

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



**CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y RENDIMIENTO DE  
GRANO DE HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ**

**POR**

**ABELINA GÓMEZ RUIZ**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA


DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DE LA C. ABELINA GÓMEZ RUIZ ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL

  
\_\_\_\_\_

DR. ARTURO PALOMO GIL

ASESOR

  
\_\_\_\_\_

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR

  
\_\_\_\_\_

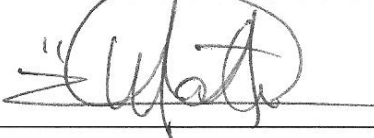
DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR

  
\_\_\_\_\_

DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

  
\_\_\_\_\_

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

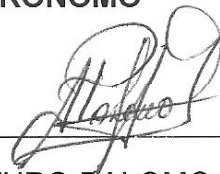
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DE LA C. ABELINA GÓMEZ RUIZ QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

PRESIDENTE



DR. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL



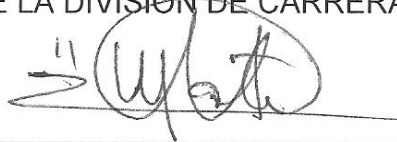
DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

VOCAL SUPLENTE



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2010

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios y la Virgencita.**

Por haberme dado la oportunidad de nacer dándome salud, amor y bienestar así como a mí familia, teniendo la dicha de poder salir adelante con mi mayor anhelo de terminar mi carrera profesional.

### **A mi madre María Ruiz Sánchez**

A ti mamita por darme siempre tu apoyo y amor en cada momento de mi vida, por hacerme la persona de lo que soy, dándome a conocer cuales son los valores de la vida formándome como una persona tolerante pero sobre todo por inculcar en mi el don de la responsabilidad Gracias por cuidarme, educarme y protegerme siempre sin importar mis errores. Te amo mamita.

### **A mi padre Juan Gómez Sánchez**

Para el ser que más amo en esta vida quien le debo todo y por estar siempre allí a mi lado con sus sabios consejos y su espíritu de triunfador que me motivaron a seguir adelante que gracias a ellos he llegado hasta donde estoy, por acompañarme siempre en la buenas y en las malas siendo mi mejor amigo y padre a la vez; le agradezco a Diosito por darme el mejor papá. Un ser amoroso y comprensivo que es el mejor regalo que me pudo dar la vida.

### **A mis hermanos**

A mi hermanita **Isiquia**, por estar conmigo en los momentos mas difíciles que hemos pasado juntas al igual que en nuestras alegrías, pero sobre todo por proporcionarme todo su apoyo cuando más lo necesitaba; y a todos mis hermanitos que aun con la distancia fueron mis motivos para concluir mi carrera, a **Juan Carlos** por apoyarme en todo; a **Bety** le agradezco mucho por ser una persona súper comprensible y responsable en lo que se propone que me sirvió como un gran ejemplo; a mi **María**, por ser la más amorosa de la familia por darme su amor y cariño incondicional ayudándome a levantarme en los momentos más difíciles que he pasado; a **Daniel, Alicia, Lisandro** y a mi **Andresito**, aun que sean todavía los más pequeños de la familia, son la alegría de la casa y de mi vida siendo mis impulsos por lo que he podido salir adelante.

### **A mis abuelitas.**

**Rocelia y Andrea.** A ustedes por ser las razones que tengo para poder salir adelante con todo los obstáculos que se me ha presentado en mi camino pero sobre todos por haberme obsequiado unos padres ejemplares gracias mamitas las adoro.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi **“Alma Terra Mater”**. Por darme la oportunidad de tener una carrera profesional dándome todos los apoyos necesarios para poder lograrlo.

Al **Dr. Arturo Palomo Gil**. Por haberme dado la oportunidad de formar parte de su trabajo de investigación, por su comprensión y por brindarme su apoyo en todo momento.

A la **Dra. Oralia Antuna Grijalva**. Por orientarme y brindarme sus conocimientos y apoyo durante la realización de este trabajo de investigación de tesis.

Al **Dr. Armando Espinoza Banda**. Por haber sido uno de mis profesores más destacados y con sus grandes conocimientos que me pudo transmitir he llegado a formarme como un buen profesional.

Al M.C. **Francisco Ariel Camacho Inzunza**. Por brindarme su gran apoyo y conocimiento pero sobre todo por ofrecerme su confianza y amistad muchas gracias.

**A todos mis profesores y al departamento de fitomejoramiento**

Por brindarme e inculcarme en toda mi carrera los conocimientos y apoyos necesarios para poder salir adelante en los momentos críticos y necesarios.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	III
CUADRO DE ÍNDICE .....	VII
RESUMEN .....	VIII
<b>I.INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.2. Objetivo.....	3
1.3. Hipótesis .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Importancia del Cultivo de Maíz para Grano.....	4
2.2. Híbrido .....	5
2.3. Línea Pura .....	7
2.4. Híbrido Simple .....	7
2.5. Híbrido Doble .....	8
2.6. Híbrido Triple.....	9
2.6. Rendimiento y sus componentes .....	9
2.7. Calidad del Grano de Maíz .....	11

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1. Localización Geográfica.....	13
3.2. Material Genético.....	13
3.3. Diseño y Parcela Experimental .....	14
3.4. Manejo Agronómico .....	14
3.4.1. Siembra .....	14
3.4.2. Control de maleza.....	14
3.4.3. Control de plagas.....	15
3.4.4 Riego .....	15
3.4.5. Fertilización.....	15
3.5. Variables Evaluadas .....	16
3.5.1. Días a floración masculina .....	16
3.5.2 Días a floración femenina .....	16
3.5.3. Altura de planta .....	16
3.5.4. Altura de mazorca .....	17
3.5.5. Hoja debajo de la mazorca .....	17
3.5.6. Hoja arriba de la mazorca.....	17
3.6. Cosecha.....	17
3.6.1. Diámetro de la mazorca .....	18
3.6.2. Número de hileras .....	18
3.6.3. Número de semillas por hilera .....	18
3.6.4. Rendimiento de grano por hectárea .....	18
3.6.5. Calidad física de la semilla .....	19
3.6.5.1. La longitud, ancho y espesor de semilla.....	19
3.6.5.2. Peso de mil semillas.....	19
3.6.5.3 Peso volumétrico.....	19



<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA .....</b>	<b>31</b>

## CUADRO DE ÍNDICE

Cuadro 3.1. Relación de híbridos comerciales de maíz empleados en la presente investigación.....	13
Cuadro 4.1. Cuadrados medios de nueve variables para características agronómicas y rendimiento de grano en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009. ....	22
Cuadro 4.2. Cuadrados medios de seis variables agronómicas de siete híbridos comerciales de maíz en la Comarca Lagunera, 2009.....	23
Cuadro 4.3. Comparación de medias de variables morfológicas en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera en 2009.....	28
Cuadro 4.4. Comparación de medias para características agronómicas y rendimiento de grano en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera en 2009 .....	29

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó, en el campo experimental de la UAAAN-UL, en la cual, se evaluaron siete híbridos comerciales de maíz: Arrayan, AN-423, PAN-723, PAN-777, TG-727W, TG-711W y entre ellos como testigo, SB-302. Con el fin de evaluar sus características agronómicas y rendimiento. Las variables evaluadas fueron: peso volumétrico (PV), largo (LS), ancho (AS) y espesor de semilla (ES), peso de mil semillas (PMS), floración masculina (FM) y femenina (FF), altura de planta (AP) y mazorca (AMZ), hojas debajo de la mazorca (HABM), hojas arriba de la mazorca (HARRM), rendimiento de grano por hectárea (RGH), diámetro de la mazorca (DMZ), número de hileras (NH) y número de semillas por hilera (NSH). Calculadas bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza se detectó que los híbridos TG-727W, SB-302 y AN-423 fueron superiores en PV; la FM y FF lo presentaron el PAN-6723 y TG-727W, además, estos híbridos presentaron mayor rendimiento de grano por hectárea (RGH), la mayor AP la presentó Arrayan. En HARRM los mejores valores lo manifestaron el Arrayan, TG-727W y PAN-6723; por lo consiguiente en HABM el Arrayan, fue el superior (11 hojas); para DMZ los mejores híbridos fueron AN-423 (50.62 cm) y Arrayan (49.40 cm), en tanto que el testigo SB-302 alcanzó (47.14 cm). En NH el Arrayan, AN-423, y SB-302 fueron superiores. Los híbridos PAN-6723, PAN-6777 y SB-302 tuvieron el mayor número de semillas por hilera (NSH); en lo referente al LS el Arrayan, TG-727W y PAN-6777 registraron los valores más altos. Así mismo en el AS, los genotipos TG-727W, PAN-6723 y PAN-6777 fueron los mejores. En el PMS, el TG-727W fue el superior. Los híbridos con mejores características de calidad física y agronómica son: TG-727W, Arrayan, PAN-6723, SB-302 y PAN-6777.

**Palabras claves:** Maíz, híbrido, genotipos y rendimiento

## I.INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea Mays L.*), es el tercer cultivo en importancia con base en su volumen de producción, después del trigo y el arroz, y durante los últimos 10 años, su producción mundial pasó de 530,5 a 614,7 millones de ton, se estima que para el año 2020, su demanda mundial se incrementará en aproximadamente un 50 %, hasta alcanzar los 837 millones de ton, por lo que se podría colocar como el principal grano producido en todo el mundo (Faostat, 2005).

El maíz es el cultivo más importante de México, cada año se siembran 8.5 millones de hectáreas, su producción representa el 60 por ciento con respecto a la producción total de granos. En la Comarca Lagunera, se siembran anualmente 15 000 ha de maíz de grano y 24 000 ha de maíz forrajero. Este cereal es parte fundamental de la alimentación de los mexicanos, por representar la mitad del volumen total de alimentos que se consumen cada año y proporcionar a la población cerca de la mitad de las calorías requeridas. El consumo del maíz está teniendo un gran dinamismo a partir de una fuerte demanda de las industrias de engorda de ganado, la industria de alimentos procesados y el uso industrial, el cual está teniendo un gran dinamismo por la producción de etanol (Torres *et al.*, 2009).

Debido a la alta tasa de incremento de crecimiento de la población en México, la producción de maíz para nutrición humana no es suficiente teniendo que importarse de otros países, y a consecuencia de esto se incrementan los costos de producción. Este problema es de gran importancia dentro de la investigación agrícola, razón por la cual, se busca nuevas y mejores

alternativas, tratando de conseguir mayores y mejores producciones de este cereal.

Por lo tanto, en nuestro país actualmente se lleva a cabo programas de mejoramiento en diferentes instituciones, ya que las variedades y/o híbricos de maíz que se explotan comercialmente presentan un comportamiento muy distinto cuando se siembran en diferentes regiones. Sin embargo, parte del mejoramiento genético del maíz se enfoca en la generación de materiales mejorados de amplia adaptabilidad, por lo que los híbridos varietales juegan un papel muy importante.

En la actualidad, la situación en la producción de maíz, demanda mayores alternativas en lo referente a genotipos con amplia adaptación a las condiciones agroecológicas de las diferentes regiones del país y con un alto nivel de producción. Por lo anterior, se debe de contar con información respecto a su adaptación, capacidad de rendimiento y estabilidad de comportamiento a través de los años que permiten mayor producción y productividad, relacionado prácticamente con los apropiados manejos agrícolas del cultivo del maíz.

De esta manera se tiene que los sistemas de producción requieren lo mejor de las tecnologías del cultivo del maíz, lo cual, es lo que demandan los productores para producir altos volúmenes de este grano. Por lo tanto , es necesario evaluar y caracterizar nuevos genotipos para identificar híbridos con características agronómicas, de alta potencial de producción tanto como su calidad y de esta manera obtener relevantes características morfológicas, que permita encontrar materiales genéticos en los diferentes sistemas de

producción para incrementar el mayor rendimiento del maíz en la Comarca Lagunera.

## **1.2. Objetivo**

Evaluar las características agronómicas y el rendimiento de grano en siete híbridos comerciales de maíz.

## **1.3. Hipótesis**

H0: Al menos un híbrido comercial de maíz presentará las mejores características agronómicas, así como también su rendimiento de grano.

H1: Todos los híbridos de maíz comerciales presentarán buenas características agronómicas junto con sus rendimientos de grano.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia del Cultivo de Maíz para Grano

El maíz para grano, es por tradición la base de la alimentación de la sociedad mexicana, realizándose su producción prácticamente en todos los estados de la República, bajo un mosaico de formas y procedimientos productivos con diferentes grados de tecnificación y utilización de una amplia variedad de semillas, que se reflejan en las características del producto.

En México la producción de maíz se destina predominantemente al consumo humano y en menor medida, pero con volúmenes crecientes a lo largo de esta década para el consumo pecuario e industrial. En el consumo humano del grano se observan dos vertientes: 1) el consumo propiamente de los productores y sus familias (autoconsumo); y 2) el consumo cuya premisa es su industrialización que permite la generación de productos elaborados. En los procesos industriales del maíz se genera un abanico de productos que van desde la tortilla hasta los cereales de mesa, aceites comestibles, frituras, almidones y fructosa.

El maíz también es utilizado como alimento para el ganado en forma directa o es canalizado a la industria de alimentos balanceados, principalmente para aves y cerdos. En este sentido, el maíz es materia prima de actividades industriales específicas, en cuyos procesos productivos hacen posible la ocupación de un buen número de trabajadores, además, de los que directamente laboran en el campo en la producción del grano. La producción del

grano se desarrolla predominantemente en el ciclo Primavera-Verano, bajo la modalidad de temporal.

La importancia del maíz en el Subsector Agrícola se aprecia a través de su alta participación en la dieta nacional, en la superficie sembrada y su peso relativo en el valor de la producción (SAGARPA, 1999).

## **2.2. Híbrido**

Un híbrido, es la primera generación de una cruce entre dos progenitores no emparentados. La hibridación en maíz es un método fitotécnico, que consiste en el aprovechamiento de la generación  $F_1$  derivada del cruzamiento entre dos, los cuales, pueden ser líneas endogámicas, variedades de polinización libre y generaciones  $F_1$  de cruces simples. Este método se basa principalmente en aprovechamiento de efectos génicos no aditivos (Pérez, 2002).

La hibridación en maíz se considera como un método genotécnico que tiene como objetivo principal el aprovechamiento de la generación  $F_1$  (híbrido  $F_1$ ) provenientes del cruzamiento entre dos poblaciones ( $P_1$  y  $P_2$ ) con cualquier estructura genotípica, las cuales, pueden ser líneas endogámicas, variedades de polinización libre, variedades sintéticas o las poblaciones  $F_1$  mismas en el caso de las cruces dobles (Quemé *et al.*, 1991).



El primer maíz híbrido a ser comercializado se desarrolló en 1926, y desde la década de 1930, se expandió en todo el cinturón del maíz de los Estados Unidos. En 1960, el 95 % del maíz sembrado en Estados Unidos era híbrido. Hoy es prácticamente el 100 % (Lapolla, 2004).

Al revisar las estadísticas agropecuarias de superficie cosechada, producción y rendimiento, se observa que en el año 1958 la superficie cosechada fue de 297.491 ha, para una producción de 357.614 ton y un rendimiento 1.200 kg ha<sup>-1</sup>; en el 2005, la superficie cosechada alcanzó la cifra de 640.066 ha, la producción llegó a 2.200.000 ton y el rendimiento a 3.300 kg ha<sup>-1</sup>.

Los cambios significativos en esta serie en lo que respecta a rendimiento se ubican en los siguientes años: en 1988 con 1925 kg ha<sup>-1</sup>, en 1994 con 2.999 kg ha<sup>-1</sup> y en el año 2000 con 3.500 kg ha<sup>-1</sup> (Segovia y Alfaro, 2009).

En algunas zonas, la utilización de este tipo de semilla rebasa el 30 %. Existen evidencias de que el nivel productivo del híbrido desciende cuando se semilla F<sub>2</sub>, ocurriendo la máxima depresión en esta generación, y a niveles de 20 a 30 % (Espinosa *et al.*, 1998).

### **2.3. Línea Pura**

Una línea pura de maíz puede desarrollarse a partir de variedades de polinización libre, híbridas, sintéticas y compuestas. Se produce mediante autofecundación y selección, hasta que se obtienen plantas aparentemente homocigóticas, esto requiere generalmente de cinco a siete generaciones. Una vez que se ha obtenido una línea autofecundada, se puede conservar ya sea mediante su autofecundación o por cruzas fraternales, apareamiento de plantas dentro de la misma línea.

La disminución del vigor por efecto de la endogamia se equilibra después de varias generaciones de autofecundaciones. A esta disminución de vigor se le denomina Depresión endogámica. Aproximadamente, la mitad de la reducción total del vigor se registra en la primera generación autofecundada, el resto de la pérdida se registra por mitad en cada generación sucesiva. Las reducciones son pequeñas después de tres a cinco generaciones, donde se obtienen plantas aparentemente homocigotos (Pérez, 2002).

### **2.4. Híbrido Simple**

Consiste en cruzar dos líneas autofecundadas, al tomar en cuenta la capacidad productiva y el vigor de cada una de estas. Estas semillas son procedentes de plantas de bajo rendimiento lo que incide en un alto costo, sin embargo, es el híbrido donde se expresa mayor heterosis.

El hecho de que dos líneas determinadas se combinen para producir una cruce simple de alto rendimiento, dependerá del grado en el que los genes favorables para rendimiento de una de las líneas complementen a los aportados

al híbrido por la segunda línea. La utilización de híbridos simples en maíz se debe a Schull (1909). El maíz híbrido simple, se cultiva comercialmente en sitios donde el consumo de maíz tiene mucha salida (Ramírez, 2006).

En los campos de producción de híbridos simples fundacionales, la proporción de filas de parentales femeninos a filas de parentales masculinos, no puede ser superior a la de tres a una, salvo casos debidamente justificados y autorizados y la población mínima de parentales masculinos ha de ser, por lo menos, de 6.000 por ha, no incluyéndose en este conteo las que no emiten polen. Con independencia de lo anterior y cualquiera que sea el tamaño de las parcelas, el número de parentales masculino no podrá ser nunca inferior a 800 (Herrera, 1986).

## **2.5. Híbrido Doble**

Un híbrido doble se obtiene del cruzamiento entre 2 híbridos simples. Por tanto en su composición intervienen cuatro líneas puras diferentes. La semilla del híbrido doble es más barata que la del híbrido simple, ya que se obtiene sobre las plantas de híbridos simples con alto rendimiento y muy vigorosas. Presentan mayor plasticidad ó adaptación a variaciones ambientales anuales. Su variabilidad al ser un cruzamiento entre dos  $F_1$ , puede ser un inconveniente. Si se hace una selección adecuada de las líneas parentales es posible obtener híbridos dobles que sean casi iguales a los simples en rendimiento. Los híbridos dobles son más variables que los simples pero presentan una mayor adaptación (Ramírez, 2006).

Los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruza simples, presentan mayor variabilidad; es importante señalar que una cruza simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez más que una doble.

## **2.6. Híbrido Triple**

Esto supone la combinación de tres líneas autofecundadas. El progenitor masculino debe ser siempre una línea pura muy productora de polen y la cruce simple muy rendidora (Pérez, 2002).

Un híbrido tres vías, es el resultado del cruzamiento de un híbrido simple, como parental femenino, y una línea consanguínea como macho. Tiene la ventaja del menor costo de la semilla. Sus características son intermedias entre híbridos simples y dobles. Como el híbrido doble, tiene mayor plasticidad que el híbrido simple y menor variabilidad que el doble (Ramírez, 2006).

Representan una alternativa interesante, ya que se aprovechan las ventajas que ofrece la heterosis en la producción comercial de maíz, cruzar líneas de relativa divergencia genética con cruces simples de alto rendimiento (Sierra *et al.*, 2005).

## **2.6. Rendimiento y sus componentes**

Los componentes del rendimiento son características de la planta y se consideran determinantes en el rendimiento final del grano. Entre los más importantes, se encuentra el número y peso del grano, número y peso de mazorca por planta.

El rendimiento de una planta está determinado por la eficiencia de los procesos metabólicos y fisiológicos que intervienen en la captación, transformación, translocación y almacenamiento de la energía disponible. Algunos conceptos asociados a la morfología y desarrollo que influyen en la eficiencia de producción de la planta como ciclo vegetativo, arquitectura y el

área foliar, determinará número y peso final de los granos producidos. Los componentes del rendimiento, aunque sean cuantificados en plantas individuales, infieren sobre los rendimientos de la comunidad de plantas por unidad de superficie. El número de plantas por unidad de área, tendrá efecto en la eficiencia de producción por planta, por ejemplo, la densidad de población, competencia por luz, nutrientes y humedad del suelo, produce tallos delgados y de mayor altura con menor número de mazorcas y pequeñas (Pérez, 2002).

El rendimiento de grano del maíz es producto del número de granos producidos por planta y el peso individual de los mismos. Se reconoce que diversos factores ambientales afectan el número de granos producidos, mientras que el peso individual del grano depende del potencial de la planta y de la competencia intraplanta, principalmente representada por el número de mazorcas producidas por la planta y el número de granos en cada una de ellas y de los factores ambientales que inciden sobre la etapa de llenado del grano; uno de ellos es la competencia entreplanta, la cual, es resultado de la densidad de población y determina la disponibilidad de radiación, nutrientes y humedad (López *et al.*, 2004).

La producción de granos depende de la cantidad de biomasa que el cultivo produzca. Para ello debe desarrollar su aparato foliar para poder interceptar el máximo de radiación y alcanzar la máxima tasa de crecimiento unas semanas antes de la floración, además el aparato fotosintético debe de prolongar su actividad para lograr un buen llenado de grano.

El número de granos potenciales dependerá del número de espigas formadas por unidad de superficie, del número de hileras de grano por espiga y del número de espiguillas por hilera. Durante la floración la viabilidad de los granos de polen y la receptibilidad de los estigmas definirá el éxito de la fecundación. Durante los siguientes días se puede presentar aborto de granos

que aun se están formando en la punta de las espigas de ahí la importancia de planificar la siembra y evitar las posibilidades de condiciones adversas (Pedrol *et al.*, 2006)

Los componentes del rendimiento en maíz (el número de mazorcas por planta, el número de semilla por mazorca y el peso de los granos individuales), son determinados por factores genéticos y por las prácticas de manejo del cultivo.

Se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje. El rendimiento promedio para esta región es de 3.3 ton ha<sup>-1</sup>, aun cuando el rendimiento potencial a nivel experimental es de 13.3 ton ha<sup>-1</sup>, por lo que se deben buscar nuevas formas de incrementar los rendimientos. Sin incrementar los costos del cultivo (Wong *et al.*, 2007).

## **2.7. Calidad del Grano de Maíz**

La calidad del grano del maíz depende de su constitución física, que determinan la textura y dureza, y de su composición química, que define el valor nutricional. La importancia relativa de estas características dependerá del destino de la producción. Los mercados son cada vez más exigentes y se interesan por el contenido de proteína, aminoácidos, almidón, aceites y demás componentes. Donde paulatinamente se reducen en estos la tolerancia a sustancias contaminantes (Díaz *et al.*, 2009).

La calidad de uso del maíz está determinada principalmente por la estructura y composición del grano. Las diferencias en estructura y composición

dependen del cultivar así como de las prácticas de manejo, el clima, el suelo, métodos de cosecha y postcosecha (Robutti, 1998).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización Geográfica

El trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), en Torreón, Coahuila., localizada entre los entre los paralelos 25° y 33° de latitud norte y entre los 102° y 103° 40' de latitud oeste del mediano de Greenwich a una altitud de 1,100 a 1.400 msnm (Atlas Nacional del Medio Físico, 1982).

#### 3.2. Material Genético

Se utilizaron siete genotipos comerciales de maíz en el presente trabajo de investigación (Cuadro 3.1).

**Cuadro 3.1. Relación de híbridos comerciales de maíz empleados en la presente investigación.**

<b>Número</b>	<b>Genotipo</b>
1	ARRAYAN
2	AN-423
3	SB- 302 ( <b>Testigo</b> )
4	PAN- 723
5	PAN- 777
6	TG-727W
7	TG-711W



### **3.3. Diseño y Parcela Experimental**

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de un surco de 6 surcos de 5 m de longitud con una distancia entre planta de 0.15 m y 0.75 m entre surcos y la parcela útil fue de 3 m.

### **3.4. Manejo Agronómico**

La preparación del terreno consistió en un barbecho a 30 cm para romper la capa arable y así exponer las plagas para su eliminación con el efecto de las condiciones del clima y un rastreo para la eliminación de terrones.

#### **3.4.1. Siembra**

La siembra se llevó a cabo manualmente el primero de abril del 2009, en surcos de 0.75 m de ancho y 5 m de largo, en seco y se colocaron dos semillas por golpe a una profundidad de 15 cm, y a doble hilera.

#### **3.4.2. Control de maleza**

El control de malezas se efectuó de forma manual, al utilizar azadones para el control de zacate Johnson (*Sorghum halepense L.*), correhuela (*Convólulos*

*arvenses*), zacate chino (*Cynodon dactylon L.*) y zacate pegarropa (*Setaria verticillataL.*), y además se realizó una escarda a los 45 dds con la finalidad de aporcar y eliminar las malas hiervas que se encontraron dentro de los surcos de las parcelas.

### **3.4.3. Control de plagas**

En el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), que fue la principal plaga que se presentó durante el desarrollo del cultivo, se realizaron aplicaciones de dos productos químicos: Cipermetrina 100 g de i.a. ha<sup>-1</sup> y Clorpirifos etil 720 de i.a. ha<sup>-1</sup>

### **3.4.4 Riego**

Los riegos se realizaron por gravedad, utilizando multicompuertas. Estos se realizaron en las etapas críticas y de mayor demanda del cultivo.

### **3.4.5. Fertilización**

Se realizaron dos fertilizaciones la primera aplicación fue durante la preparación del terreno antes de la siembra, aplicándose en forma directa al suelo y la otra al inicio de la floración, a una dosis de 46-00-00 (Urea).

### **3.5. Variables Evaluadas**

#### **3.5.1. Días a floración masculina (FM)**

Se determinó en cada híbrido, cuantificando los días desde la siembra hasta que la flor masculina (espiga) presentó el 50 % de abertura y/o liberación de polen.

#### **3 5.2 Días a floración femenina (FF)**

Este dato se obtuvo de cada híbrido, considerando desde el día de siembra hasta que la flor femenina (jilote) mostrando el 50 % de estigmas receptivos.

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

La altura se midió con ayuda de un estadal, a partir de la base del tallo hasta la última hoja de la planta, esto se realizó tomando tres plantas al azar con competencia completa en la parcela útil de cada tratamiento, el resultado expresado en m.

#### **3.5.4. Altura de mazorca (AMZ)**

Esta variable se tomó desde la base del tallo de la planta hasta el nudo de inserción de la mazorca principal, realizándose de forma similar que la altura de planta.

#### **3.5.5. Hoja debajo de la mazorca (HABM)**

Se contó el número total de hojas de cada planta, desde la base del tallo hasta debajo de la mazorca principal.

#### **3.5.6. Hoja arriba de la mazorca (HARRM)**

Las hojas se contabilizaron a partir de arriba de la mazorca principal hasta la última hoja de la planta.

### **3.6. Cosecha**

La cosecha se realizó manual, el día 11 de septiembre del 2009, donde se cosecharon las mazorcas de cada material que se encontraban en competencia completa, dentro de la parcela útil (3 m) de cada parcela experimental.

### **3.6.1. Diámetro de la mazorca (DMZ)**

Esta medida se obtuvo con ayuda de un vernier digital, midiendo en cm el diámetro ecuatorial de las mazorcas de tres repeticiones, tomadas al azar de cada material.

### **3.6.2. Número de hileras (NH)**

El conteo del número de hileras de cada mazorca se llevo a cabo tomando tres mazorcas al azar de cada genotipo.

### **3.6.3. Número de semillas por hilera (NSH)**

Para la obtención del número de semillas por hilera se contabilizaron tres hileras de tres mazorcas de cada genotipo, obteniendo así el porcentaje de semilla.

### **3.6.4. Rendimiento de grano por hectárea (RGH)**

Este dato se obtuvo al desgranar las mazorcas cosechadas de cada parcela útil de los diferentes materiales y se pesó el grano en una balanza digital expresando el resultado en gramos. Finalmente estos datos fueron transformados a  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### **3.6.5. Calidad física de la semilla**

La evaluación de la calidad física se realizó mediante el peso de mil semillas, peso volumétrico, longitud, ancho y espesor de semilla, según International Seed Testing Association (ISTA, 1996).

#### **3.6.5.1. La longitud (LS), ancho (AS) y espesor de semilla (ES)**

Evaluada por medio de mediciones de las dimensiones de la semilla, utilizando un calibrador pie de rey digital modelo CALDI-6MP graduado en milímetros. Donde se consideraron 10 semillas por repetición por tratamiento.

#### **3.6.5.2. Peso de mil semillas (PMS)**

Realizado mediante el conteo y pesado de ocho repeticiones de 100 semillas por cada híbrido. Se calculó multiplicando por diez la media aritmética de las ocho repeticiones, expresado en g.

#### **3.6.5.3 Peso volumétrico (PV)**

Determinado por el método del recipiente de volumen conocido, se le agregó la semilla y cuando rebasó el volumen del recipiente, fue eliminada con una regla para quitar el excedente y finalmente se pesó en una balanza semi

analítica, para su cálculo se utilizó la ecuación: peso hectolitro es igual al peso de la muestra dividido por el volumen del recipiente multiplicado por 100. Donde el resultado se expresó en  $\text{kg hL}^{-1}$

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis de varianza (Cuadro 4.1 y 4.2) se detectó que las variables peso volumétrico (PV), número de hileras (NH), diámetro de mazorca (DMZ), ancho de semilla (AS), peso de mil semillas (PMS), floración femenina (FF), floración masculina (FM), hojas debajo de la mazorca (HABM) y hojas arriba de la mazorca (HARRM), mostraron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.005$ ) en el factor tratamientos. Sin embargo, en las variables: altura de mazorca (AMZ), número de semillas por hilera (NSH), largo de semilla (LS), ancho de semilla (AS) y altura de planta (AP) no presentaron diferencias estadísticas.

Los mayores coeficientes de variación los presentaron el número de semillas por hilera (NSH), espesor de semillas (ES), altura de planta (AP) y número de hojas arriba de la mazorca, lo cual, indica la alta variabilidad en el comportamiento de los híbridos. En el resto de las demás variables los coeficientes de variación oscilaron de 1.41% a 6.38%.



**Cuadro 4.1. Cuadrados medios de nueve variables para características agronómicas y rendimiento de grano en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera, 2009.**

F.V	GL	PV (kg L)	RGH (t ha <sup>-1</sup> )	NH	NSH	DMZ (cm)	LS (mm)	AS (mm)	ES (mm)	PMS (g)
Tratamiento	6	14.04*	3726421.52ns	12.19**	21.73ns	35.52**	0.66ns	0.87**	0.09ns	15.64*
Repetición	2	2.25ns	14620251.62*	0.76ns	29.47ns	10.69*	1.27*	0.16ns	0.02ns	28.08*
Error	12	3.24	2135050.62	0.76	10.52	2.55	0.25	0.11	0.11	3.57
Total	20	127.79	77219639.81	83.81	315.55	265.09	9.50	6.86	1.99	192.94
cv (%)		2.24	18.05	6.19	8.83	3.49	4.26	3.87	7.57	5.63

\*, \*\*: Significativo y altamente significativo a los niveles de probabilidad 0.05 y 0.01 respectivamente; ns= no significativo; tratamiento; repeticiones; GL= grado de libertad; PV= peso volumétrico; RGH= rendimiento de grano por hectárea; NH= número de hileras; NSH= número de semillas por hilera; DMZ= diámetro de mazorca; LS= largo; AS= ancho; ES= espesor y PMS= peso de mil semillas.

**Cuadro 4.2. Cuadrados medios de seis variables agronómicas de siete híbridos comerciales de maíz en la Comarca Lagunera, 2009.**

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	<b>FM (d)</b>	<b>FF (d)</b>	<b>AP (m)</b>	<b>AMZ (m)</b>	<b>HABM</b>	<b>HARRM</b>
Tratamiento	6	9.85**	6.96**	0.07ns	0.25ns	1.66 *	1.41**
Repeticiones	2	8.19 *	12.33**	0.08ns	0.03ns	0.04ns	0.33ns
Error	12	1.35	1.27	0.50	0.27	0.38	0.22
Total	20	91.80	81.80	1.26	4.74	14.66	11.80
cv (%)		1.49	1.41	10.34	37.06	6.38	7.55

\*, \*\*=Significativo y altamente significativo, respectivamente; ns= no significativo; GL= grado de libertad; FM= floración masculina; FF= floración femenina; AP= altura de planta; AMZ= altura de mazorca; HABM= hoja debajo de la mazorca; HARRM= hoja arriba de la mazorca.

Los híbridos tuvieron valores de peso volumétrico que oscilaron de 76.79 a 82.56 kg hL<sup>-1</sup>, donde los híbridos TG-727W, SB-302 y AN-423 fueron significativamente superiores a los demás con valores de 82.56 kg hL<sup>-1</sup>, 82.31 kg hL<sup>-1</sup> y 81.78 kg hL<sup>-1</sup>, respectivamente. Por otro lado, los materiales con menor peso volumétrico fueron: Arrayan (79.68 kg hL<sup>-1</sup>), PAN-6777 (78.33 kg hL<sup>-1</sup>) y TG-711W (76.79 kg hL<sup>-1</sup>), observándose en el Cuadro 4.3.

En el peso volumétrico se observó que todos los genotipos cumplen con los requisitos mínimos establecidos en las normas de calidad, al superar lo indicado para semillas de maíz (75 kg hL<sup>-1</sup>) por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (Moreno, 1996).

Los días a floración de los diferentes materiales permitió identificar al híbrido Arrayan y AN-423 como los más tardíos con respecto al resto, con valores de 80.33 y 80 días, respectivamente. En la floración masculina y femenina con valores de 82.33 y 81.66 días. Los días a floración femenina son importantes para indicar el periodo de llenado del grano y además, los materiales se pueden clasificar de acuerdo a su precocidad (Muños, 2003).

Los genotipos precoces en número de días para floración masculina (76 y 75.66) y femenina (78.33 días) lo presentaron el TG-727W y PAN-6723 estos híbridos presentaron mayor peso de mil semillas (PMS), mientras que el testigo SB-302 estuvo entre los (77.66 y 80.33). (Cuadro 4.4). Estos resultados concuerdan con Cross *et al.* (1987) y Russell *et al.* (1992) quienes afirman que las plantas de híbridos precoces tienen mayor producción y proporción de grano.

La mayor altura de planta se encontró en el híbrido Arrayan con 2.33 m, SB-302 con 2.30 m y finalmente el TG-727W con 2.28 m, aunque resultaron estadísticamente similares. Por otra parte, los genotipos PAN-6777, PAN-6723 y TG-711W presentaron alturas más bajas con 2.11 m, 2.06 m y 1.89 m, respectivamente.

En números de hojas arriba de la mazorca (HARRM) los mejores valores lo presentaron los híbridos Arrayan con 7.33, TG-727W 7 y PAN-6723 6.33 hojas. Los de menor número de hojas fueron el material SB-302, PAN-6777 y TG-711W, con valores de 5.66 hojas.

En el caso del genotipo Arrayan, tuvo el mayor número de hojas debajo de la mazorca con 11 hojas, seguido por el híbrido SB-302 con 10.33 hojas, finalmente el TG-711W con 9.66 hojas. Mientras que el menor número de hojas debajo de la mazorca lo tuvieron los híbridos PAN-6777, PAN-6723 y TG-727W con 9.33, 9 y 9 hojas, respectivamente.

En la AMZ el híbrido superior fue el Arrayan (2.0 m), seguido por el AN-423 (1.43 m) y sobresaliendo también SB-302 (1.37 m) y el que presento menor altura fue el TG-727W (1.12 m) (Cuadro 4.3).

Los híbridos AN-423, Arrayan y SB-302 presentaron los DMZ más sobresalientes al resto de los materiales con 50.62 cm, 49.40 cm y 47.14 cm, respectivamente. Los genotipos que tuvieron menor DMZ fueron TG-711W con 43.15 cm, seguido por el TG-727W con 42.62 cm y finalmente por el PAN-6723 42 cm.

Los mejores híbridos con NSH, fueron el PAN-6723, PAN-6777 y SB-302 con valores de 40.59, 39.22 y 36.92 respectivamente. Los híbridos AN-423, TG-711W y Arrayan obtuvieron el menor NSH, con valores que oscilaron entre los 35.44 a 33.40.

Los híbridos Arrayan, AN-423, y SB-302 tuvieron mayor número de hileras (NH), los cuales presentaron valores de 17 a 14.33. Sin embargo, los materiales PAN-6777, PAN-6723 y TG-727W presentaron el menor NH con valores que oscilaron entre los 12.66 y 12.00.

En rendimiento de grano por ha (RGH) sobresalieron los genotipos PAN-6723 (9867 kg ha<sup>-1</sup>), SB-302 (8830 kg ha<sup>-1</sup>) y PAN-6777 (8770 kg ha<sup>-1</sup>). Los de menor producción en grano con valores de 7229 y 6993 kg ha<sup>-1</sup>, fueron el TG-711W, TG-727W y AN-423. Estos resultados en rendimiento de grano se ubican con los encontrados por Núñez *et al.* (2006) quienes reportan un rendimiento de grano de 10.34 a 3.92 t ha<sup>-1</sup> en híbridos comerciales evaluados en la Región Lagunera.

En términos generales se observa que los híbridos PAN-6723, PAN-6777 y SB-302 tuvieron el mayor número de semillas por hilera. Estos resultados son similares a los reportados por Martínez *et al.* (2006).

En lo referente al largo de semillas (LS) los híbridos Arrayan, TG-727W Y PAN-6777 registraron los valores más altos con 12.63 mm, 11.88 mm y 11.48 mm. Los materiales que presentaron menor LS fueron el AN-423 (11.44 mm), SB-302 (11.38 mm) y TG-711 (11.22 mm).

La variación entre ancho de semillas (AS) fue de 7.83 mm a 9.34 mm, donde los genotipos TG-727W, PAN-6723 Y PAN-6777 fueron los que mostraron mayores valores de 9.34 mm, 91.5 mm y 8.87 mm, respectivamente. Las de menor medida lo registraron los materiales SB-302 con 8.49 mm, AN-423 con 8.13 mm y finalmente Arrayan con 7.83 mm. Se observó que los híbridos de mayor tamaño obtuvieron altos rendimientos de grano, coincidiendo esto con lo encontrado por Martinelli y Moreira de Carvalho (1999), quienes afirman que las semillas grandes germinaron más rápido que las semillas pequeñas, además, originaron plantas más altas y mazorcas con mayor número de grano por hilera y mayor rendimiento de grano. Sin embargo, estos mismos autores señalaron que el tipo de híbrido ocasiona respuestas diferentes a las variaciones del tamaño de la semilla.

En el peso de mil semillas (PMS), el híbrido TG-727W fue el más sobresaliente con 37.52 g en comparación del PAN-6777 y PAN-6723 con pesos registrados de 34.70 g y 34. 53 g, respectivamente. Los valores más bajos lo presentaron los materiales AN-423 (33.10 g), SB-302 (31.24 g) y TG-711W (30.80 g).

**Cuadro 4.3. Comparación de medias de variables morfológicas en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera en 2009.**

HIBRIDO	FM (d)	HIBRIDO	FF (d)	HIBRIDO	AP (m)	HIBRIDO	AMZ (m)	HIBRIDO	HABM (m)	HIBRIDO	HARRM (m)
Arrayan	80.33 <sup>a</sup>	Arrayan	82.33a	Arrayan	2.33a	TG-727W	2.00a	Arrayan	11.00 a	Arrayan	7.33a
AN-423	80.00a	AN-423	81.66ab	SB-302	2.30a	SB-302	1.43a	SB-302	10.33ab	TG-727W	7.00ab
SB-302	77.66b	TG-711W	80.33abc	TG-727W	2.28ab	PAN-6723	1.37a	TG-711W	9.66bc	PAN-6723	6.33bc
TG-711W	77.66b	SB-302	80.00bc	AN-423	2.28ab	AN-423	1.33a	AN-423	9.33bc	AN-423	6.00c
PAN-6777	77.00b	PAN-6777	79.66bc	PAN-6777	2.11ab	ARRAYAN	1.29a	PAN-6777	9.33bc	SB-302	5.66c
PAN-6723	76.00b	PAN-6723	78.33c	PAN-6723	2.06ab	PAN-6777	1.19a	PAN-6723	9.00c	PAN-6777	5.66c
TG-727W	75.66b	TG-727W	78.33c	TG-711W	1.89b	TG-711W	1.12a	TG-727W	9.00c	TG-711W	5.66c
	2.07		2.01		0.40		0.92		1.09		0.83

Diferencia mínima significativo al 0.05 d probabilidad; FM= floración masculina; FF= floración femenina; AP= altura de planta; AMZ= altura de mazorca; HABM= hoja debajo de la mazorca; HARRM= hoja arriba de la mazorca

**Cuadro 4.4. Comparación de medias para características agronómicas y rendimiento de grano en siete híbridos comerciales de maíz, evaluados en la Comarca Lagunera en 2009.**

HIBRIDO	DMZ (CM)	HIBRIDO	NSH	HIBRIDO	NH	HIBRIDO	RGH (t ha <sup>-1</sup> )	HIBRIDO	LS (mm)	HIBRIDO	AS (mm)	HIBRIDO	ES (mm)	HIBRIDO	PV (Kg L)	HIBRIDO	PMS (g)
AN-423	50.62 <sup>a</sup>	PAN-6723	40.59 <sup>a</sup>	Arrayan	17.00a	PAN-6723	9867 <sup>a</sup>	Arrayan	12.63a	TG-727W	9.34a	AN-423	4.60a	TG-727W	82.56a	TG-727W	37.52 a
Arrayan	49.40ab	PAN-6777	39.92ab	AN-423	16.33 <sup>a</sup>	SB-302	8830ab	TG-727W	11.88ab	PAN-6723	9.15ab	TG-711W	4.59a	SB-302	82.31a	PAN-6777	34.70ab
SB-302	47.14bc	SB-302	36.92abc	SB-302	14.33b	PAN-6777	8770ab	PAN-6777	11.84ab	PAN-6777	8.87abc	TG-727W	4.55a	AN-423	81.78a	PAN-6723	34.53abc
PAN-6777	44.54cd	TG-727W	36.29abc	TG-711W	14.33b	Arrayan	8030ab	PAN-6723	11.75ab	TG-711W	8.63bcd	PAN-6723	4.52a	PAN-6723	79.78ab	Arrayan	33.20bcd
TG-711W	43.15d	AN-423	35.44abc	PAN-6777	12.66c	TG-711W	7229b	AN-423	11.44b	SB-302	8.49cd	PAN-6777	4.52a	Arrayan	79.68ab	AN-423	33.10bcd
TG-727W	42.62d	TG-711W	34.40bc	PAN-6723	12.00c	TG-727W	6993b	SB-302	11.38b	AN-423	8.13de	SB-302	4.43a	PAN-6777	78.33 b	SB-302	31.24cd
PAN-6723	42.00d	Arrayan	33.40c	TG-727W	12.00c	AN-423	6933b	TG-711W	11.22b	Arrayan	7.83e	Arrayan	4.09a	TG-711W	76.79 b	TG-711W	30.80 d
DMS	2.84		5.76		1.55		2599.4		0.89		0.59		0.60	DMS	3.20		3.36

Diferencia mínima significativo al 0.05 d probabilidad; DMZ= diámetro de mazorca; NSH= número de semilla por hilera; NH= número de hileras; RGH= rendimiento de grano por hectárea; LS= largo; AS= ancho; ES= espesor; PV= peso volumétrico; PMS= peso de mil semillas.



## **V. CONCLUSIONES**

Los híbridos precoces (PAN-6723) y (PAN-6777) presentaron mayor rendimiento de grano.

Los caracteres de agrónomos presentan una asociación directa y significativa entre la calidad física de las semillas.

Los híbridos con mejores características agronómicas y calidad física, que pueden ser utilizados en la Comarca Lagunera son el TG-727W, Arrayan, PAN-6723 y PAN-6777.

## VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Cross H. Z., J. Tonyekamen, and L. Bun. 1987. Plant density, maturity and prolificacy effects on early maize. *Can. J. Plant Sci.* 67:35-42.

Espinosa A., M.A López., M Tadeo. 1998. Análisis agroeconómico del uso de semillas mejoradas de maíz en los valles altos de México. *Agronomía mesoamericana.* 9 (1):53-58.

Faostat. 2005. Estadísticas de FAO. Disponible en línea. [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/PEC\\_UARIO.pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/PEC_UARIO.pdf)

Herrera R. 1986. Reglamento técnico de control y certificación de semillas de Maíz. Disponible en: [http://www.mapa.es/agricultura/pags/semillas/legislacion\\_nacional/regl\\_control\\_maiz.pdf](http://www.mapa.es/agricultura/pags/semillas/legislacion_nacional/regl_control_maiz.pdf):12.

Díaz C.G.T., F. A. Sabando. Á., S. Zambrano. M y G. H.Vásconez. M. (2009) Evaluación productiva y calidad del grano de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en dos localidades de la Provincia de los Ríos 3:15-23.

International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. *Seed Sci. Tech.* 24 (suppl): 243 p.

- Lapolla A. J. 2004. Maíz de alimento sagrado a negocio del hambre. Red por una América latina libre de transgénicos. 26 p.
- López S. J. A., C.A Reyes M., S. Castro N., F. Briones E. 2004. Componentes del crecimiento de grano de cultivares prolíficos de maíz. *Fitotecnia Mexicana*, 27:23-26
- Martinelli A. and Moreira de Carvalho, N. 1999. Seed size and genotype affects on maize (*Zea mayz* L.) yield under different technology levels. *Seed Sci. Tech.* 27:999-1006.
- Martínez L. C., E. Mendoza U., G. García de los S., M. C. Mendoza C. y A. Martínez C. 2006. Rendimiento de grano de híbridos isogénicos de maíz formados mediante ando esterilidad vs. Desespigamiento. *Rev. Fitotecnia Mex.* 29 (4): 365-368.
- Moreno M. E., 1996. *Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas*. Tercera Edición. Universidad Autónoma de México, México. 393 p.
- Muñoz O. A. 2003. Descifrando la diversidad del maíz de los nichos ecológicos de México. In: Cetl; Muñoz. A Muñoz (ed.). Departamento de Difusión, Colegio de Postgraduados. 133-143 pp.

Pérez G. N. L. 2002. Evaluación de métodos de formación de semilla certificada del híbrido de maíz HB-protética en Estanzuela, Zacapa y Cuyuta, Escuintla. 65 p.

Pedrol HM, J Castellarín M, Salvagiotti F, Rosso O. 2006. El cultivo de maíz y las condiciones climáticas. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/maiz/articulos/cultivo-maiz-condiciones-climaticas-t699/417-p0.htm>

Quemé L. J., L. Larios B., C. Pérez R. y N. Soto L. 1991. Aptitud combinatoria y predicción de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de grano amarillo a partir de cruces dialélicas, evaluadas en dos localidades de la Zona baja de Guatemala, 19891. *Revista Agronomía Mesoamericana* 2:24-30.

Ramírez L. 2006. Mejora de plantas alógamas. Disponible en: [http://www.unavarra.es/genmic/genetica%20y%20mejora/mej\\_alogamas/mej\\_alogamas%202006.pdf](http://www.unavarra.es/genmic/genetica%20y%20mejora/mej_alogamas/mej_alogamas%202006.pdf):34.

Robutti J. L. 1998. Calidad y usos del maíz. Fecha de consulta: 16 de Noviembre de 2010. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/maiz03.pdf>:5.

Russell J. R., N. A. Irlbeck, A. R. Hallauev and D.R. Buxton. 1992. Nutritive value and ensiling characteristics of maize herbage as influenced by agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology*. 38:11-24.

SAGARPA. 1999. Situación actual y perspectiva de la producción de maíz en México. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos; Centro de Estadística Agropecuaria. 50 p.

Segovia S. V. F. y Y. J. Alfaro. J. 2009. El maíz un rubro estratégico para la soberanía agroalimentaria de los venezolanos *Agronomía tropical* 59 (3): 237-247.

Sierra M. M., A. Palafox C., A. Espinosa C., F. Caballero., F. Rodríguez M., S. Barrón F y R Valdivia B. 2005. Adaptabilidad se híbridos triples de maíz y de sus progenitores, para la región tropical del sureste de México. *Agronomía Mesoamericana*. 16 (1): 13-18.

Torres M. M., J. L. Montalvo E., A. Jiménez M., E. López F. M y M. Mora P. 2009. Análisis estratégico de transferencia de tecnología e innovación en las cadenas prioritarias para el Estado de Puebla | CCEDR S.C. *Agenda de innovación tecnológica*. 18-229 pp.

Won R. R., E. Gutiérrez R, A. Palomo G., S. Rodríguez H., H. Córdova O., A. Espinoza B., J. J. Lozano G. 2007. Aptitud combinatoria de componentes del rendimiento en línea de maíz para grano en la Comarca Lagunera, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30(002): 181 - 189.