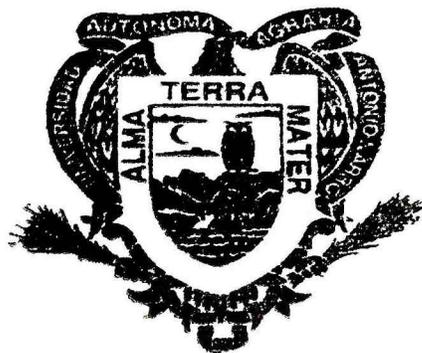


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**ADAPTACIÓN, POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE GRANO
Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE CATORCE
HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA
REGIÓN LAGUNERA.**

P O R

EFREN FILOGONIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

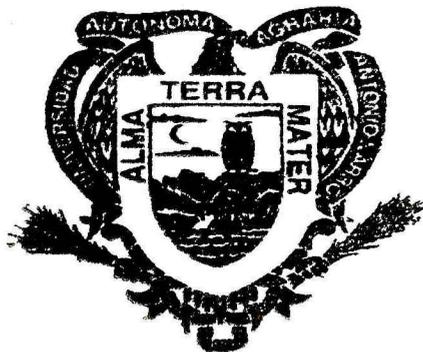
T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAH., MÉXICO. SEPTIEMBRE, 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**ADAPTACION, POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE GRANO
Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE CATORCE
HIBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA
REGIÓN LAGUNERA.**

P O R

EFRÉN FILOGONIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAH., MÉXICO. SEPTIEMBRE, 2005

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**ADAPTACIÓN, POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE GRANO Y
COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE CATORCE
HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA REGIÓN
LAGUNERA.**

POR

EFRÉN FILOGONIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAH., MÉXICO.

SEPTIEMBRE, 2005.

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

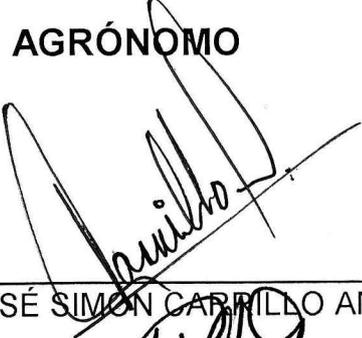
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. EFREN FILOGONIO HERNÁNDEZ HERNANDEZ ELABORADA
BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

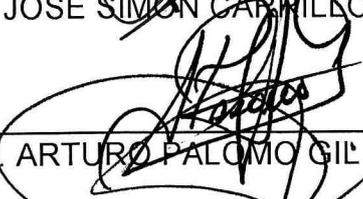
Aprobada por:

Asesor Principal:



MC. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

Asesor:



PhD. ARTURO PALOMO GIL

Asesor:

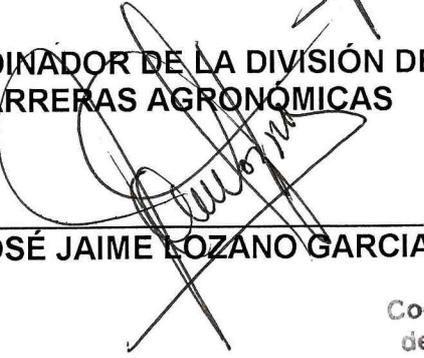


PhD. PEDRO CANO RIOS

Asesor:



MC. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS

MC. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA., MÉXICO.

SEPTIEMBRE, 2005.

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

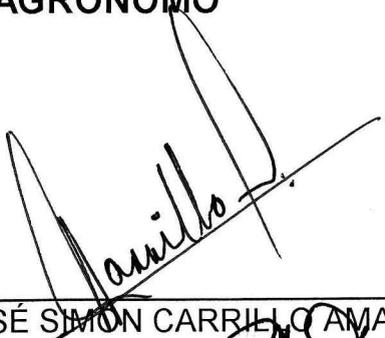
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. EFREN FILOGONIO HERNÁNDEZ HERNANDEZ QUE SE
SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

Presidente:


MC. JOSÉ SIMÓN CARRILLO AMAYA

Vocal:


PhD. ARTURO PALOMINO GIL

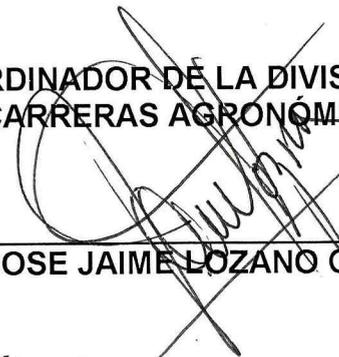
Vocal:

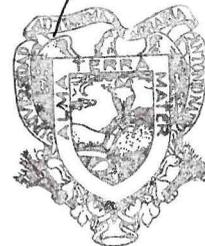

MC. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA

Vocal suplente:


DR. EMILIANO GUTIERREZ DEL RÍO

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**


MC. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
SEPTIEMBRE, 2005.

TORREÓN, COAHUILA., MÉXICO.

DEDICATORIA

A Dios por darme este gran regalo que es la vida, una familia tan maravillosa, fuerzas y salud para emprender cosas nuevas, oportunidad de vivir este momento y la fortaleza para superarme.

A la santísima Virgen de Juquila, por que en ella encontré el refugio y me dió el valor para tener la fuerza y salir adelante en los momentos más difíciles de mi carrera.

A mis padres

Máximo Hernández Hernández

Y

Rosa Federica Hernández Pérez

Por ser excelentes padres, que me formaron como persona de bien y su incondicional amor, dedicación y apoyo al compartir logros y tropiezos, por enseñarme a vencer los obstáculos en mi vida, agradezco la confianza que han depositado en mí.

A mis hermanos

Adelina, Argelia, Fidencio, Martina,
Noel, Areny, Rosita, Anayeli e Itaí.

Por ser ellos con quienes he compartido los momentos más bonitos y felices de mi vida, por su comprensión, su preocupación y por haberme apoyado de alguna manera en el transcurso de mis estudios.

A mis cuñados por sus consejos y colaboración.

A mis sobrinos, por su cariño.

A una persona muy especial Lucy, por sus frases de aliento para seguir adelante, por ser tan prudente y más que nada por su paciencia, confianza y su apoyo en la colaboración para realizar esta investigación. Gracias por todo “siempre la recordaré”.

A mis tíos

Fortunato Hernández Martínez

Y

Blanca Edith García García

Por el apoyo brindado cuando más lo necesite, por su invaluable hospitalidad y su orientación hacia un buen camino, por su bondad y su amabilidad.

Salvador Hernández Martínez

Por su incomparable amistad y porque siempre me alentó con sus palabras a seguir estudiando y obtener una profesión.

A mis abuelitos

Agustín Hernández y Martina Martínez

Faustino López (+) y Rosa Hernández

AGRADECIMIENTOS

Es grato expresar mis agradecimientos a las siguientes Instituciones y personas.

A mi "ALMA TERRA MATER", con aprecio y respeto por darme la oportunidad de realizar mis estudios dentro de sus instalaciones y culminar la meta de ser un profesional.

Al Campo Experimental La Laguna y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuaria (CELALA-INIFAP), por otorgarme las facilidades y el apoyo para realizar mi trabajo de investigación dentro de sus instalaciones.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT), por otorgarme la Beca tesis para la realización y presentación de este trabajo de investigación.

Al Mc. José S. Carrillo Amaya, principalmente por haber depositado su confianza en mi para hacer posible la realización del presente trabajo; por las críticas y correcciones en la revisión del mismo para presentar mi examen profesional.

Al PHD. Arturo Palomo Gil, por su amistad y por todo el apoyo para la realización de este trabajo.

AL PHD. Pedro Cano Ríos, por su colaboración para el análisis de la información.

Al MC. José Jaime Lozano, por su amistad y sus consejos para seguir adelante, como también por su gran apoyo en la elaboración y aceptación de este trabajo.

Al Dr. Emiliano Gutiérrez del Río, por sus enseñanzas y su gran colaboración en la búsqueda de la información para realización de este trabajo.

Al Sr. Juan García, por su gran ayuda en la toma de datos de campo.

A todos ellos por su valiosa colaboración en esta investigación

Al cuerpo docente de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna; que orientó de la mejor manera los conocimientos adquiridos para darme una formación integral como persona y profesional.

A Ma. Isabel Salas, por ser una persona integra y más que nada ser una amiga, por su apoyo moral para la elaboración de este trabajo, gracias por su amistad.

Al Ing. Maurilio Álvaro Arcos, por su amistad y por el apoyo brindado cuando más lo necesite.

Al Lic. León Rendón Velasco García, por ser un gran amigo desde hace muchos años y por su gran apoyo en los momentos mas difíciles en el transcurso de mis estudios.

A Genaro Santiago, por su amistad y colaboración.

A mis compañeros de la Región Sierra Sur en el Estado de Oaxaca.

Otón, José, Rigoberto, Rufino y Joel.

Por haber vivido juntos durante mucho tiempo, por la convivencia que siempre tuvimos, por haberme apoyado de alguna u otra manera; por los consejos recibidos de alguno de ellos en alguna ocasión.

RESUMEN

Durante el ciclo primavera-verano de 2003 en el Campo Experimental La Laguna se realizó un trabajo donde se evaluaron trece híbridos de maíz de diversos programas de mejoramiento genético, en comparación del testigo AS – 948, genotipo adaptado a las condiciones de la región. El objetivo principal de este trabajo fue cuantificar la respuesta agronómica de genotipos de maíz grano en las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera.

La siembra se realizó el día 30 de abril de 2003, en el lote No.1 bajo condiciones de riego por gravedad, utilizándose el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, la parcela experimental consistió de cuatro surcos de 9.0 m de largo y la parcela útil de dos surcos centrales a una distancia entre surcos de 0.76 m y 0.18 m entre plantas, obteniéndose una población aproximada de 73,093 plantas por hectárea.

Los datos que se tomaron en el campo fueron para las siguientes variables: floración masculina, floración femenina, acame de raíz, altura de planta, altura de mazorca, plantas enfermas, mala cobertura, plantas cuateras, mazorcas podridas y calificación de mazorca.

Los resultados para floración masculina, indican que para 50 % de floración, resultaron como los genotipos con mayor precocidad AS-900, JX-33, 30G54 y AS-902 y entre los mas tardíos DK-2002, JX-34 y AS – 948. En floración femenina sobresaliendo por su precocidad los híbridos AS-900, 30G54 y AS-902, y entre los mas tardíos JX-35, AS-948 (T), JX-34 y JX-36, de ahí que los demás se consideran de ciclo intermedio.

Los resultados en promedio para características agronómicas como altura de planta, altura de mazorca fue de 283, 122 centímetros y para acame de raíz, plantas enfermas, mala cobertura, plantas cuateras, mazorcas podridas fue de 3.9, 4, 10, 3, y 4 por ciento, para calificación de mazorca el promedio fue 8.

En general los genotipos evaluados resultaron con respuesta sobresaliente en características como: acame de tallo, plantas estériles, enfermedades de planta y mazorca.

Los resultados indican como híbridos sobresaliente en rendimiento de grano al 15 % de humedad a 30G54, DK – 2002, 30G40, Cronos y AS – 900, mismos que alcanzaron niveles de producción de 12,521, 12,255, 12,229, 11,302 y 10,862 kg/ha, en tanto que el testigo AS – 948 alcanzó una producción 9,164 kg/ha. En contraste a lo anterior el híbrido que tuvo comparativamente menor rendimiento fue el híbrido Poseidón, el cual resultó con una producción de 8,455 Kg/ha

El material genético evaluado obtuvo alta calidad de mazorca y sobresalieron por su mayor capacidad de producción, los híbridos 30G54, DK – 2002, 30G40, Cronos y AS – 900, con calificación de 8 y 9 y niveles de producción de 12,521, 12,255, 12,229, 11,302 y 10,862 kg/ha, respectivamente.

INDICE DE CONTENIDO

	PAGINA
DEDICATORA	IV
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	VIII
INDICE DE CONTENIDO	X
INDICE DE CUADROS	XIII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	3
1.1.1. Objetivo Principal	3
1.1.2. Objetivo Secundario	3
1.2. HIPÓTESIS	3
1.3. METAS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. ORIGEN DEL MAÍZ	4
2.1.1. Teoría del Ancestro Común	4
2.1.2. Origen Citogenética	4
2.1.3. Clasificación Taxonómica	5
2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA DE MAÍZ	5
2.3. GENERALIDADES DEL MAÍZ	7
2.3.1. Requerimientos Hídricos	8
2.3.2. Mejoramiento Genético	10
2.4. CONDICIONES ECOLÓGICAS Y EDAFICAS	16
2.4.1. Temperatura	16
2.4.2. Altitud	17
2.4.3. Latitud	17
2.4.4. Fotoperiodo	17
2.4.5. Suelos	18
2.4.6. Precipitación	18

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMARCA LAGUNERA	19
3.2. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS DE LA COMARCA LAGUNERA	19
3.2.1. Clima.....	19
3.2.2. Temperatura.....	20
3.2.3. Precipitación.....	20
3.3. ORIGEN DE LOS SUELOS DE LA COMARCA LAGUNERA	20
3.4. CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO EN EL SITIO EXPERIMENTAL	21
3.5. MATERIALES.....	21
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	22
3.7. MANEJO AGRONÓMICO	25
3.7.1. Preparación de Terreno.....	25
3.7.2. Siembra.....	25
3.7.3. Aclareo de Plantas	25
3.7.4. Fertilización.....	25
3.7.5. Riegos.....	26
3.7.6. Control de plagas	26
3.7.7. Control de malezas.....	27
3.7.8. Cosecha.....	27
3.8. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. VARIABLES AGRONÓMICAS	32
4.1.1. Floración Masculina y Femenina	32
4.1.2. Acame de Raíz	32
4.1.3. Rendimiento de Grano	33
4.1.4. Altura de Planta	35
4.1.5. Altura de Mazorca	35
4.1.6. Plantas Enfermas.....	36
4.1.7. Mala Cobertura	38
4.1.8. Plantas Cuateras	38
4.1.9. Mazorcas Podridas	39

4.1.10. Calificación de Mazorca	39
4.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO	41
4.2.1. Número de Granos por Metro Cuadrado.....	41
4.2.2. Número de Granos por Mazorca	42
4.2.3. Número de Granos por Hilera	42
4.2.4. Número de Hileras por Mazorca	43
4.2.5. Longitud de Mazorca	45
4.2.6. Peso de Mazorca Individual	45
4.2.7. Peso de Granos por Mazorca	45
4.2.8. Peso de Mil Semillas.....	46
V. CONCLUSIONES.....	48
VI. LITERATURA CITADA.....	50

INDICE DE CUADROS

PAGINA

3.1. Material genético de maíz evaluado, en comparación con un testigo comercial, en condiciones de riego durante el ciclo primavera-verano en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003.....	22
3.2. Especificaciones del lote experimental de la evaluación de trece híbridos de maíz grano en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP 2003	23
3.3. Arreglo de tratamientos en bloques al azar para la evaluación de trece híbridos de maíz grano en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003.....	24
3.4. Calendarización y lámina de riegos aplicados en la evaluación de trece híbridos de maíz grano en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA –INIFAP 2003	26
3.5. Control químico de plagas en la evaluación de trece híbridos de maíz grano en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003	27
4.6. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003.	34
4.7. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003	37
4.8. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de	

maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003	40
4.9. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003.	44
4.10. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003.	47

I INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el maíz es considerado el segundo cultivo más importante, por su producción, seguido por el trigo, en tanto que el arroz ocupa el tercer lugar.

El maíz es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y en producción total es segundo, después del trigo. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo.

La producción mundial promedio de maíz en el periodo 1995-2002 fue 584 millones de toneladas, encontrándose que Estados Unidos y China fueron los países que aportaron producciones el 40 y 20.2 %, respectivamente; en tanto que Brasil y México, contribuyeron con 6 y 3.2 %.

La producción se ha incrementado significativamente a partir de la década de los sesenta, debiéndose al aumento de la superficie cultivada del cereal, pero sobre todo a la incorporación de mejoras genéticas, a la utilización de técnicas de cultivo mas eficientes y al empleo de fertilizantes y nuevas variedades de semilla con mayor capacidad de producción.

En México, el grano maíz se utiliza principalmente en la alimentación humana a través de tortilla ó bien como productos industrializados tales como harinas, aceites comestibles, jarabes, hojuelas, frituras, etc.. Así también es destinado a la elaboración de alimentos balanceados para aves de corral, cerdos y ganado bovino.

El maíz en nuestro país es de gran importancia económica y social, ya que aproximadamente el 80% de la población incluye en su dieta alimenticia en este cereal, esto conduce a que una parte importante de productores a nivel nacional

siembren maíz con el propósito de asegurar el complemento alimenticio de su familia.

La producción de maíz en México para el año agrícola 2003, fueron 21.1 millones de toneladas, lo que resultó superior en 9.3 % a la producción del ciclo agrícola 2002, habiéndose sembrado y cosechado una superficie total de 8.34 millones de hectáreas y donde se registraron rendimientos unitarios de 2.53 ton/ha.

En la Región Lagunera uno de los cultivos económicamente más importantes es el maíz grano, principalmente si se considera la alta demanda de este grano para la elaboración de tortilla, alimento complementario de gran importancia en la población, el potencial para incrementar la producción y por el impacto económico al aumentar la producción y productividad del cultivo, dado que es factible obtener producciones superiores a 8.0 toneladas por hectárea. La superficie sembrada durante el ciclo primavera-verano de 2002, en áreas de riego fue 2,700 hectáreas y el rendimiento promedio fue 3,720 kg/ha.

En la producción de maíz la situación actual demanda mayores alternativas en lo referente a híbridos con amplia adaptación a las condiciones agroecológicas de la región y alto nivel productivo. En este sentido, en el INIFAP – Laguna se cuenta con información de genotipos que por su capacidad de adaptación, potencial de rendimiento y estabilidad a través de años, pueden ser utilizados en siembras comerciales con la seguridad de obtener mayor producción y productividad del cultivo, sin olvidar la importancia de realizar prácticas adecuadas de manejo agronómico; además es importante señalar que los programas de mejoramiento genético en maíz generan en forma dinámica nuevos híbridos, generándose la necesidad de estudiar su comportamiento agronómico e identificar genotipos con características iguales o superiores a los ya existentes con el objetivo de incluirlos en la tecnología, para tratar de mejorar los niveles de productividad y producción de grano en la región Lagunera.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Principal

Cuantificar la respuesta agronómica de genotipos de maíz grano en las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera.

1.1.2. Objetivo Secundario

Identificar híbridos sobresalientes por su capacidad de adaptación y potencial de rendimiento de grano, que puedan ser utilizados en sistemas tradicionales de producción y/o investigación de nuevos sistemas de producción.

1.2. HIPÓTESIS

- **Ha:** El híbrido utilizado como testigo es superior a la totalidad de híbridos en estudio.
- **Ho:** De los híbridos en estudio al menos uno es superior al testigo, en adaptación, potencial de rendimiento y otras características agronómicas.

1.3. METAS

Contar con información de nuevos híbridos de maíz iguales o superiores en capacidad de adaptación y potencial de rendimiento de grano, a los que actualmente se utilizan en la región.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del Maíz

2.1.1. Teoría del Ancestro Común

El cultivo del maíz, el teocintle y el tripsacum, provienen de un ancestro común, originado en las tierras altas de México ó Guatemala, actualmente ya extinguida, se cree que tenia un grado de adaptación muy pobre y se extinguió cuando los indígenas empezaron a domesticar el maíz. El número cromosómico cambio de 20 a 18, dando origen a tripsacum y de aquí a 36 y 72, lo cual ocasionó, que el teocintle no se volviera a cruzar con el tripsacum. Se considera que las diferencias entre maíz y teocintle, surgieron aisladamente, pero que de tal diferenciación, no ocurrió en poblaciones de maíz y teocintle, que siguieron creciendo juntos; a esto se debe que el maíz y el teocintle se crucen con facilidad. Weatherwax, citado por Robles, 1994.

2.1.2. Origen Citogenético

El maíz proviene del teocintle, ya que ambas plantas tienen 10 cromosomas en sus células gaméticas. La posición de los nudos cromosómicos en algunos teocintles, es terminal y en otros es intercalada, al igual que en maíz, estas diferencias pueden atribuirse a la migración, mutación, recombinación y a la selección.

La hibridación entre maíz y teocintle, ocurre con mucha frecuencia en forma natural y los híbridos son altamente fértiles.

El descubrimiento mas reciente, fue hecho por Macneish en 1965, en el Valle de Tehuacán, Puebla, donde encontró mazorcas de maíz silvestre a las que, mediante la prueba del carbono 14, se estima una edad aproximada de 7000 años. Robles, 1994.

2.1.3. Clasificación Taxonómica

Robles, 1994. Indica que la clasificación taxonómica del maíz es la siguiente.

ReinoVegetal.
División Tracheophyta.
Subdivisión Pteropsidae.
Clase Angiospermas.
Subclase Monocotiledónea.
Grupo Glumiflora.
Orden Graminales.
Familia Gramineae.
Tribu Maydeae.
Género Zea
Especie Mays.

2.2. Descripción Botánica de la Planta de Maíz

Robles, 1994. Describe que la planta de maíz es monoica, que tiene flores masculinas y femeninas en la misma planta pero separadas, con hábito de crecimiento anual, su ciclo de vida es de 80 hasta 200 días, de siembra a cosecha.

Estructura Morfológica de la Planta de Maíz.

Sistema Radical

La raíz principal esta representada por una a cuatro raíces seminales, que al dejar de funcionar como tales, principian a desarrollarse una profusa cantidad de raíces fibrosas, las cuales se localizan en la corona, ramificándose en raíces secundarias y terciarias y gran número de pelos radicales que realizan la máxima absorción de agua y nutrientes.

Tallo

Es cilíndrico irregular, formado por nudos y entrenudos, las variedades mas comunes presentan 14 entrenudos, los cuales son cortos en la base de la planta y mas largos en la parte superior de la planta. La altura del tallo depende de la variedad y de las condiciones agroecológicas y edáficas de cada región y varía de 0.80 a 4.0 m.

Hojas

El número más frecuente es de 12 a 18, con un promedio de 14, el cual depende del número de entrenudos del tallo. Las hojas se desarrollan de los primordios foliares, la forma de la hoja de maíz es larga y angosta con una venación paralelinerve, constituida por la vaina, lígula y limbo.

Flores

Existen dos tipos de flores, conocidas como flores estaminadas, las cuales se encuentran dispuestas en espiguillas, las cuales constituyen la inflorescencia masculina, cada flor está integrada por dos brácteas, gluma inferior y gluma superior, estas se insertan de dos en dos y contienen cada una tres estambres. El otro tipo de flores son conocidas como pistiladas que se encuentran distribuidas en una inflorescencia, con un soporte central denominado ráquis, estas también se encuentran de dos en dos, de ahí que el número de hileras por mazorca, sea en número par, cada flor esta formada por un ovario, un estilo y gran cantidad de estigmas.

Fruto

Botánicamente es un cariósipide, conocido comúnmente como semilla o grano, constituida por estructuras como: Pericarpio que es la pared del ovario desarrollado y maduro, siendo un conjunto de capas que forman la cubierta del fruto envolviendo la semilla, Capa de células de aleurona, sustancia protéica en forma de pequeños granos, que se encuentra en la capa externa del endospermo, Endospermo que es un tejido nutritivo rico en almidón que se produce en el saco

embrionario, Capa de células epiteliales tejido que cubre la superficie externa de embrión formando una delgada membrana protectora, Escutelo, Coleoptilo, Plúmula, Nudo cotiledonar, Radícula y Coleorriza. Raúl R. S., 1983.

2.3. Generalidades del Maíz

El maíz en la nomenclatura científica como *Zea mays*, nombre que le otorgo Lineo y significa "grano que proporciona la vida", *Zea* proviene del griego antiguo y significa grano y *mays* es una adaptación del termino maíz originado del caribe, donde los europeos conocieron por primera vez la planta. Reyes, 1990.

El maíz es una planta muy evolucionada, productora de una mazorca perfecta sin paralelo en otro vegetal, ha sido alimento, moneda y religión para el pueblo de México, se considera la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal, todas las plantas se reproducen solas en la naturaleza, pero el maíz está tan altamente domesticado que necesita la intervención del hombre para su sobrevivencia, la ausencia del maíz en estado silvestre se explica por esta incapacidad de la planta para reproducirse en forma natural, la mazorca concentra ordenadamente las semillas y las protege y sin el trabajo humano, que separa y dispersa las semillas, el maíz desaparecería en corto tiempo. Figueroa y Aguilar, 1997.

El maíz exige un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas, la mayoría de los genotipos y variedades del maíz se cultivan en regiones de clima caliente y de clima subtropical húmedo, con capacidad de adaptación a regiones semiáridas. Para una buena producción de maíz la temperatura debe oscilar entre 20° y 30°C. La óptima depende del estado de desarrollo de la planta. Dichas temperaturas son: germinación 20° a 25°C, desarrollo vegetativo 20° a 30°C y floración 21° a 30°C. Durante la época de la formación de grano, las temperaturas altas tienden a inducir una maduración más temprana.

Diversas investigaciones han destacado la gran diversidad del maíz, la cual se relaciona directamente con la seguridad alimentaria, gracias a que cada variedad existente tiene características de cultivo diferentes, siendo el resultado, una gran capacidad de adaptación. Greenpeace, 2000 .

2.3.1. Requerimientos Hídricos

Los requerimientos óptimos de humedad, son diferentes si se considera la variabilidad entre genotipos, en la región lagunera los híbridos mejor adaptados presentan su madurez fisiológica entre 97 a 120 dds. En condiciones de riego, el maíz requiere un riego para presiembra y cuatro de auxilio, con láminas de 20 centímetros en presiembra y 12 centímetros. La evaporación varía según las estaciones del año, en promedio de las observaciones efectuadas durante el día, son las siguientes: primavera 31.3%, verano 46.2%, otoño 52.9% e invierno 44.3%. Robles S., 1983.

En el cultivo del maíz los periodos críticos importantes que influyen en la producción de grano son, el encañe etapa que se encuentra a los 30-35 días después de la siembra; inicio de crecimiento rápido de la mazorca, que se presenta aproximadamente a los 50-52 días después de la siembra; la polinización es la etapa más importante del cultivo que ocurre alrededor de los 69 días después de la siembra y la última etapa crítica del cultivo es cuando se presenta el llenado de grano, o sea cuando el grano se encuentra en estado lechoso. El retraso ó la falta de riego en alguna de estas etapas del cultivo ocasiona una reducción en el rendimiento, que puede ser de aproximadamente 40%. Faz y Reta, 1990-1991.

Reta y Faz, 1999, Mencionan que la mejor respuesta del maíz en términos de rendimiento de grano y uso del agua evapotranspirada fue obtenido cuando el cultivo se mantuvo condiciones adecuadas de humedad en el inicio de las fases de diferenciación de órganos reproductivos (35 a 51 dds), inicio crecimiento de la mazorca (52 a 65 dds), inicio emergencia de estigmas (65 a 69 dds) y grano

lechoso (80 a 85 dds). Las deficiencias de humedad durante la diferenciación e inicio de crecimiento de la mazorca, provocaron una reducción del rendimiento de grano de 23 a 34 %, debido a la disminución del número de granos por mazorca el cual fue del 15 al 26 %. Asimismo, una reducción de la evapotranspiración de 13 % durante el llenado del grano (85 a 115 dds), provocó una disminución del peso medio de grano de 17 %. Los requerimientos hídricos del cultivo pueden ser cubiertos con tres o cuatro riegos de auxilio, dependiendo de la cantidad y distribución de las lluvias durante el ciclo. En años de baja precipitación es necesario la aplicación de cuatro riegos de auxilio, al inicio de las fases fenológicas antes mencionadas, Reta y Faz, 1999.

Reta, et al. 1990; Reta y Faz, 1990 – 1991. Encontraron que las deficiencias de humedad durante la iniciación de la mazorca y el inicio de crecimiento rápido de la mazorca provocaron una reducción del rendimiento de 31 y 52 % respectivamente, debido a una disminución del número de granos por mazorca. Cuando se ocasiona una deficiencia muy fuerte y muy larga entre los 35 y 57 días después de la siembra.

El agua es importante debido a que tiene varias funciones esenciales en la planta, una como constituyente, en la mayoría de sus órganos dentro de la planta, de tal manera que el agua representa más del 90 % del peso fresco en la planta. Otra función importante del agua en la planta, es su participación como reactivo de los procesos fisiológicos, como fotosíntesis y en los procesos hidrolíticos, tales como la digestión de almidón, donde actúa como solvente, en el cual los minerales, gases y otros solutos entran a la planta y se mueven de célula a célula y de órgano a órgano; otro papel del agua es mantener la turgencia de los tejidos en la planta, lo cual es indispensable para el crecimiento y la formación de la hoja, nuevos brotes y otras estructuras lignificadas, en la apertura de estomas y transporte en la hoja, en las flores y otras estructuras de la planta las cuales son controladas por cambios de la turgencia. Kramer, 1976.

Tanaka y Yamaguchi, 1984. Determinaron que la escasez de agua es un factor determinante para el rendimiento de grano y follaje, de tal manera que solo con la evaluación y búsqueda de genotipos de maíz sometidos a una presión de selección, bajo limitación de agua, como laminas de riego y números de riegos por ciclo, lo que permitirá obtener información para eficientar el agua con genotipos de ciclo precoz y alta producción de grano y biomasa por metro cúbico de agua.

2.3.2. Mejoramiento Genético

Creese, 1956. Define que el vigor híbrido generalmente se determina para caracteres como tamaño o rendimiento, pero esto son solo productos finales de los procesos metabólicos, cuyos patrones están en los genes, estos procesos es posible que sean alterados, inhibidos ó modificados por efecto de los factores ambientales.

Jugenheimer, 1985. Menciona que la heterosis es el vigor resultante del cruzamiento de dos variedades, que genera un híbrido sobresaliente en crecimiento, tamaño, rendimiento superior ó bien es un crecimiento en vigor con relación al mejor progenitor de la generación F_1 . El vigor, el rendimiento y la mayoría de los caracteres de importancia económica del maíz son de naturaleza cuantitativa y están controlados por un gran número de genes. La acción génica puede ser aditiva ó no aditiva, el grado de dominancia, la epítasis y las interacciones genético-ambientales se suman a la complejidad del fenómeno heterosis.

Reyes, 1985. Comenta que la heterosis es una respuesta genética cuando la cruza (F_1) entre dos razas, dos variedades, dos líneas, etc., produce un híbrido que es superior en: tamaño, rendimiento o vigor.

López y Chávez, 1995. Mencionan que el maíz híbrido es la primera generación de la cruza entre líneas endocriadas. La obtención de líneas

autofecundadas se obtiene por autopolinización controlada. Presentan la siguiente clasificación de híbridos:

Simple. Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla de híbridos F_1 es la que se ofrece a los agricultores para siembra, es común que los híbridos de cruce simple sean mas uniformes y tienden a presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables.

Triple. Se forma con tres líneas autofecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea autofecundada, donde la cruce simple es la hembra y la tercera línea el progenitor macho. Con frecuencia se puede obtener mayores rendimientos con una cruce triple que con una doble. Las plantas de una cruce triple no son tan uniformes como las de una cruce simple.

Doble. El híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruces simples, los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruces simples, por lo que presentan mayor viabilidad; es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez más que una doble.

Reta, et al, 1999. Indican que con el uso de altas densidades de población y una adecuada distribución de plantas en el terreno es posible incrementar los niveles de producción de materia seca por unidad de área. En Estados Unidos y Canadá, el incremento en la densidad de población es un factor importante que en las últimas décadas, ha contribuido al incremento en el rendimiento del maíz, esta respuesta se ha logrado gracias a la generación de genotipos de altura de planta intermedia, hojas erectas o semi-erectas y resistencia al acame, lo cual permite tolerancia a altas densidades de población.

Livera, 1992. Menciona que la expresión genotípica depende de los efectos genéticos y ambientales, así como de su interacción, por lo tanto es importante

estudiar el efecto de los factores ambientales en las respuestas de las plantas, considerando que el crecimiento, desarrollo y producción de una planta depende de procesos fisiológicos y éstos a su vez dependen de interacciones complejas de la planta, atmósfera circundante; Solo a través del mejoramiento y entendimiento de las respuestas fenológicas y fisiológicas del cultivo y de las interacciones genotipo-ambiente, se podrá contribuir a mejorar la eficiencia del proceso productivo de las plantas y de su mejoramiento genético.

Carrillo, 1998. En los sistemas de producción actuales, entre los principales componentes de la tecnología utilizada, se encuentra el uso de híbridos de alto potencial de rendimiento adaptados a las condiciones de la región, la mayoría de estos híbridos manifiestan altos potenciales de rendimiento tanto de grano como de materia seca total y alta calidad energética, estos genotipos han sido identificados, por su capacidad de adaptación y potencial de rendimiento, como es el caso de algunos híbridos como búfalo, C-922 y 3025W, los cuales alcanzan rendimientos de 10,637, 10,604 y 10,339 kg/ha de grano al 15 %de humedad.

Castro, 1980. Describe la problemática del maíz en base a los factores que afectan al rendimiento, indicando que es una conjugación de los mismos que hacen que el cultivo del maíz se vea reducido en su potencial, tanto para la formación de grano como para el desarrollo de su follaje, observándose las disminuciones del producto; entre estos factores se pueden citar a la escasez de agua, plagas y enfermedades, variedades de ciclo largo y la falta de variedades e híbridos con alto potencial de rendimiento, incrementándose de esta manera los costos de producción.

El máximo rendimiento se alcanza con densidades de población de 90,000 a 112,000 plantas/ha, utilizando genotipos con características de tolerancia a altas densidades de población. La generación de este tipo de información puede contribuir a establecer criterios de selección de genotipos tolerantes a altas densidades de población, así como información práctica que puede ser utilizada en

sistemas de producción para alto rendimiento. Reta, et al. 1999.

En maíz el rendimiento de grano depende del número de granos por planta y del peso individual de los mismos. El número de granos por mazorca $^{-1}$ es el componente de rendimiento más afectado por variaciones en las condiciones ambientales como las que ocurren al aumentar la densidad de población. (Cox, 1996) citado por Reta, et al. 2001.

Stuber, et al. 1966. Dieron a conocer una asociación genética entre la altura de la espiga, días a espigamiento y altura de mazorca. (Patil, et al. 1969) Encontraron una correlación significativa y positiva entre altura de planta y rendimiento.

Gómez, et al. 1998. Indican que el mejoramiento del maíz en la actualidad esta enfocado a la obtención de híbridos de alta capacidad de rendimiento, por lo que es importante determinar el valor productivo de éstos a las condiciones agroecológicas donde se evalúan y determinar si algunos de los caracteres agronómicos medidos están asociados al rendimiento, así en base a los resultados del coeficiente de correlación, emplear los caracteres que pueden ser útiles como índices de selección, para obtener híbridos altamente productivos.

En Jalisco y Nayarit se evaluaron dieciocho híbridos vs dos testigos, considerándose el rendimiento de grano, humedad a la cosecha, altura de planta y mazorca, floración masculina, prolificidad, cobertura de mazorca y dureza del endospermo. Los resultados indican correlación significativa entre variedades para días a floración, altura de planta y mazorca, cobertura de mazorca y prolificidad.

Márquez, et al. 1996 (citado por Ramírez, et al. 1998). Indican que los maíces criollos representan bancos de germoplasma que corren el riesgo de ser desplazados por maíces mejorados y para evitarlo es necesario el mejoramiento de los mismos por lo cual se colectaron dieciocho poblaciones de maíces criollos y

ocho de materiales mejorados, en Michoacán; Al evaluarse este material, los resultados indican diferencia significativa para tratamiento y todos los caracteres medidos, excepto para número de hileras por mazorca y número de granos por hilera. La interacción de tratamientos por localidades no mostró significancia para estos mismos. En cuanto altura de mazorca, altura por arriba de la mazorca, por ciento de acame y rendimiento, la significancia registrada indica las diferencias entre los progenitores, entre sus cruzas y retrocruzas.

Lorens, et al. 1987. En un estudio para identificar diferencias en crecimiento y desarrollo en dos híbridos de maíz con déficit de humedad, encontraron que el mayor rendimiento en uno de ellos estuvo relacionado con una menor reducción en la tasa de crecimiento del cultivo, acumulación total de materia seca del vástago, número de granos, periodo efectivo de llenado del grano e índice de cosecha.

Reta, Faz y Carrillo. 1992. En un estudio para caracterizar el comportamiento morfológico y fisiológico de tres variedades de maíz bajo diferentes calendarios de riego encontraron que los mayores rendimientos de grano se obtuvieron en los calendarios 0-40-60-80 y 0-55-75. El menor rendimiento en el calendario 0-40-60 dds fue debido a la deficiencia de humedad durante la formación y llenado del grano, las cuales disminuyeron significativamente el peso de 1,000 granos.

Hall, 1934. (citado por Jugenheimer, 1981). Estudió la relación entre ciertos caracteres morfológicos y el acame del maíz. Encontró que la ausencia de acame estaba asociada positivamente con mazorcas mas bajas, raíces de anclaje mas largas, haces de raíces mas extendidas y mas profundas, volúmenes radicales mayores, menos enfermedades, menor ahijamiento y mas libras de resistencia para arrancar la planta del suelo.

El acame resultante de una fertilidad deficiente por lo general se ha atribuido a una deficiencia de potasio, también se ha encontrado que el nitrógeno y el fósforo influyen en el acame, particularmente cuando los niveles de estos nutrientes se

incrementan y el potasio permanece a niveles bajos. Fisher y Smith, 1960; Josephson, 1961.

Leng, 1954. Citado por Jungenheimer, 1981. Indica que el clima en conjunto es determinante en la producción agrícola, podrían realizarse importantes economías mediante el desarrollo de híbridos de maíz que fueron altamente resistentes al acame, calor, sequía, frío y daño mecánico. La resistencia es la capacidad de una planta para permanecer relativamente influenciada por factores ambientales anormales, manifestando resistencia debido a las propiedades inherentes que posee.

Leng, 1954. Citado por Jungenheimer, 1981. Determinó que la excelente resistencia al acame ha contribuido considerablemente en la popularidad de los híbridos de maíz, por el contrario la falta de resistencia al acame da por resultado una baja en la calidad, disminución del rendimiento y mayores dificultades en la cosecha, en este sentido se ha determinado que las variaciones en la resistencia al acame entre los híbridos son causadas por diferencias en madurez, resistencia a enfermedades e insectos, estructura del tallo, sistema radical, altura de mazorca y del tallo, fertilidad del suelo y densidad de población.

El clima adverso durante el periodo crítico de floración es un riesgo considerable para la producción de maíz, habiéndose determinado que las temperaturas elevadas pueden secar la espiga o pueden matar los granos de polen después de ser esparcidos, así mismo pueden interferir con la polinización al ocasionar el marchitamiento de los estigmas, acelerando su receptividad para el polen; Esta interferencia con la polinización se refleja en un llenado muy deficiente de las mazorcas y en consecuencia, en una reducción del rendimiento de grano. Leng, 1954, citado por Jungenheimer, 1981.

Lonnquist, 1942; Lonnquist y Jugenheimer, 1943. Estudiaron los factores que afectan el llenado de la mazorca de maíz. En este sentido encontraron

correlaciones negativas significativas entre temperaturas elevadas y llenado de las mazorcas de líneas puras, cuando se autofecundaron, además algunas líneas llenaron bien aún cuando las temperaturas fueron las más elevadas, mientras que en otras el llenado fue escaso con temperaturas relativamente óptimas. Como promedio de dos años, el llenado de la mazorca fluctuó de 65 a 8 % cuando la temperatura máxima del día de polinización varió de 27° C a 38° C, respectivamente.

Con el objetivo de determinar el efecto de la selección para prolificación y de la densidad de población sobre el rendimiento de grano y sus componentes de tres poblaciones de maíz, se evaluaron en dos densidades de población, encontrándose no significancia en rendimiento de grano entre las poblaciones. El incremento de la densidad de población de 30 a 65 mil pl/ha, disminuyó en 17% el número de mazorcas. En la mazorca primaria disminuyó el peso de 100 granos y longitud de mazorca y en la mazorca secundaria se redujo el rendimiento y la expresión de sus componentes. El rendimiento de grano se incremento al aumentar la densidad, donde la contribución relativa de mazorcas fue 70% la primaria, 29% la secundaria y 1% la terciaria, por lo que la selección para prolificación no causó un incremento importante en el rendimiento. Espinosa, Mendoza y Ortiz, 20002.

2.4. Condiciones Ecológicas y Edáficas

2.4.1. Temperatura

Las temperaturas extremadamente altas, en particular cuando están acompañadas por humedad deficiente, pueden ser muy dañinas para el maíz, se ha determinado que las plantas son más susceptibles al daño por altas temperaturas en la etapa de espigamiento, dado que afecta seriamente la viabilidad del polen, al combinarse temperatura alta y baja humedad relativa. Jungenheimer, 1981.

Temperaturas menores de 10° C retardan o inhiben la germinación y al disponer de humedad, se pueden presentar fitopatógenos que dañan el embrión. La temperatura media óptima durante el ciclo vegetativo del maíz es de 25° C a 30° C. Robles S., 1983.

2.4.2. Altitud

Se cultiva el maíz con buenos rendimientos desde el nivel del mar, hasta alrededor de los 2500 metros, sin embargo, a altitudes mayores a los 3000 msnm, los rendimientos disminuyen, sobre todo por las bajas temperaturas propias de altitud excesiva. Este rango tan amplio de altitud, hace que el cultivo se adapte a la mayor parte de las regiones agrícolas del mundo. Robles S., 1983.

2.4.3. Latitud

En general, el maíz se adapta desde más o menos 50° de latitud norte, hasta los 40° de latitud sur, donde quedan comprendidas diferentes regiones agrícolas del mundo. En el Continente Americano, se siembra maíz desde Canadá, EUA, México, todo Centro y Sudamérica, hasta el sur de Argentina. Las regiones más productoras de maíz se localizan entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio, la latitud, es importante por su influencia en el fotoperíodo y en las temperaturas.

2.4.4. Fotoperíodo

Se considera que el maíz es una planta insensible al fotoperíodo, debido a que se adapta a regiones de fotoperíodo corto, neutro y largo. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen de 11 a 14 horas luz, si se considera la fecha del 21 de marzo, a una latitud de 0° se tienen 12 horas 7 minutos y a 60° norte se tienen 12 horas luz 18 minutos, siendo mínima la diferencia del fotoperíodo, por lo que en esta época es donde se inicia la siembra de maíz en la mayoría de las latitudes propias a este cultivo. Robles S., 1983.

2.4.5. Suelos

El suelo es importante para las plantas, por su textura, estructura y su contenido de elementos orgánicos e inorgánicos como fuente de nutrientes, además por la humedad, aireación, temperatura, flora microbiana, etc., que contribuyen a proporcionar a la planta condiciones edáficas para un buen desarrollo vegetativo y la obtención de altos rendimientos. Robles S., 1983., el maíz prospera en diferente tipo de suelo, dado que se siembra en suelo arcilloso, arcilloso-arenoso, franco, franco-arcilloso, franco-arenoso, sin embargo, son mejores los suelos francos, que favorecen a un buen desarrollo del sistema radical y permiten además mayor eficiencia en la absorción de agua y nutrientes, así como un mejor anclaje de plantas, obteniéndose una población de plantas uniforme en vigor y desarrollo. El nivel de pH adecuado para maíz es entre 6 – 7.

2.4.6. Precipitación

El agua en forma de lluvia es muy importante en periodos de crecimiento, con precipitaciones deseables mínimas de 40 a 65 centímetros de lámina.

III MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano de 2003, en el Campo Experimental La Laguna (INIFAP) en el municipio de Matamoros, Coahuila, ubicado en la parte Suroeste del estado de Coahuila y Noreste del estado de Durango, comprendida entre los paralelos 24°32' y 26°54' de latitud norte y los meridianos 101° 45' y 103° 15' de longitud oeste de Greenwich.

3.1. Localización Geográfica de la Comarca Lagunera

La comarca Lagunera, esta integrada por los municipios de Torreón, Matamoros, Francisco I. Madero, San Pedro y Viesca en el estado de Coahuila; y los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Nazas, San Juan de Guadalupe, Simón Bolívar y Rodeo, en el estado de Durango. Este se encuentra ubicado en los paralelos 24° 05' y 26° 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 103° 15' de longitud oeste de Greenwich, a una altura de 1, 120 m. sobre el nivel del mar. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas y urbanas. Al norte colinda con el estado de Chihuahua y con los municipios de Sierra Mojada Y Cuatrociénegas, al este, con los municipios de General Cepeda y Saltillo en Coahuila; al sur con el estado de Zacatecas y el municipio de Guadalupe victoria, Durango; y al oeste, con los municipios de Hidalgo, San Pedro del Gallo, Inde, Coneto de Comonford y San Juan del Río, Durango. Aguirre, 1981.

3.2. Aspectos Climatológicos de la Comarca Lagunera

3.2.1. Clima

Palacios, 1990, define el clima de la región como bWhw (f), es decir, muy seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indican una media anual

de 21° C, presentando su valor más bajo en enero y el más alto en julio. La precipitación promedio es de 220 mm anuales, situación que limita la práctica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un período libre de heladas de abril a octubre. La cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año, en el mes más lluvioso tiene una acumulación de 36.6 mm. En cuanto al mes más seco solo alcanza 1.5 mm; La humedad varía en el año; en primavera tiene un valor promedio de 30.1%, en otoño de 49.3% y finalmente en invierno de un 43.1%. Cenid - Raspa, 2000.

3.2.2. Temperatura

En la Comarca Lagunera existen por año dos épocas diferenciadas por temperatura, la primera comprende de abril a octubre, en el cual la temperatura media mensual excede de los 20° C, y la segunda abarca los meses de noviembre a marzo, en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6° C y 19.4° C, los meses más calurosos son de Mayo a Agosto y los más fríos son Diciembre y Enero. Farías, 1980.

3.2.3. Precipitación

De acuerdo con las lluvias registradas durante las últimas décadas en la estación climatológica de CONAGUA; concluye que en la Comarca Lagunera la precipitación media anual es de 220 mm; el período máximo de precipitación está comprendido en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

3.3. Origen de los Suelos de la Comarca Lagunera

Un estudio agrológico de la Comarca Lagunera describe que la Comarca Lagunera, estaba cubierta por mares con el transcurso del tiempo se fueron secando; iniciando el relleno de estas oquedades en la última etapa del período terciario y prolongándose después de ese período por un millón de años,

terminando el relleno los acarreos de los ríos, que nivelaron las acumulaciones sedimentarias dando origen a casi la totalidad de suelos regionales (Ojeda, 1988).

3.4. Condiciones Físico-Químicas del Suelo en el Sitio Experimental

La generalidad de los suelos del campo experimental presentan características similares a las del lote experimental donde se realizó este trabajo, encontrándose antecedentes que indican que dichos suelos cuentan con niveles bajos de nitrógeno y fósforo por lo que es necesario la aplicación de estos elementos, no requiriendo la aplicación de potasio, dado que en base a muestreos realizados, se han encontrado concentraciones de aproximadamente 200 ppm. Así mismo, los valores de materia orgánica registrados son de alrededor de 0.4%, en tanto que los de pH, se encuentran entre 8.0 y 8.7, contándose con suelos sin problemas de salinidad.

3.5. Materiales

En el presente trabajo se evaluaron trece nuevos híbridos de maíz para producción de grano, en comparación con un testigo comercial, el híbrido AS-948 adaptado a las condiciones de la región y de alto potencial de rendimiento. Los híbridos evaluados proceden de varias empresas de semillas, de la Región Lagunera. Cuadro 1.

Cuadro 1. Material genético de maíz evaluado, en comparación con un testigo comercial, en condiciones de riego durante el ciclo primavera-verano en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP 2003.

HIBRIDOS	EMPRESA DE SEMILLAS	CICLO
JX – 35	TECNOLOGÍA DE SEMILLAS	INTERMEDIO
JX – 34	“	“
JX – 36	“	“
JX – 33	“	INTERMEDIO-PRECOZ
AS – 900	ASPROS	“
AS – 905	“	INTERMEDIO
AS – 902	“	“
DK - 2000	DEKALB	“
DK - 2002	DEKALB	“
CRONOS	UNISEM	“
POSEIDÓN	“	“
30 G 40	PIONEER	“
30 G 54	“	“
AS – 948 (T)	ASPROS	“

3.6. Diseño Experimental

El experimento se estableció en el lote 1, cuyo suelo es de textura franco-arcilloso, buena profundidad y buen drenaje, el diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones y parcela experimental de cuatro surcos de 9.0 m de longitud y distancia de 0.76 m entre surcos; la parcela útil fueron dos surcos de 7.6 m con una distancia de 0.18 m entre plantas, obteniéndose una densidad de 73,093 plantas por hectárea.

Cuadro 2. Especificaciones del lote experimental de la evaluación de trece híbridos de maíz grano en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP 2003.

SITIO EXPERIMENTAL	Campo experimental
LOCALIDAD	Matamoros, Coahuila
FECHA DE SIEMBRA	30 de abril de 2003
DISEÑO EXPERIMENTAL	Bloques al azar
NUMERO DE REPETICIONES	Cuatro
PARCELA EXPERIMENTAL	Cuatro surcos de 9.0 m
PARCELA ÚTIL	Dos surcos de 7.6 m
DISTANCIA ENTRE SURCOS	0.76 m
DISTANCIA ENTRE PLANTAS	0.18 m
POBLACIÓN DE PLANTAS	73,093 pl/ha.
FECHA DE ACLAREO	23 de mayo
FERTILIZACIÓN	180 – 60 – 00
RIEGOS	Riego de presiembra y cuatro auxilios
LABORES DE CULTIVO	Escarda, fertilización y aporque
APLICACIÓN DE INSECTICIDA	2 / cogollero + 3 / araña roja.

Cuadro 3. Arreglo de tratamientos en bloques al azar para la evaluación de trece híbridos de maíz grano en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP 2003.

C A N A L D E R I E G O	REPETICIONES								
	HIBRIDOS	I		II		III		IV	
1	JX – 35	1 *	14 **	28 *	8 **	29 *	13 **	56 *	6 **
2	JX – 34	2	3	27	12	30	2	55	3
3	JX – 36	3	8	26	13	31	11	54	14
4	JX – 33	4	11	25	10	32	10	53	1
5	AS – 900	5	13	24	9	33	9	52	2
6	AS – 905	6	6	23	2	34	8	51	4
7	AS – 902	7	12	22	7	35	7	50	11
8	DK – 2000	8	4	21	1	36	6	49	12
9	DK – 2002	9	10	20	14	37	5	48	8
10	CRONOS	10	1	19	11	38	4	47	7
11	POSEIDÓN	11	9	18	3	39	14	46	5
12	AS – 948 (T)	12	5	17	6	40	12	45	10
13	30 G 40	13	7	16	5	41	1	44	9
14	30 G 54	14	2	15	4	42	3	43	13

* Número de parcela

----- NORTE ----->

** Número de tratamientos

3.7. Manejo agronómico

3.7.1. Preparación de Terreno

La preparación de terreno se llevó a cabo en el mes de marzo de 2003, consistió en un barbecho, rastra y escrepa, surcado, fertilización inicial, bordos y riego de presiembra.

3.7.2. Siembra

La siembra se realizó el 30 de abril de 2003, en tierra venida, depositándose la semilla a 7 centímetros de profundidad, la siembra se realizó en forma manual, para lo cual se utilizó maquinaria sin botes semilleros, la siembra fue en surcos sencillos, a una distancia de 18 centímetros entre plantas y 76 centímetros entre surcos.

3.7.3. Aclareo de Plantas

El aclareo de plantas se realizó a los 23 días después de la siembra dejando una planta por mata y una distancia de 18 cm., para obtener una población aproximada de 73,093 plantas por hectárea.

3.7.4. Fertilización

La fórmula de fertilización utilizada fue 180-60-00, realizándose una primera aplicación antes de la siembra con 100 – 60 – 00 y posteriormente antes del primer riego de auxilio se aplicaron 80 kilogramos de nitrógeno, para completar la dosis total.

3.7.5. Riegos

La aplicación de riegos en maíz debe realizarse de acuerdo a la aparición de etapas importantes en el desarrollo del cultivo, procurando mantener al suelo abastecido de humedad; En este sentido, Reta y Faz, 1999., indican que las deficiencias de humedad durante la diferenciación e inicio de crecimiento de la mazorca, provocaron una reducción del rendimiento de grano de 23 a 34 %, debido a la disminución del número de granos por mazorca el cual fue de 15 a 26 %.Cuadro 4.

Cuadro 4. Calendarización y lámina de riegos aplicados en la evaluación de trece híbridos de maíz grano en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA - INIFAP 2003.

RIEGOS	FECHA DE APLICACIÓN	D. D. S. *	LAMINA DE APLICACIÓN CM.
Presiembra	16 de abril	0	20
1º Auxilio	29 de mayo	29	12
2º Auxilio	13 de junio	44	12
3º Auxilio	27 de julio	58	12
4º Auxilio	15 de julio	77	12

* D.D.S. Días después de la siembra

3.7.6. Control de Plagas

Es importante proteger al cultivo principalmente durante los primeros 40 días de desarrollo. Se realizaron dos aplicaciones de insecticida para gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), ya que al no realizar esta práctica el cultivo puede

manifestar pérdidas en población de plantas hasta un 30 ó 35 por ciento; Así mismo se hicieron tres aplicaciones para la araña roja (*Tetranychus* sp), la que de acuerdo con antecedentes es posible que ocasione pérdidas superiores al 50 %, por lo que es necesario realizar control químico, al observar las primeras colonias, las cuales se detectan al observar manchas amarillentas ó alimonadas en las hojas inferiores de las plantas. Cuadro 5.

Cuadro 5. Control químico de plagas en la evaluación de trece híbridos de maíz grano en comparación con un testigo comercial en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003.

PLAGA	PRODUCTO	DOSIS / HA.
Gusano cogollero	Cipermitrina+ Clorpirifos	1.0 lt + 1.0 lt
Gusano cogollero	Clorpirifos +Cipermitrina	1.0 lt + 1.0 lt
Araña roja	Azadrin	0.75 lt
Araña roja	Folimat 1000 E	0.75 lt
Araña roja	Folimat 1000 E	0.75 lt

3.7.7. Control de maleza

Se realizaron dos limpiezas con azadón, uno a los 15 y el otro a los 26 dds, para aporcar y mantener el cultivo libre de malas hierbas, se realizó una escarda mecánica a los 28 dds, no usándose ningún tipo de herbicida para el control de maleza.

3.7.8. Cosecha

Se realizó manualmente a partir del día 20 de agosto del 2003, cosechándose dos surcos centrales por parcela cuando el grano tenía entre 25 y 30 % de humedad, se contabilizó el número total de plantas por parcela útil y el número

total de mazorcas obtenido dentro de la parcela útil, posteriormente se obtuvo el peso total de mazorcas.

3.8. Características evaluadas

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

- * Días de floración masculina. Se determinó con el total de días transcurridos, desde la siembra hasta que el 50% de las plantas por parcela se encontraban liberando polen.
- * Días de floración femenina. A partir de la fecha de siembra, se registró este dato al observar el 50% de jilotes con estigmas expuestos o receptivos.
- * Altura de planta. Es la altura desde la base del tallo hasta la parte superior de la planta, para esto se midieron diez plantas por parcela.
- * Altura de mazorca. Altura comprendida de la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca superior de la planta, medición en diez plantas por parcela.
- * Acame de raíz. Número de plantas inclinadas 45° o más con respecto a la vertical por parcela.
- * Acame de tallo. Número de plantas acamadas o rotas por parcela que pudo deberse al daño por plagas o por las características de los mismos materiales.
- * Mala cobertura. Número de plantas con mazorcas descubiertas en el extremo superior, ocasionado por un deficiente desarrollo de las brácteas.

* Plantas estériles. Número de plantas sin mazorca, en la mayoría de los casos se le atribuye a la falta de sincronización de la floración femenina con la flor masculina o bien por daños de plagas; como gusano elotero y/o diabrotica los cuales dañan los estigmas.

* Plantas enfermas. Número de plantas dañadas por las diversas enfermedades, siendo las mas importantes económicamente en esta región lagunera, el carbón común (*Ustilago maydis*) y la pudrición de tallo por *Fusarium*.

* Plantas cuateras. Cuantificación del número de plantas que produjeron dos o más mazorcas por parcela.

* Mazorcas podridas. Dentro de cada parcela se cuantificó el número de mazorcas dañadas por carbón común o por plagas.

* Calificación de mazorca. Se calificó el total de mazorcas por parcela, basándose en una escala de 1 – 9, donde 1 es lo indeseable y 9 lo sobresaliente en tamaño, uniformidad, fitosanidad, llenado del grano.

* Peso de campo. Se cosecharon dos surcos centrales por parcela, obteniendo el número y peso total de mazorcas, en seguida se tomó una sub-muestra de diez mazorcas para obtener 250 gramos de semilla para medir la humedad del grano, para lo cual se utilizó un determinador de humedad Stanlite.

Posteriormente el peso de campo fue transformado a rendimiento de grano por hectárea ajustado al 15 por ciento de humedad, en base a la siguiente ecuación, dado que se cosecharon plantas con competencia completa.

$$R = \frac{PC (100 - \% HUM) 72,320}{NPC (85)}$$

Donde:

R = Rendimiento en kg/ha de mazorca al 15% de humedad

PC = Peso de campo por parcela

%Hum = Porcentaje de humedad del grano al cosechar

NPC = Número de plantas cosechadas por parcela

85 = Constante para ajustar la humedad del grano

* Número total de plantas. Al momento de cosechar se registró el número total de plantas por parcela útil.

* Número total de mazorcas. Al momento de cosechar fue contabilizado el número total de mazorcas, obtenido dentro de la parcela útil.

* Porcentaje de humedad del grano. Se tomo una muestra representativa de grano para determinar el contenido de humedad al momento de pesar la producción por parcela y así con este dato ajustar la humedad al calcular el rendimiento de grano por hectárea.

Transformación de datos porcentuales. Los valores porcentuales de algunas variables tienen una distribución binomial en vez de normal, por lo que es necesario transformar estos valores para uniformizar la varianza; la transformación se realizó de acuerdo con la siguiente ecuación

$$Y = \sqrt{X + 0.05}$$

Donde:

Y = Valor transformado

X = Valor de la variable a transformar. Snedecor y Cochran, 1974.

Análisis de Varianza.

La información obtenida, se analizó estadísticamente en base al modelo de bloques al azar:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + E_{ij}$$

Donde:

μ = Media general

T_i = Efecto del i - ésimo tratamiento.

R_j = Efecto de la j - ésima repetición.

E_{ij} = error experimental.

Con el objetivo de agrupar los valores promedios de tratamientos, se utilizó la prueba de rango múltiple DMS (Diferencia Mínima Significativa). Esta prueba es efectiva al comparar un tratamiento estándar con otros tratamientos; como en este trabajo que se realizó la evaluación de diferentes híbridos en comparación con un testigo.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES AGRONOMICAS

4.1.1. Floración Masculina y Femenina

Shaw y Tom, 1951. Indican que la duración de la madurez del maíz se divide en etapa vegetativa y el desarrollo de mazorca. La etapa vegetativa puede descomponerse en tres periodos: 1. siembra - emergencia, 2. emergencia – espigamiento y 3. espigamiento - floración femenina. Encontraron que de emergencia a espigamiento, es una fase para determinar el momento de la madurez, este periodo se hace mas corto con temperaturas altas y humedad adecuada. El intervalo de floración femenina a madurez es muy constante. Por lo que la madurez podría predecirse al añadir 50 días a la fecha promedio de la floración femenina, obteniéndose así la fecha aproximada de madurez fisiológica.

Los resultados para floración masculina, indican que para 50 % de floración, el promedio general fue 67 días y una variación de 61 a 71 días, donde resultaron como los genotipos con mayor precocidad AS-900, JX – 33, 30G54 y AS - 902 con 61 a 65 días y entre los mas tardíos, los híbridos DK – 2002, JX – 34 y AS – 948 , con 70 y 71 días, determinándose que con excepción de estos tres híbridos, los demás evaluados son materiales de ciclo intermedio – precoz. Una respuesta con similar tendencia se observa en floración femenina, con un promedio de 70 días, con un rango de variación 63 a 74 días, sobresaliendo por su precocidad los híbridos AS-900, 30G54 y AS – 902, con 63 y 67 días, entre los mas tardíos, los híbridos JX-35, AS-948 (T), JX-34 y JX-36 con 73 y 74 días de floración. Cuadro 6.

4.1.2. Acame de Raíz

Este tipo de acame es la inclinación del tallo o caída de la planta lo cual ocasiona pérdidas de cosecha al dañarse el grano por la humedad al quedar la

mazorca en el suelo se desarrollan hongos ó bien puede ser dañada por roedores. Bhatnagar y Jugenheimer, 1962. Indican que la resistencia es la capacidad de una planta para permanecer relativamente influenciada por factores ambientales anormales, manifestando resistencia debido a las propiedades inherentes que posee. Hall, 1934. (citado por Jugenheimer, 1981). Encontró que la ausencia de acame estaba asociada positivamente con mazorcas mas bajas, raíces de anclaje mas largas, haces de raíces mas extendidas y mas profundas, volúmenes radicales mayores, menos enfermedades, menor ahijamiento y mas libras de resistencia para arrancar la planta del suelo. El acame se ha atribuido a una deficiencia de potasio, así también cuando los niveles de nitrógeno y el fósforo se incrementan y el potasio permanece a niveles bajos. Fisher y Smith, 1960; Josephson, 1961.

Acame de raíz influye en forma importante en la cosecha del grano, ya que en un cultivo acamado, la recolección mecánica se realiza en forma deficiente, lo que puede representar pérdidas para el productor. En este sentido, los resultados obtenidos indican que la media general fue 3.9% y una variación de 1 a 9%, siendo los genotipos con mayor porcentaje de acame AS – 902, AS – 905, AS – 948 (T) y JX – 33 con 18, 9 y 6 %. Y donde sobresalen con bajo porcentaje 30G54, DK-2002, 30G40 y Cronos con 1%. Cuadro 6.

En cuanto a acame de tallo se obtuvo una respuesta sobresaliente, dado que no se detectó problema.

4.1.3. Rendimiento de Grano

El rendimiento de grano es el resultado de un efecto conjunto de características agronómicas y es la característica de mayor importancia económica. Los resultados para rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, ajustado al 15 % de humedad, indican que los híbridos sobresalientes e iguales estadísticamente al 5% de probabilidad, fueron 30G54, DK–2002, 30G40 y Cronos, con un rendimiento de 12,521, 12,255, 12,229 y 11,302 kg/ha, respectivamente.

Para esta característica el promedio general fue de 10,189 kg/ha, donde resultaron superiores a la media general siete genotipos, en tanto que el testigo AS-948 obtuvo un rendimiento de 9,164 kilogramos por hectárea. Cuadro 6.

Cuadro 6. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera. CELALA-INIFAP 2003.

Híbridos	Días 50% a flor ♂	Días 50% a flor ♀	% Acame de raíz	Rendimiento de Grano
30G54	65 fg	67 g	1 d	12,521 a
DK – 2002	70 ab	72 bcde	1 d	12,255 ab
30G40	67 de	69 efg	1 d	12,229 ab
CRONOS	69 abcd	71 cde	1 d	11,302 abc
AS – 900	61 h	63 h	3 bcd	10,862 bcd
JX – 33	65 fg	68 fg	6 ab	10,232 cde
AS – 902	65 g	67 g	18 a	10,202 cde
JX-35	68 bcde	73 bc	2 cd	9,659 def
DK – 2000	67 ef	70 def	2 cd	9,240 ef
AS – 948 (T)	70 abc	73 bc	6 bc	9,164 ef
AS – 905	66 efg	70 def	9 ab	9,081 ef
JX – 34	71 a	73 a	2 cd	8,807 ef
JX – 36	68 cde	74 ab	1 d	8,643 f
POSEIDON	68 bcde	72 bcd	2 cd	8,455 f
M. GENERAL	67	70	3.9	10,189
C. V. %	2	3	50	10

DMS. Tratamientos agrupados con letra igual son estadísticamente iguales entre si, al 5% de probabilidad.

Rendimiento de grano ajustado al 15 % de humedad.

4.1.4. Altura de Planta

El maíz al sembrarse en fecha temprana presenta una menor altura de planta, una inserción de la mazorca más baja y por lo tanto mayor resistencia al acame, obteniéndose generalmente mayor peso específico del grano, lo que al final significa una mayor producción de materia seca por hectárea (Bartolini, 1984). En el presente trabajo los resultados indican un promedio para altura de planta de 283 centímetros, con una variación de 267 a 304 centímetros, donde destaca el híbrido AS-905 con 304 centímetros, el cual obtuvo un potencial de rendimiento de 9,081 kg/ha. Por el porte de planta obtenido, por su potencial de rendimiento y por la resistencia de los tallos al acame, algunos de estos híbridos pudieran tener una buena respuesta agronómica al sembrarse a una mayor densidad de plantas por hectárea, como es el caso de 30G54, DK - 2002, 30G40, AS - 900, Cronos y JX - 33. Entre los genotipos de porte más bajo se encuentran AS-900, 30G54 y 30G40 principalmente, estos híbridos es probable que al sembrarse a una mayor densidad, muestren una mejor respuesta en cuanto a rendimiento de grano y materia seca total.

4.1.5. Altura de Mazorca

Características como altura de planta y mazorca son importantes dado que permiten identificar genotipos capaces de tolerar altas densidades de población de plantas, ya que híbridos de porte medio, permiten el establecimiento de siembras a densidades hasta 110, 000 plantas por hectárea, a través de lo cual es posible incrementar los niveles de producción en un 25 ó 30%. Reta et al., 1998.

Un concepto ligado a la densidad de plantas indica que el cultivo más productivo, no es siempre el que tiene una mazorca con mayor tamaño, sino el que produce una mayor cantidad de grano seco por unidad de superficie. Cervi C. E. 1984 y Bartolini, 1984. La altura de mazorca es una característica que es importante en cuanto a su uniformidad, principalmente para evitar problemas al momento de

cosechar en forma mecánica. Los híbridos evaluados alcanzaron una altura promedio de 122 centímetros y una variación de 104 a 142 centímetros, destacando por su mayor altura de mazorca los híbridos AS – 948 (T), AS – 905, JX – 33 y JX – 36. Cuadro 4

4.1.6. Plantas Enfermas

En la Región Lagunera la enfermedad de mayor importancia en maíz es el carbón común *Ustilago maydis*, la presencia de este hongo ocurre cuando se presentan condiciones ambientales propias para su desarrollo como, alta temperatura, baja humedad relativa, terrenos infectados dado que el hongo persiste en el suelo de un ciclo a otro, otra condicionante es que ya establecida la planta, al ocurrir daños mecánicos, será alta la probabilidad de que se manifieste la presencia de carbón. Al evaluar la respuesta del material genético con respecto a este problema se encontraron resultados que aquí se indican, el promedio general fue 4%, considerándose esto muy bajo, por lo que los daños se considera que no afectan el rendimiento y por tanto ni la calidad de la producción; en este sentido, se observó una variación entre genotipos de 2 a 8%, encontrándose entre los genotipos ligeramente con mayor porcentaje a los híbridos AS-905, Poseidón y AS-948 (T), con valores de 6 a 8%, determinándose que este grado de daño es poco significativo, al respecto destacan por baja incidencia los híbridos 30G54, 30G40, Cronos y DK – 2000, con 2% de presencia de carbón común. Cuadro. 7

Cuadro 7. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP 2003.

Híbridos	Altura de planta	Altura de mazorca	% Plantas enfermas
30G54	273 de	107 f	2 d
DK-2002	279 cde	114 ef	3 bcd
30G40	276 cde	105 f	2 cd
CRONOS	281 cde	124 cde	2 d
AS-900	267 e	104 f	5 abc
JX-33	283 bcd	132 abc	3 bcd
AS-902	285 bde	131 abcd	5 abc
JX-35	280 cde	125 bcde	5 abc
DK-2000	281 cde	113 ef	2 d
AS-948 (T)	288 bc	142 a	6 ab
AS-905	304 a	139 ab	8 a
JX-34	295 ab	129 abcd	3 bcd
JX-36	290 bc	131 abc	4 abcd
POSEIDON	285 bcd	117 def	8 a
M. GENERAL	283	122	4
C. V. %	3	8	32

DMS. Tratamientos agrupados con letra igual son estadísticamente iguales entre sí, al 5% de probabilidad.

Rendimiento de grano ajustado al 15 % de humedad.

4.1.7. Mala Cobertura

Mala cobertura de mazorca, es una característica de la planta, que se presenta en maíz en porcentaje variable, dependiendo del híbrido, aunque también puede estar influido por la interacción del genotipo con el ambiente. Mala cobertura es la presencia de mazorca descubierta de la punta debido a que las brácteas no cubren totalmente a la mazorca, lo que puede significar mayores daños por ataque de plagas y pájaros, resultando daño secundario por pudriciones de mazorca; en este sentido, los híbridos mostraron un promedio general de 10%, en tanto que la variación fue de 2 a 22%, donde destacan por un mayor incidencia de mala cobertura los híbridos DK – 2002, Cronos, Poseidón y 30G54 con valores de 22, 18 y 16%; Por el contrario los mejores híbridos en este sentido, fueron JX – 34 y JX – 35 con porcentajes de 2 y 4%, mientras que el testigo con 6 %. Cuadro 8.

4.1.8. Plantas Cuateras

En maíz uno de los componentes del rendimiento importantes es el número de mazorcas por planta. Fisher y Palmer, 1985. Una Planta prolífica es aquella que desarrolla más de una mazorca en el tallo principal. Hallauer, 1974. Los genotipos prolíficos establecidos en densidades relativamente altas han permitido incrementar el rendimiento de grano por unidad de área. Maita y Coors, 1996., puesto que muestran mayor tolerancia a la competencia entre plantas y presentan menor porcentaje de plantas sin mazorca. Anderson et al., 1974; Hallauer, 1974. Los resultados obtenidos indican que el porcentaje promedio fue 3%, determinándose que estos genotipos no cuentan con capacidad de prolificidad, se ha determinado en este sentido que la segunda mazorca producida en algunos híbridos no compensa lo que se puede llegar a producir cuando se incrementa la población de plantas por hectárea. El rango de variación entre los híbridos evaluados fue de 1 a 6% donde destaca ligeramente el híbrido 30G54 con 6%, encontrándose que fue el genotipo que alcanzó el mayor nivel de producción de grano y fue estadísticamente

igual al 5% de probabilidad a otros tres genotipos, los que rindieron entre 11,302 y 12,521 kg/ha de grano ajustado al 15 % de humedad. Cuadro 8

4.1.9. Mazorcas Podridas

Las pudriciones de la mazorca son producidas por daños de plagas y hongos, lo que puede ocasionar pérdidas de consideración en el cultivo, por lo que la disminución del rendimiento puede ser de 20 a 30 % y baja la calidad del grano (Amer. Phytopahol. Soc., 1973) citado por Jugenheimer, 1981. En este trabajo el problema fue gusano elotero, lo que ocasionó daño promedio de 4% y una variación de 1 a 8%, destacando el híbrido AS-902, con un porcentaje de 8%, en tanto que AS – 948 (T) obtuvo un 2% de pudrición, cabe indicar que los híbridos con bajos porcentajes, fueron también los de mejor respuesta en rendimiento de grano. Cuadro 8.

4.1.10. Calificación de Mazorca

La calificación de mazorca se realiza en forma cualitativa, considerándose para ello, la calidad de la mazorca, sanidad, uniformidad, tamaño, aspecto del grano, uniformidad del color del grano, etc... Asignándose una calificación de 1 a 9, donde (1) se aplica a la producción de mazorcas con menor calidad y (9) para una buena producción de mazorcas uniformes, de buen tamaño y libres de daño de plagas y pudriciones. Los resultados en este sentido indican un promedio general de 8 y una variación entre híbridos de 7 a 9; Aquí destacan por su alta calificación, los híbridos 30G54, DK – 2002, 30G40, JX – 33, AS – 948 (T) , JX – 34 y AS – 902. Cuadro 8.

Cuadro 8. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera. CELALA – INIFAP 2003.

Híbridos	% Mala cobertura	% Plantas cuateras	% Mazorcas podridas	Calif. de mazorca ¹
30G54	16 ab	6 a	2 cd	8.8
DK-2002	22 ab	1 d	1 d	8.25
30G40	9 bc	1 d	2 cd	8.9
CRONOS	22 a	4 abc	4 abcd	7.6
AS-900	5 cd	4 abc	5 abc	7.6
JX-33	9 bc	5 ab	3 abcd	8
AS-902	9 bc	4 abc	8 a	8.25
JX-35	4 cd	1 d	4 abcd	8
DK-2000	10 bc	3 abcd	4 abcd	7.75
AS-948 (T)	6 cd	2 cd	2 bcd	8.25
AS-905	6 cd	3 abcd	5 abc	7.4
JX-34	2 d	5 ab	2 bcd	8.25
JX-36	6 cd	2 bcd	4 abcd	8
POSEIDON	18 ab	2 cd	6 ab	7
M. GENERAL	10	3	4	8
C. V. %	31	31	39	

DMS. Tratamientos agrupados con letra igual son estadísticamente iguales entre si, al 5% de probabilidad.

¹ Calificación de mazorca. 9 = excelente calidad; 1 = mala calidad

ANALISIS DE VARIANZA

El análisis de varianza resultó altamente significativo para las siguientes características: floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, rendimiento de grano; En tanto que para otras características como acame de raíz, plantas enfermas, mala cobertura y plantas cuateras, la significancia fue al 5%, en tanto que para mazorcas podridas resultó no significativo.

4.2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

Los componentes del rendimiento, tales como longitud de mazorca, número de granos por hilera y número de granos por metro cuadrado, influyen marcadamente con el rendimiento, López C. P. 2000.

4.2.1. Número de Granos por Metro Cuadrado

Tanaka y Yamaguchi, 1981. Mencionan que el número de granos por metro cuadrado es una respuesta directamente relacionada con el número de mazorcas. Para número de granos/m² se encontró que los híbridos sobresalientes fueron JX-33, 30G40, DK-2002, los cuales obtuvieron una producción de 3,501, 3,450 y 3,417, granos/m² en tanto que AS-948 (t) mostró una producción de 2,864 granos/m². Estos resultados indican una relación entre el número de granos y el rendimiento, esto es, que a mayor número de granos/m² se obtuvo mayor rendimiento de grano por unidad de superficie, donde sobresale el genotipo 30G40 con 3,450 granos/m² y alcanzó una producción de 12,229 kg/ha de grano al 15 % de humedad. Por el contrario los genotipos con menor número de granos/m² fueron AS -905, DK -2000 con 2,484 y 2,419 granos y rendimiento final de grano de 9,081 y 9,240 kg/ha respectivamente; Cabe señalar que el promedio general fue 3,054 granos. Cuadro 9.

4.2.2. Número de Granos por Mazorca

El llenado de la mazorca de maíz, puede ser afectado por diferentes factores. La disponibilidad de humedad durante el período de floración y formación del grano es una de las etapas más críticas, así también la formación del grano es afectada por la deficiencia de la polinización, lo cual depende de que los estigmas estén receptivos al momento que el polen esté disponible. Ramírez y Andrade, 1970. Reta y Faz, 1999. Indican que las deficiencias de humedad durante la diferenciación e inicio de crecimiento de la mazorca, provocaron una reducción del rendimiento de grano de 23 a 34 %, debido a la disminución del número de granos por mazorca el cual fue de 15 a 26 %. En este sentido los resultados indican que el promedio fue 576.21 granos por mazorca y una variación de 493 a 662 granos, donde los genotipos que presentaron mayor número de grano fueron AS-900, AS-902, Poseidón y JX-33, con 607, 623, 629 y 662 gr/mz respectivamente, mientras que Cronos, AS-905 y DK-2000 con menos número de gr/mz con 493, 505 y 525. Por lo tanto encontramos que no existe una correlación entre esta variable con el rendimiento fino de grano por mazorca. Cuadro 9.

4.2.3. Número de Granos por Hilera

El número y tamaño de los granos contribuye el rendimiento. El número de granos por hilera está determinado por la longitud de mazorca, el número de hileras por mazorca, el número de mazorcas por planta y el número de plantas por unidad de área. Jugenheimer W. R. 1981. Una sincronización deficiente entre la aparición del polen y la receptividad de los estigmas puede ocasionar la formación de mazorcas con hileras de granos incompletas Ramírez y Andrade, 1970. En este sentido, los resultados indican que el promedio general fue 36.92 y una variación entre 33 y 41 granos, sobresalen por su buena respuesta los genotipos 30G54 y DK-2002 con 40 granos por hilera y un alto potencial de rendimiento de grano. Los genotipos que resultaron con menor número de grano por hilera fueron AS-905, DK-

2000 con 33 y 34 y resultaron éstos, entre los genotipos con menor capacidad de rendimiento de grano, determinándose que este componente muestra correlación con el rendimiento de grano. Cuadro 9.

4.2.4. Número de Hileras por Mazorca

El número de hileras por mazorca se determina por el número de progenitores de los genotipos. Los híbridos que comprenden uno o dos progenitores tienen 18 hileras o más, generalmente no presentan heterosis en el número de hileras, mientras que los híbridos que comprenden progenitores con menos de 16 hileras, casi siempre presentan heterosis para el número de hileras, Jugenheimer, W. R. 1981. Para esta variable el promedio fue 15.57 hileras y la variación entre híbridos 17 a 14 hileras, los genotipos que presentaron mayor número de hileras fueron 30G40, JX-33, AS-902 y Poseidón con 17 hileras, destacando el genotipo 30G54 con 12,521 kg/ha; como el más productivo, determinándose que para rendimiento de grano, no se observó una relación con el número de hileras por mazorca. Cuadro 9

Cuadro 9. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera, CELALA-INIFAP 2003.

Híbridos	Número de granos/ m ²	Número de granos/ mz.	Número de granos/ hilera	Número de hieras/ mazorca	endimiento de Grano
30G54	3341 abc	572 abcde	40 a	14 f	12,521 a
DK-2002	3417 ab	601 bc	40 a	15 def	12,255 ab
30G40	3450 ab	582 bcde	35 cd	17 ab	12,229 ab
CRONOS	2803 efg	493 g	36 bcd	14 g	11,302 abc
AS-900	3276 abcd	607 abc	38 abc	16 bc	10,862 bcd
JX-33	3501 a	662 a	39 ab	17 a	10,232 cde
AS-902	3314 abc	623 ab	36 bcd	17 a	10,202 cde
JX-35	3019 bcde	557 cdef	35 bcd	16 cd	9,659 def
DK-2000	2419 g	525 efg	34 d	15 de	9,240 ef
AS-948 (T)	2864 def	589 bcd	38 abc	16 cd	9,164 ef
AS-905	2484 fg	505 fg	33 d	15 de	9,081 ef
JX-34	3075 abcde	589 bcd	41 a	14 f	8,807 ef
JX-36	2837 efg	533 defg	36 bcd	15 ef	8,643 f
POSEIDON	2956 cde	629 ab	36 bcd	17 a	8,455 f
M. GENERAL	3054	576.2	36.92	15.57	10,189
C. V. %	10	7	6	3	10

DMS. Tratamientos agrupados con letra igual son estadísticamente iguales entre si, al 5% de probabilidad.

Rendimiento de grano ajustado al 15 % de humedad.

4.2.5. Longitud de Mazorca

Los híbridos se comportan de forma diferente cuando compiten por nitrógeno, cuando existe deficiencia de este elemento la longitud de mazorca y el rendimiento resultan afectados, Jugenheimer W. R. 1981. Los materiales que mayor longitud de mazorca alcanzaron fueron DK-2002, con una longitud de 19 centímetros, en tanto que el promedio general fue de 17.21 cm. Observándose una correlación con el genotipo mas rendidor 30G54 con 12,521kg/ha y una longitud de mazorca de 18 cm. Donde el genotipo de mayor longitud fue DK-2002 con 19 cm y un rendimiento de grano de 12255 kg/ha. Cuadro 9.

4.2.6. Peso de Mazorca Individual

En esta variable, el promedio fue 201.78 gramos, con un rango de variación de 170.79 a 232.21 gramos, donde el genotipo de mayor peso de mazorca fue Poseidón, con 232.21 gramos, el cual obtuvo un rendimiento de 8,455 kg/ha. Sin embargo, el híbrido 30G54 con un peso de mazorca de 183.69 gramos, obtuvo un rendimiento de 12,521 kg/ha; es decir no se observa una relación entre peso de mazorca y el rendimiento de grano. Cuadro 11.

4.2.7. Peso de Grano por Mazorca

El peso del grano por mazorca en el maíz ha sido reportado como un componente que correlaciona significativamente con el rendimiento, lo cual indica que al aumentar el peso del grano por mazorca hay un incremento en el rendimiento de grano final. Por otra parte, el peso del grano por mazorca es función del número de granos por mazorca, del tamaño de ellos y de la densidad del grano, de tal manera que a mayor llenado de grano y mazorca bien desarrollada, mayor será el peso del grano por mazorca y por consecuencia el rendimiento. Ramírez y Andrade, 1970. En este sentido, los resultados indican que se obtuvo un promedio del peso de grano de 175.5 gr/mz, con una variación de 149 a 206 gr/mz, donde el genotipo

que presentó mayor peso de grano fue Poseidón con 206 gr/mz y obtuvo un rendimiento de 8, 455 kg/ha, en tanto que el híbrido AS-948 (t) con peso de grano 177 gr/mz, obtuvo rendimiento de 9,164 kg/ha. Sin embargo 30G54 obtuvo rendimiento de 12,521 kg/ha, con un peso de granos por mazorca, de 168 gramos, menor a los ya indicados, lo que indica una falta de correlación entre peso de grano por mazorca y rendimiento final.. Cuadro 10.

4.2.8 Peso de 1000 Semillas

Los resultados obtenidos, indican un promedio general de 326.80 gramos, en tanto que la variación fue de 388.25 a 277.00 gramos, determinando que la respuesta en rendimiento de grano no muestra correlación; En este sentido Cronos que obtuvo el mayor peso de 1000 semillas de 388.25 gramos, con un rendimiento de 11,302 kg/ha., en tanto que 30G54 que fue el que mayor rendimiento obtuvo con 12,521 kg/ha, con un peso de 1000 semillas de 310.50 gramos. Cuadro 10.

Cuadro 10. Promedio de características agronómicas de trece híbridos de maíz grano comparados con un testigo comercial, evaluados en la Región Lagunera, CELALA-INIFAP 2003.

Genotipos	Longitud de mazorca	Peso de mazorca individual	Peso de grano/ Mazorca	Peso de 1000 semillas
30G54	18 abc	183.69 ef	168 cdef	310.50 de
DK-2002	19 a	228.75 ab	188 abc	336.25 c
30G40	16 def	203.81 bcde	178 bcde	330.50 cd
CRONOS	18 ab	205.26 abcde	183 abcd	388.25 a
AS-900	17 bcdef	219.81 abcd	189 abc	343.50 bc
JX-33	17 abcd	223.55 abc	197ab	312.50 de
AS-902	16 ef	200.61 cde	177 bcde	313.00 de
JX-35	16 f	182.18 ef	160 ef	302.00 ef
DK-2000	17 abcdef	194.23 def	163 def	359.00 b
AS-948 (T)	17 abcde	199.70 cde	177 bcde	309.75 de
AS-905	17 bcdef	203.05 bcde	170 cdef	364.25 b
JX-34	18 a	177.33 ef	152 f	277.00 g
JX-36	18 abc	170.79 f	149 f	283.75 fg
POSEIDON	17 cdef	232.21 a	206 a	345.00 bc
M. GRAL	17.21	201.8	175.5	326.8
C. V. %	5	10	9	5

DMS. Tratamientos agrupados con letra igual son estadísticamente iguales entre sí, al 5% de probabilidad.

Rendimiento de grano ajustado al 15 % de humedad.

V CONCLUSIONES

Los híbridos sobresalientes por su potencial de rendimiento de grano al 15% de humedad, fueron Cronos, 30G40, DK-2002 y 30G54, los cuales obtuvieron niveles de producción de 11,302 a 12,521 kg/ha. Superiores al testigo AS-948 que obtuvo un rendimiento de 9,164 kg/ha. De lo contrario los que presentaron menor rendimiento fueron Poseidón, JX-36 y JX-34 con 8,455, 8,643 y 8,807 kg/ha. respectivamente.

En base a los días a 50% de floración masculina permite indicar que la mayoría de los híbridos evaluados son de ciclo intermedio con excepción de AS-900, JX-33, 30G54 y AS-902 que son los mas precoces y DK-2002, JX-34 y AS-948 los mas tardíos. Una respuesta de similar tendencia en floración femenina por su precocidad AS-900, 30G54 y AS-902, y entre los mas tardíos JX-35, AS-948 (T), JX-34 y JX-36, de ahí que los demás también se consideran de ciclo intermedio.

Los híbridos que mostraron mayor altura de planta fueron AS-948 (T), JX-36, JX-34 y AS-905 con 288 – 304 cm.

En general se obtuvo excelente respuesta en características como: acame de raíz, mala cobertura de mazorca, plantas estériles y enfermedades de planta y mazorca.

Los híbridos evaluados obtuvieron alta calidad de mazorca, sobretodo los híbridos sobresaliente en rendimiento, los cuales obtuvieron calificaciones entre 8 y 9.

Es importante repetir este estudio con la finalidad de estudiar la respuesta de los híbridos a través, para determinar su estabilidad genética ambiental.

Los componentes de rendimiento que permitieron resultar sobresalientes en su rendimiento final de grano a los híbridos 30G54, DK-2002, 30G40 y Cronos fue su capacidad de formación de granos por hilera, peso de mil semillas, número de granos por metro cuadrado y longitud de mazorca.

La capacidad de producción de grano resulto afectada para los híbridos JX-36 y JX-34 debido principalmente al peso de grano por mazorca, peso de mil semillas, peso de mazorca individual.

El híbrido AS-948 (T) presento valores inferiores a la media general para número de granos por metro cuadrado, peso de mazorca individual y peso de mil semillas.

Los híbridos sobresalientes en rendimiento final de grano tales como 30G54, DK-2002, 30G40 obtuvieron entre 3,341 y 3450 granos/m², contra 2,864 del testigo y 3,054 de la media general, lo cual indica la participación de este componente en el rendimiento de grano.

De los componentes de rendimiento cuantificados el de menor participación en el rendimiento fue el número de hileras por mazorca.

R. 1989. Un... VI LITERATURA CITADA

Amer. Phytopathol. Soc. 1973. A compendium of corn diseases. Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul, MN.

Anderson, J. C., y Chow, P. N. 1963. Phenotypes and grain yield associated with Brachytic-2 gene in single – cross hybrids of den corn. Crop Sci 3(2): 111-113.

Bartolini. R. 1984. II MAIS. 2ª. Edición. Ed Agricole Bolonga Italia. 1989 Ediciones Mundi-Prensa. El MAIS.

Carrillo, A. J. 1998. Evaluación de nuevos híbridos de maíz grano Zea mays L. en la región Lagunera. Informe Técnico CELALA-INIFAP.

Castro, G. M. 1980. Información de Avances de Investigación en el Mejoramiento Genético del Maíz. Boletín Tec, No. 3. Buenavista, Saltillo: Coah. P. 14.

Cenid-Raspa. 2000. Datos climatológicos históricos de 1975 al 2000. Centro Nacional de Investigaciones. Relación Agua-suelo-planta-atmósfera. Gómez Palacio. Dgo. Méx.

Cox, W. J. 1996. Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. Agron. J. 88: 489-496.

Chávez A. J. L. y López E. 1995. Mejoramiento de planta I. Editorial Trillas. México. P. 167.

Creese C. E. 1956. Heterosis of the hybrid to genefrecuency differences between two populations. Genetics. 53: 269-274.

- Cruz M. R. 1989. Un ejemplo de la prueba exacta de los parámetros de estabilidad de Heberhart y Russell. *Fitotecnia mexicana*. 12: 147-155.
- Cruz M. R. 1992. Generalización de los modelos para el análisis de interacción genotipo-ambiente. *Fitotecnia mexicana*. 15: 149-158.
- Dowswell, C.D., Paliwal, R.L. & Cantrell, R.P. 1996. *Maize in the third world*. Boulder, CO, USA, Westview Press.
- Figuroa C., J. D. De. Y R. Aguilar G. 1997. El origen del maíz. Avance y perspectiva. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I. P. N. Vol. 16 pp. 91-98.
- Gómez A. R., A. Betancourt V., J. Quiñones D., J. J. Luna R. (1998). Caracteres agronómicos que determinan rendimiento y sus correlaciones en híbridos de maíz bajo temporal. In. Ramirez V. P. (eds). Memoria del XVII Congreso de Fitogenética del 5-9 de octubre. Acapulco Gro. P 258.
- Greenpeace, 2000. Centro de diversidad. La riqueza biológica de los cultivos tradicionales, herencia mundial.
- Jungenheimer W. R. 1981. Maíz. Variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México. P. 841.
- Jungenheimer W. R. 1985. Maíz. Variedades mejoradas, método de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA. México. P. 841.
- Kramer, P. J. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Una síntesis moderna. Traducida por Leonor Tejada. Edutex S. A. México. Pp. 336.

- Livera M. M. 1992. Micrometeorología aplicada al fitomejoramiento: su enseñanza en el C. P. XIV. Congreso nacional de fitogenética. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. P 50.
- López, C. P. 2000. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. Méx.
- Ramírez, M. C. F. Márquez S., S. A. Rodríguez H. Y J. Ron P. 1998. Comportamiento de retrocruzas divergentes entre maíces criollos y mejorados avanzados seleccionados por su heterosis. In: Ramírez P. V. (eds), Memoria XVII Congreso de Fitogenética. 219.
- Reyes, C. P. 1990. El maíz y su cultivo. A.G.T. Editor.
- Reyes Castañeda Pedro. 1985. Diseños de experimentos aplicados. Cuarta reimpresión. Editorial Trillas. México. P 125.
- Robles, S. R. 1994. Producción de Granos y Forrajes. Quinta Edición. Ed. Limusa. México.
- Reta, S. D. y Faz C. R. 1990-1991. Influencia de diferentes niveles de humedad en el suelo sobre el crecimiento y el rendimiento de grano del maíz. Informe de investigación agrícola. INIFAP CIFAP-REGION LAGUNA.
- Reta S. D. G., Gaytán M. A. y Cueto W. J. Carrillo A. J. S., y Faz C. R. 1999. Sistemas de producción para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz para grano y forraje. INIFAP - CIRNOC - CELALA.
- Reta S. D. G., Carrillo A. J. S., Gaytán M. A. y Cueto W. J. 2001. Sistemas de producción para incrementar la productividad y sustentabilidad del maíz en la Comarca Lagunera. CELALA-CIRNOC-INIFAP; CENID-RASPA-INIFAP. P

- Reta S. D. G., Faz C. R., y Carrillo A. J. S 1992. Comportamiento de tres variedades de maíz bajo diferentes calendarios de riego. Información Técnica Económica Agraria. Vol. 88V No. 2 (113-125).
- Rev. Fitotecnia. Méx. Vol. 27 (Num. Especial 1), 2002. Instituto de recursos Genéticos y productividad, Colegio de Postgraduados.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) SAGARPA con información de Grains. World Agricultural Supply and Demand Estimates, USDA; reportes a julio de 2003. Situación Actual y Perspectiva del maíz en México, 1990-2004.
- Stuber, C. W., Moll, R. H., and H., and Hanson, W. D. 1996. Genetic variances and interrelationships of six traits in a hybrid population of Zea mays L. *Crop Sci.* 6(5): 455-458.
- Tanaka A. Y Yamaguchi J. 1984. Producción de materia seca; componente del rendimiento y rendimiento de grano del maíz. Traducido al español por Dr. Kohashi Shibata.