupos. *Rev. Fitotecnia Mexicana*. Vol. 32 (3): 177 – 188.
- López-Romero G., Santacruz V. A., Muñoz O. A., Castillo G. F., Córdoba T. L. y Vaquera H. H. (2010). Perfil isoenzimático de maíces nativos del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. i. caracterización de grupos. *Rev. Fitotecnia Mexicana*, vol. 33 (1): 1-10.
- López-Torres M. (1995). *Fitomejoramiento*. Editorial Trillas. Primera edición. México, 172 p.
- Marín J. A. (2001). Insecto plaga de maíz. Guía para su identificación. Folleto técnico. No. 1. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental del Bajío. Celaya, Guanajuato. México. 4 p.
- Martínez G. A. (2008). Documento II. El Maíz en México y en el Mundo. En: *Agrobiodiversidad en México: el caso del maíz*, pp. 16-49. Documento elaborado para la Dirección de Economía Ambiental.
- Matsuoka Y., Vigouroux M., Goodman M., Sánchez J.G., Buckler E. y Doebley J. (2002). Una sola domesticación del maíz se muestra por genotipo. En: *Agrobiodiversidad en México: el caso del maíz*, pp. 3-15. Documento elaborado para la Dirección de Economía Ambiental.
- Mijangos C. J. O., Corona T. T., Espinosa V. D., Muñoz O. A., Romero-P. J. y Santacruz V. A. (2007). La diferenciación entre el maíz (*Zea mays* L.) variedades locales. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 34: 295-304
- Muñoz O., A. (2003). *Centli-maíz*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. México. 210 p.

- OCDE (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo). (2003). Documento de consenso sobre el la Biología de *Zea mays subsp.* (Maíz) para el medio ambiente, salud y seguridad. No. 27. Serie sobre la armonización de Supervisión regulatoria en Biotecnología. 22 p.
- Olsen K. M. y B. L. Gross. (2008). Detección de múltiples orígenes de cultivos domesticados. *Interciencia* 37 (13): 702-708.
- Ortega P. R. (1985). Variedades y razas mexicanas de maíz y su evaluación en cruzamientos con líneas de clima templado como material de partida para mejoramiento. Traducción al español de la tesis de doctorado abreviada. Instituto de Plantas N. I. Vavilov. Leningrado, URSS. 22 p.
- Ortega P. R. (2003). La diversidad del maíz en México. Sin Maíz no hay País. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D. F. pp. 123-154.
- Perales R. H. y J. M. Hernández C. (2005). Diversidad del maíz en Puebla. In: *Diversidad Biológica en Puebla.*, pp. 419-438.
- Perales R., H. y D. Golicher. (2011). Modelos de distribución para las razas de maíz en México y propuesta de centros de diversidad. Informe técnico preparado para la CONABIO-ECOSUR. Chiapas. México. 108 p.
- Pérez C. A., Molina G. D. J. y Martínez G. A. (2002). Adaptación a clima templado de razas tropicales y subtropicales de maíz de México por selección masal visual. Rendimiento, altura de planta y precocidad. *Rev. Fitotecnia Mexicana*. Vol. 25 (4): 435 – 441.
- Pohelman M. J. y Allen S. D. (2003). Mejoramiento genético de las cosechas. 2ª edición, editorial Limusa S.A. de C.V. México D.F.
- Pressoir G. y Berthaud J. (2004). Estructura de la población de forma fuerte y selección divergente de la diversificación fenotípica en variedades locales de maíz. *La herencia* 91: 95-101.
- Pressoir G. y Berthaud J. (2004a). Los patrones de estructura de la población en las variedades locales de maíz de los valles centrales de Oaxaca, en México. *La herencia* 92 (2): 88-94.
- Pressoir G. y Berthaud J. (2004b). Estructura de la población y la fuerte diversificación fenotípica forma de selección divergente en razas locales de maíz. *La herencia* 92 (2): 95-101.
- Ramírez J. A., De los Santos G. G., Carballo C. A., Castillo G. F., Serratos J. A. y Cadena I. J. (2013). Caracterización morfológica de una muestra etnográfica de maíz (*Zea mays* L.) raza bolita de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.4 Núm.6 pp. 895-907.
- Rosas S.J., Gallardo O.G. y Jiménez J.T. (2010). Mejoramiento de Maíces Criollos Mediante la Aplicación de Metodologías de Fitomejoramiento Participativo. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 33: 60-97.

- Reyes P.C. (1990). El maíz y su cultivo. Primera edición. Editorial A.G.T. Editor, S.A. México D.F. 460 p.
- Robles S. R. (1990). Producción de Granos y Forrajes. Monterey, Nuevo León. 5ª Edición: Noriega Limusa, 663 p.
- Rodríguez M. R. (2008). Cultivo del Maíz Temas Selectos. Primera Edición. Editorial Mundi-Prensa. México D.F. 108 p.
- Ruiz C. J. A., Durán N., Sánchez J. J., Ron J., González D. R. y Holanda J. B. (2008). Adaptación climática y descriptores ecológicos de 42 razas mexicanas de maíz. *Interciencia* 48: 1502-151.
- Sánchez G. J. J. (1989). Las relaciones entre las razas de maíz mexicano. Departamento de Ciencia de los Cultivos, 187 p.
- Sánchez G., Goodman M.M. y Stuber C.W. (2000). Diversidad Isoenzimática y Morfológica de las Razas de Maíz en México. Documento traducido. *Botánica Económica*, pp. 43-54
- Sánchez G.J.J. (2011). Diversidad del Maíz y el Teocintle. Proyecto “Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México”. CONABIO, 98 p.
- SEP (Secretaría de Educación Pública). (2007). Manuales para Educación Agropecuaria Cultivos Básicos. Producción Vegetal. Editorial Trillas. Tercera Edición. México: 85 p.
- SEP (Secretaría de Educación Pública). (2008). Manuales para Educación Agropecuaria Maíz. Área de Producción Vegetal. Editorial Trillas. Tercera Edición México: 56 p.
- Serratos, H. J. A. (2009). El Origen y la Diversidad del Maíz en el Continente Americano. Documento electrónico Greenpeace. Ciudad de México. 33 p.
- Serratos H. J. A. (2012). El Origen y la Diversidad del Maíz en el Continente Americano. Segunda Edición. Universidad Autónoma de la Ciudad de México. 40 p.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2016) Consultado en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>. Consultado 25 abril del 2016.
- Sierra M. M., Palafox C. A., Espinosa C. A., Caballero H. F., Rodríguez M. F., Barrón F. S. y Valdivia B. R. (2005). Adaptabilidad de híbridos triples de maíz y de sus progenitores para la región tropical del sureste de México. *Agronomía Mesoamericana* 16 (1): 13–18.

- Taba S., Díaz J., Aragón F., Rincón S. F., Hernández J. M. y Krakowsky M. (2006). Evaluación de Zapalote chico accesiones para conservación. Artículo traducid. *Maydica*. Vol. 51:209-218.
- Toledo M.A., Arcanjo J.N., Torres C.T., Nass L.L. y Rocha F.B. (2010). Mejoramiento Participativo en Maíz, su Contribución en el Mejoramiento comunitario. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 33: 104-147.
- Turrent A. y Serratos H. J.A. (2004). Contexto y antecedentes sobre el maíz y el sus parientes silvestres en México. En: *Maíz y biodiversidad. Los Efectos del maíz transgénico en México*. Documento traducido de la Secretaría de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norte América. Montreal, Canadá. Artículo 13.
- Trujillo, C. A. (2003). Guía para seleccionar Semillas de Maíz Criollo y Variedades de Polinización Libre. Folleto Técnico No. 49. INIFAP-Campo Zacatepec, Morelos. México. 17 p.
- Trujillo C. A. (2015). Recomendación para cultivar maíz de temporal en Zacatepec, Morelos, México. SAGARPA-INIFAP. Folleto técnico. No. 50. Campo Experimental Zacatepec, 14 p.
- Vargas L. A. (2007) La historia incompleta del maíz y su nixtamalización. Cuadernos de nutrición. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 30: 97-102.
- Violic A. D. (2001). Manejo integrado de cultivos. En: *el maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción*. Colección de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Producción y Protección Vegetal No. 28. Roma, pp. 247-290.
- Vigouroux Y., Glaubitz J. C., Matsuoka Y., Goodman M. M., Sánchez G. J. y Doebley J. (2008). Estructura de la población y de las razas de maíz evaluados por ADN y microsatélites. *Interciencia* 95 (10): 1240-1253.
- Vázquez C. M. G., Pérez C. J. P., Hernández C. J. M., Marrufo D. M. L. y Martínez R. E. (2010). Calidad de grano y de tortillas de maíces criollos del altiplano y valle del mezquital, México. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 31: 49-56.
- Wellhausen E.J., Roberts L.M., y Hernández X. en colaboración con Mangelsdorf. P.C. (1951). Razas de Maíz de México. Su origen, Caracterización y Distribución. Folleto Técnico No.5, Oficina de Estudios Especiales, Secretaria de Agricultura y Ganadería, México. D.F. 235 p.