

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Características agronómicas y rendimiento de grano de
híbridos comerciales de maíz.**

POR:

CÉSAR GONZÁLEZ VALENZUELA

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Características agronómicas y rendimiento de grano de
híbridos comerciales de maíz.

TESIS DEL C. CÉSAR GONZÁLEZ VALENZUELA ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

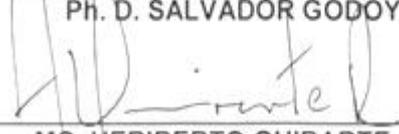
COMITÉ PARTICULAR:

Asesor
Principal:



PH. D. SALVADOR GODOY ÁVILA

Asesor:



MC. HERIBERTO QUIRARTE RAMÍREZ

Asesor:



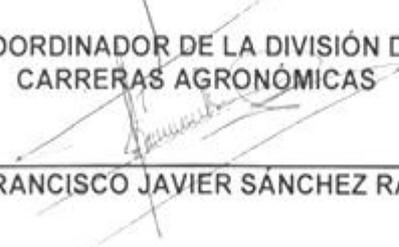
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

Asesor:



DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Características agronómicas y rendimiento de grano de
híbridos comerciales de maíz.

TESIS QUE EL C. CÉSAR GONZÁLEZ VALENZUELA SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

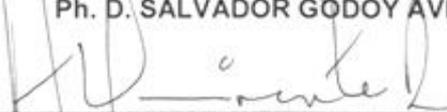
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

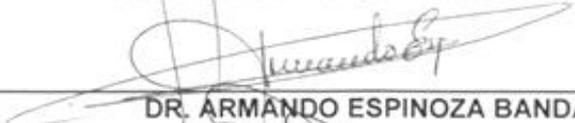
Presidente:


Ph. D. SALVADOR GODOY ÁVILA

Vocal:


MC. HERIBERTO QUIRARTE RAMÍREZ

Vocal:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

Vocal
Suplente:


DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Marzo 2013

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Mención aparte quiero expresar mi profundo agradecimiento al *Ph.D.*

Arturo Palomo Gil. (Q. F. P. D) Asesor y director de tesis, por ser la persona quien me oriento y apoyo durante la realización de esta investigación, me dejo muchos conocimientos y enseñanzas, fue una gran pérdida, se nos adelantó un gran maestro que día a día forjo las aulas de esta institución con sus conocimientos y experiencias, siempre transmitiendo todo esto frente a un grupo de alumnos, un reconocido investigador, pero más que nada un gran amigo. Gracias por haber dejado profunda huella en quienes tuvimos la suerte de conocerlo y de que nos transmitiera sus conocimientos.

Va para el mi agradecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Gracias *Virgencita de Guadalupe* y a mi *Padre Dios* por siempre estar cuidando mis pasos y los de mis seres queridos por muy oscuro o difícil que sea el camino nunca has soltado mi mano y sé que nunca lo harás, gracias por haberme dado las fuerzas suficientes para haber logrado esta meta, aún faltan muchas más y quiero que me acompañen a realizarlas

Es grato expresar mis agradecimientos a la *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*, con aprecio y respeto por darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales dentro de sus instalaciones y culminar el sueño de ser un profesionista.

Al *Ing. Heriberto Quitarte Ramírez*. Por todo su apoyo al ayudarme a culminar esta investigación, por asumir esta gran responsabilidad, por todos los consejos, regaños y enseñanzas que me hicieron una mejor persona.

Al *Dr. Armando Espinoza Banda*. Por todos los consejos en el transcurso de mi estancia en la universidad, por ser más que un gran maestro un gran amigo, gracias por todo su apoyo.

Al *Dr. José Luis Puente Manríquez* y al *Dr. Salvador Godoy Ávila* por su apoyo para la realización de esta investigación, por haber sido unos grandes maestros y por todos sus conocimientos transmitidos en las aulas y en el campo.

Al *Ing. José Alonso Escobedo*. Por todas las enseñanzas y por permitirme formar parte de un gran proyecto en el cual aprendí muchas

cosas que no vi en la carrera y más que nada por haber sido más que un gran maestro, un gran amigo, por decirme las cosas tal y como eran, por todos sus consejos mil gracias

Al *Ing. José Luis Coyac Rodríguez* por su gran apoyo que me brindo para correr los datos de esta investigación.

A *Rosalba Jejada Correa* secretaria del departamento de fitomejoramiento la cual siempre tuvo una gran disponibilidad para realizar trámites de papelería durante toda mi estancia en la carrera muchas gracias.

DEDICATORIAS

A mi abuelo fallecido *Emilio González Ortiz* a quien muy en especial le dedico este trabajo ya que él fue el que me enseñó a valorar muchas cosas en la vida, a querer, respetar, a valorar a las personas que te desean el bien, gracias por todo aunque él no este conmigo en estos momentos felices de mi vida, yo sé que desde el cielo cuida de mi a donde quiera que voy, con amor y cariño le dedico mi trabajo de tesis.

A mis padres:

Enrique González Jacques

Avelina Valenzuela Rivas

Por haberme regalado la vida y educarme de una manera correcta y enseñarme a vencer los obstáculos y barreras que se suscitaron en el transcurso de mi vida como estudiante. En especial al esfuerzo grandísimo que me brindaron, gracias a todo eso soy alguien en la vida. Sus consejos siempre los llevaré presentes; gracias papá, gracias mamá por haber hecho de mí un hombre de superaciones y sueños.

A mis hermanos

Enrique González Valenzuela

Marlen González Valenzuela

Por ser ellos con quienes he compartido todos los momentos de mi vida, desde mi infancia hasta el día de hoy, los quiero mucho.

Muy en especial *a toda mi familia* por haber depositado esa gran confianza en mí y haberme impulsado en todo momento para lograr esta gran meta, por todos los consejos dados cuando más los necesite mil gracias por todo su apoyo.

A mis amigos

Lázaro Medina Delgado

Victor Martínez de Vicente

Reyes Hernández Vázquez

Jorge Enrique Cuéllar Ferniza

Alexis Jiménez Ponce

Osiel de León Pérez.

José Guadalupe Andrade

Por compartir de sus amistades durante mis estudios profesionales, ya que con ustedes pude convivir estos 4 años y medio de vida de la cual solo quedan recuerdos de los años de convivencia porque cada uno de nosotros tenemos diferentes caminos que tomar y gracias por su gran amistad, compañía y atención en todos esos momentos cuando más los necesite.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO ESPECIAL	I
AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIAS	IV
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE GRAFICAS	X
RESUMEN	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	2
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
1.4. Metas.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Aspectos generales del cultivo de Maíz.....	4
2.1.1. Antecedentes históricos y Centro de Origen	4
2.2. Características descriptivas y clasificación taxonómica.....	6
2.3. Descripción botánica de la planta	7
2.4. Requerimientos Ecológicos del cultivo de Maíz.....	9
2.4.1. Hídricos	9
2.4.2. Temperatura.....	11
2.4.3. Altitud	12
2.4.4. Latitud	12
2.4.5. Fotoperiodo	13
2.4.6. Suelos	13
2.4.7. Precipitación.....	14
2.4.8. Luz	14
2.4.9. Nutricionales	15
2.5. Híbridos	16
2.5.1. Híbrido Simple.....	17
2.5.2. Híbrido Triple.....	17

2.5.3. Hibrido Doble	17
2.6. Hibridación	17
2.7. Potencial de producción de Maíz Grano	18
2.8. Producción Nacional	19
2.9. Producción Regional	23
III. MATERIALES Y METODOS	24
3.1. Localización geográfica	24
3.2. Material genético	24
3.3. Diseño Experimental	25
3.4. Prácticas culturales	25
3.4.1. Preparación del terreno	25
3.4.2. Siembra	26
3.4.3. Riego y Fertilización	27
3.5. Control de Plagas	28
3.6. Control de malezas	29
3.7. Cosecha	29
3.8. Variables evaluadas	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. Rendimiento de grano (RG)	31
4.2. Rendimiento de mazorca (RM)	35
4.3. Floración femenina (FF)	37
4.4. Diámetro de mazorca (DM)	41
4.5. Número de hileras por mazorca (NHM)	44
4.6. Número de granos por hilera (NGH)	46
4.7. Diámetro de olote (DO)	49
V. CONCLUSIONES	52
VI. LITERATURA CITADA	54
VII. ANEXOS	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos y extracción de nutrientes del cultivo de maíz para producir una tonelada de grano	15
Cuadro 2. Superficie, rendimiento y producción nacional de maíz grano en condiciones de riego.....	20
Cuadro 3. Volumen de producción y rendimiento nacional de maíz grano por estados en el 2010.	22
Cuadro 4. Superficie, rendimiento y producción de maíz grano bajo condiciones de riego, en la Región Lagunera de Coahuila.	23
Cuadro 5. Híbridos de maíz de ciclo precoz e intermedio evaluados en UAAAN-UL.2011.....	24
Cuadro 6. Prácticas culturales después de la siembra. UAAAN. UL. 2011.....	27
Cuadro 7. Riegos aplicados durante la etapa fenológica de cada ciclo.	27
Cuadro 8. Control de plagas y productos utilizados en dos ciclos de siembra. UAAAN. UL.	28
Cuadro 9 Rendimiento de grano y sus componentes obtenidos en los ciclos de primavera y verano para el estudio realizado con híbridos de maíz en la Región Lagunera de Coahuila.	31
Cuadro 10. Rendimiento promedio de Grano en Ton ha-1 en Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	33
Cuadro 11 Contrastes ortogonales para rendimiento de grano en ton ha-1 en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.	34
Cuadro 12. Rendimiento promedio de Mazorca en Ton ha-1 en Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	36
Cuadro 13 Contrastes ortogonales para rendimiento de mazorca en ton ha-1 en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.	37
Cuadro 14. Días promedio de floración femenina en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	39
Cuadro 15. Contrastes ortogonales para floración femenina en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.	41
Cuadro 16. Diámetro promedio de mazorca en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	42
Cuadro 17. Contrastes ortogonales para diámetro de mazorca en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.	44
Cuadro 18. Número de hileras promedio por mazorca en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	45

Cuadro 19. Contrastes ortogonales para número de hileras por mazorca en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.	46
Cuadro 20. Número de granos por hilera promedio en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	47
Cuadro 21. Contrastes ortogonales para números de grano por hilera en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.	48
Cuadro 22. Diámetro de olote promedio en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	49
Cuadro 23. Contrastes ortogonales para diámetro de olote en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.	51
Cuadro 24. Rendimiento de grano y sus componentes obtenidos en los ciclos de primavera y verano para el estudio realizado con diez híbridos de maíz. UAAAN. UL.2011.	63
Cuadro 25. Rendimiento de grano y sus componentes en híbridos de maíz con siembras de primavera y verano. UAAAN. UL.2011.	64
Cuadro 26. Probabilidad estadística para contrastes ortogonales en diez genotipos durante dos ciclos. UAAAN. UL.2011.	65
Cuadro 27. Fuentes de variación y probabilidad estadística del análisis de varianza para las variables en estudio de rendimiento de maíz grano (RG) durante dos ciclos. UAAAN. UL.2011.	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Teorías acerca del origen del maíz.....	6
Figura 2. Relación superficie, producción y rendimiento de maíz grano a nivel nacional.	21

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Rendimiento de grano en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.	32
Grafica 2. Rendimiento promedio de Grano en Ton ha-1 en Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	33
Grafica 3. Rendimiento de mazorca en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.	35
Grafica 4. Rendimiento promedio de Mazorca en Ton ha-1 en Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	36
Grafica 5. Días a floración femenina en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.	38
Grafica 6. Días promedio a floración femenina en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	39
Grafica 7. Interacción genotipo por ambiente para días a floración femenina.	40
Grafica 8. Diámetro de mazorca promedio en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.	42
Grafica 9. Diámetro promedio de mazorca en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	43
Grafica 10 Numero de hileras promedio por mazorca en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	45
Grafica 11. Número de granos por hilera promedio en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.	47
Grafica 12. Número de granos por hilera promedio en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	48
Grafica 13. Diámetro de olote promedio en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.	50

RESUMEN

El rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) está en función de dos factores fundamentales, el ambiente y la genética de cada individuo, así como su potencial para reaccionar a las diferentes condiciones ambientales en las cuales se está desarrollando. Algunos de estos factores ambientales pueden ser manipulados por el hombre por medio de un buen manejo agronómico, tal es el caso de la elección de fechas de siembra adecuada y la selección de genotipos con alta productividad. La combinación de estos dos factores puede ser determinante para obtener altos rendimientos de materia seca y su distribución adecuada al órgano de interés, (mazorca, tallos, hojas) de acuerdo a su uso (grano, forraje o doble propósito), además de la obtención de un producto de buena calidad.

El presente estudio se realizó en el año de 2011 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL), ubicada en periférico Raúl López Sánchez y carretera a Santa Fé, en la ciudad de Torreón Coahuila, México, municipio que se encuentra en la Comarca Lagunera, ubicada geográficamente entre 24° 30' y 27° Latitud Norte y entre 102° y 105° Longitud Oeste, a 1120 msnm.

Se evaluaron los híbridos: P4081W, DAS 2A120, Rio Grande, Arrayan, Genex 778, Narro 2010, Advance 2203, DAS 2358, P4082W, HT 91-50W; de los cuales los seis primeros son de ciclo intermedio y el resto de ciclo precoz. Las siembras se efectuaron en primavera y verano. Las fechas de siembra fueron: 13 de abril y 13 de junio respectivamente. En primavera la cosecha se realizó a los 157 días después de la siembra y a los 150 días para el verano. La cosecha de grano se llevó a cabo cuando la mayoría de los híbridos alcanzaron su madurez fisiológica.

Se evaluaron las siguientes variables agronómicas: días a floración masculina (FM) y femenina (FF), altura de planta (AP) y mazorca (AM), rendimiento de mazorca (RM), longitud de mazorca (LM), peso individual de mazorca (PIM), peso de grano por mazorca (PGM), peso de olote (PO), diámetro de mazorca y olote (DM, DO), número de hileras por mazorca (NHM) y número de granos por hilera (NGH).

De los diez híbridos evaluados, la mejor expresión de rendimiento de grano se observó en los ciclos de primavera, mientras que la expresión más pobre se obtuvo en el ciclo de verano mostrando diferencias de 1.72 ton ha⁻¹. De los diez genotipos evaluados los más sobresalientes fueron los híbridos: HT 91-50W, DAS 2A120, Río Grande, P4082W y DAS 2358 presentando un potencial con rendimientos de: 10.08; 9.51; 9.39; 8.83; 8.49 ton ha⁻¹.

El híbrido P4081W fue el que presentó mayor número a días a floración femenina con 83 días promedio, en cuanto a DAS 2358 que se ubicó como el más precoz con 70.83 días, a pesar de ser más precoz obtuvo mejores rendimientos de grano que el híbrido P4081W con diferencias de 1.25 ton ha⁻¹. Mostrando los genotipos una mayor precocidad en el ciclo de verano con respecto al ciclo de primavera con diferencias de 6 días.

En términos generales el híbrido HT 91-50W, de manera preliminar muestra mejor respuesta, debido a que presenta una mayor capacidad de adaptación a esta región, ya que así lo demuestran los resultados obtenidos durante su evaluación en el año 2011 con siembras en ciclos de primavera y verano respecto al rendimiento de grano.

Palabras clave: *Zea mays* L., ciclos, híbrido, rendimiento.

I. INTRODUCCIÓN

Este cultivo 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. A nivel mundial, en una superficie de 158 millones de hectáreas, con una producción de 785 millones de toneladas y rendimientos de grano de 3.2 toneladas por hectárea, el maíz rebaso al arroz y al trigo en 133 y 138 millones de toneladas, esto debido a la elaboración de bio-combustibles, seguramente continuara provocando alteraciones severas en los países importadores.

Su producción se ha incrementado significativamente a partir de la década de los sesenta, debiéndose entre otros a: aumento de la superficie cultivada, a la utilización de sistemas de cultivo más eficientes, al empleo de fertilizantes y genotipos genéticamente mejorados con mayor capacidad de producción.

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

El maíz en nuestro país es de gran importancia económica y social, y aproximadamente el 80% de la población incluye en su dieta alimenticia este cereal, esto conlleva a que una parte importante de productores a nivel nacional y principalmente a nivel del sector social siembre maíz con el propósito de asegurar el complemento alimenticio de su familia.

En la Región Lagunera uno de los cultivos económicamente más importantes es el de maíz grano con una superficie promedio de 578 hectáreas, principalmente si se considera la alta demanda de este grano para la elaboración de tortillas, alimento complementario de gran importancia en la población. Además las evidencias experimentales disponibles señalan rendimientos potenciales superiores a 8.0 toneladas por hectárea.

1.1. Justificación

El maíz es el cereal que se ubica, después del trigo y el arroz, como el cultivo que más importancia ha tenido en varios sectores de la economía a escala mundial durante el siglo XX y a inicios del XXI. Lo anterior se debe a que en los países industrializados, el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados, y recientemente para la producción de etanol, además de su capacidad de adaptarse a condiciones climáticas y edáficas diversas (Colín y Morales, 2011). En maíz grano, los estudios indican que entre el 40 y 50 % de las ganancias de rendimiento se debe a los cambios en el manejo de cultivo; mientras que la otra parte (50 al 60 %) se debe a cambios en el genotipo (Russell, 1991; Duvick, 1992; Duvick, 2005).

En la región norte de México existe poca información sobre la calidad y producción de los híbridos comerciales que se siembran en la región. Sin embargo, la diversidad de materiales genéticos que se generan en las empresas semilleras e instituciones de investigación es numerosa y constantemente cambiante, por lo que es necesario evaluar todo material disponible e introducido para conocer su potencial productivo bajo diferentes

condiciones ambientales y con ello poder seleccionar aquellos que presenten las mejores características nutritivas y de producción (Hunt et al., 1992; Ruiz et al., 2006).

1.2. Objetivos

➤ Determinar el potencial de producción de grano de híbridos de maíz en siembras de primavera y verano.

1.3. Hipótesis

➤ Los híbridos de maíz presentan diferente potencial de rendimiento de grano en siembras de primavera y de verano debido a las condiciones climáticas que prevalecen durante su ciclo de crecimiento.

1.4. Metas

➤ Contar con información sobre el rendimiento y sus componentes, de híbridos comerciales de maíz grano.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El maíz (*Zea mays*), denominación científica que le otorgó Linneo y que significa grano que proporciona la vida; en donde *Zea* proviene del griego antiguo que significa grano y *mays* es una adaptación del término maíz originado en el Caribe, donde los europeos conocieron por primera vez la planta (Reyes, 1990).

2.1. Aspectos generales del cultivo de Maíz

El maíz es el cereal de los pueblos y culturas del continente americano. Las más antiguas civilizaciones de América; desde los olmecas y teotihuacanos en Mesoamérica, hasta los incas y quechuas en la región andina de Sudamérica, estuvieron acompañadas en su desarrollo por esta planta. Esta asociación entre cultura y agricultura del maíz ha motivado a científicos y humanistas a preguntarse: ¿Cuál es el origen de este cereal? ¿Cómo fue su evolución, una vez que los diferentes grupos humanos lo adoptaron y cultivaron para su provecho? Estas preguntas los han llevado a explorar el pasado y en la actualidad, junto al desarrollo científico y tecnológico, han podido descifrar varios de los enigmas que rodean la domesticación de este cultivo (Beadle, 1978).

2.1.1. Antecedentes históricos y Centro de Origen

Aunque no se han resuelto por completo todos los detalles que permitan explicar su origen y domesticación, los científicos tienen un consenso: “El ancestro directo del maíz es el teocintle”. Sin embargo, durante más de 70 años, antes de llegar a esa conclusión se generó un riquísimo debate que contribuyó al avance del conocimiento en muchas

áreas del quehacer científico (Serratos, 2009). Nikolai Vavilov (1887–1943) uno de los más grandes genetistas del siglo XX y estudioso de las plantas cultivadas, exploró ocho grandes regiones del mundo en las que se originaron las plantas cultivadas, consolidando el concepto de “centro de origen” definiéndolo como “zona geográfica en donde se encuentra un máximo de diversidad del cultivo y en el que coexisten o coexistieron sus parientes silvestres; tomando en cuenta tres aspectos; 1) áreas geográficas en las que se siguen cultivando; 2) se asocian a grandes extensiones de territorio y; 3) los focos primarios del origen de los cultivos se encuentran en las regiones montañosas”. De acuerdo a las observaciones de Vavilov, el origen del maíz junto con aproximadamente 49 especies más, está en el Centro Primario VII que se localiza desde el centro-sur de México, hasta la mitad del territorio de Centroamérica (Harlan, 1971).

Wilkes y Goodman (1995) resumieron en forma de diagrama las diferentes teorías sobre el origen del maíz: a) Evolución vertical: maíz a partir de maíz silvestre, propuesta por Kempton, (1934); Mangelsdorf, (1974, 1986); Goodman(1988); Wilkes, (1989) b) Evolución vertical: el maíz y el teocintle provienen de un ancestro común pero la domesticación del maíz se realiza a partir de un maíz silvestre, propuesta por Montgomery, (1906); Weatherwax, (1918, 1919, 1954) c) Evolución Progresiva: maíz a partir del teocintle, propuesta por Vavilov,(1931); Beadle, (1972, 1980); de Wet y Harlan, (1972); Galinat, (1971, 1983, 1985, 1988, 1992) Iltis, (1972, 1983); Doebley, (1983); Kato, (1984) d) Origen del maíz por hibridación Harshberger, (1896, 1899); Collin, (1912, 1918) (Figura 1).

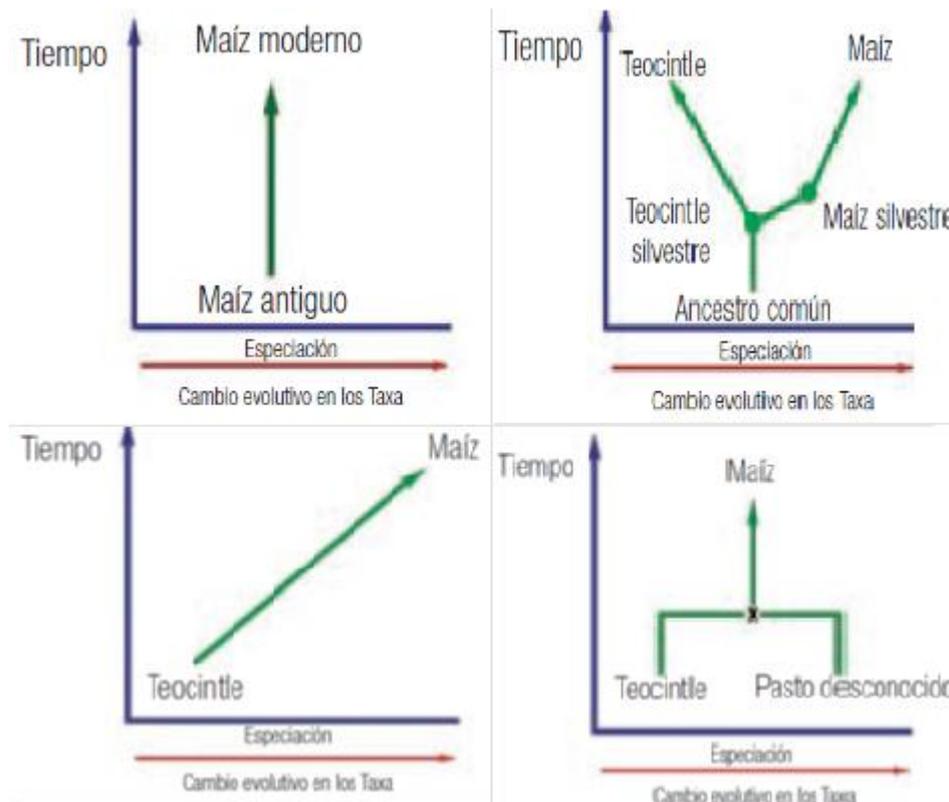


Figura 1. Teorías acerca del origen del maíz.

Fuente: (Wilkes y Goodman, 1995; Serratos, 2009)

2.2. Características descriptivas y clasificación taxonómica

Nombre Común: Maíz.

Origen: México, América Central (González, 1984).

Distribución: 50° LN a 40° LS (González, 1984; Purseglove, 1985).

Adaptación: Regiones tropicales, subtropicales y templadas (Doorenbos y Kassam, 1979).

Ciclo vegetativo: 80 a 180 días (Doorenbos y Kassam, 1979; Benacchio, 1982; Ruiz, 1985).

Tipo Fotosintético: C4 (Raya y Aguirre, 2008)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *mays*

2.3. Descripción botánica de la planta

El maíz es una planta de porte robusto y de hábito anual; el tallo es simple, erecto, de elevada longitud alcanzando alturas de uno a cinco metros, con pocos macollos o ramificaciones, presentando nudos, entrenudos y una médula esponjosa. Las hojas inician en los nudos de manera alterna a lo largo del tallo; se encuentran abrazadas al tallo mediante la vaina que envuelve el entrenudo y cubre la yema floral, de tamaño y ancho variable. Las raíces primarias son fibrosas presentando además raíces adventicias, que crecen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta ([Jugenheimer, 1988](#)).

Es una planta monoica de flores unisexuales, que presenta flores masculinas y femeninas bien diferenciadas en la misma planta: la inflorescencia masculina es terminal, se conoce como panícula ó espiga consta de un eje central ó raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico; cada espiguilla está protegida por dos brácteas ó glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada

florequilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen. La coloración de la panícula está en función de la tonalidad de las glumas y anteras, que pueden ser de coloración verde, amarilla, rojiza o morada. Las inflorescencias femeninas (mazorcas) se localizan en las yemas axilares de las hojas, son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas, una fértil y otra abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen. La mazorca puede formar alrededor de 400 a 1000 granos arreglados en promedio de ocho a veinticuatro hileras por mazorca; todo esto encerrado en numerosas brácteas ó vainas de las hojas (totomoxtle), los estilos largos saliendo de la punta del raquis como una masa de hilo sedoso conocido como pelo de elote; el jilote es el elote tierno. Por las características mencionadas, el maíz es una planta de polinización abierta (anemófila) propensa al cruzamiento, la gran mayoría de los granos de polen viajan de 100 a 1000 metros (Reyes, 1990; Jugenheimer, 1988).

En la mazorca cada grano o semilla, es un fruto independiente llamado cariósido que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca. Como cualquier otro cereal, las estructuras que constituyen el grano del maíz (pericarpio, endospermo y embrión) le confieren propiedades físicas y químicas (color, textura, tamaño, etc.) que han sido importantes en la selección del grano como alimento (Kato, 2009).

Su ciclo vegetativo tiene una duración que va desde los 80 a 180 días, ésto depende del material genético, ambiente en el que se desarrolle y manejo agronómico ([Doorenbos y Kassam, 1979](#); [Benacchio, 1982](#))

2.4. Requerimientos Ecológicos del cultivo de Maíz

2.4.1. 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 días. En condiciones de riego el maíz requiere un riego de presembrado y cuatro de auxilio; con lámina de 20 centímetros en presembrado y 12 centímetros para los riegos de auxilio. La evaporación varía según las estaciones del año, en promedio de las observaciones efectuadas durante el día son las siguientes: primavera, 3 por ciento; verano, 46.2 por ciento; Otoño, 52.9 por ciento; y en invierno, 44.3 por ciento ([Robles, 1994](#)).

En el cultivo del maíz los periodos críticos importantes que influyen en la producción de grano son: 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, 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 del grano, o sea cuando el grano se encuentra en estado lechosos. El retraso o la falta de riego en alguna de estas etapas del cultivo ocasionan una reducción en el rendimiento, que puede ser de aproximadamente 40 por ciento. ([Reta y Faz, 1990 -1991](#)).

Reta y Faz, (1999), mencionan que la mejor respuesta del maíz en términos de rendimiento del grano y uso del agua evapotranspirada se obtuvo cuando el cultivo mantuvo condiciones adecuadas de humedad en el inicio de las fases de diferenciación de órganos reproductivos (35 a 51 dds), inicio de crecimiento de la mazorca (52-65 dds), inicio de 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, provocan una reducción del rendimiento de grano de 23 a 34 por ciento, debido a la disminución del número de granos por mazorca el cual fue del 15 al 26%. Así mismo, una reducción de la evapotranspiración de 13% durante el llenado del grano (85-115 días), 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 la lluvia durante el ciclo. En años de baja precipitación entre rangos de 100 a 200 milímetros es necesario la aplicación de cuatro riegos de auxilio, al inicio de las fases fenológicas antes mencionadas (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 crecimiento 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 un factor importante para la planta, que tiene funciones esenciales para el desarrollo de la mayoría de sus órganos de tal manera

que el agua representa más del 90 por ciento de su peso fresco. Otra función importante del agua en la planta es su participación como reactivo de procesos fisiológicos, como la 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 de la planta, lo cual es indispensable para el crecimiento y la formación de la hoja, nuevos brotes y otras células y estructuras; en apertura de estomas y transporte en la hoja en las flores y otras estructuras de la planta las cuales son controladas por cambio de la turgencia (Kramer, 1974).

Tanaka y Yamaguchi (1984), determinaron que la escasez de agua es un factor determinante para el rendimiento del 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 láminas de riego y números de riego por ciclo, permitirá obtener información para eficientar el agua, junto con genotipos de ciclo precoz y alta producción de grano y biomasa por metro cúbico de agua.

2.4.2. 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 afectan seriamente la viabilidad del polen, al combinarse la temperatura alta y baja humedad relativa (Jugenheimer, 1981).

La temperatura óptima para la germinación está entre 18 y 21 °C; por debajo de 13 °C se reduce significativamente y de 10 °C hacia abajo no se presenta germinación. La mayoría de los procesos de crecimiento y desarrollo en maíz están fuertemente influidos por temperaturas entre 10 y 28 °C (Warrington y Kanemasu, 1983). Tanto la fotosíntesis como el desarrollo de maíz son muy lentos a 10 °C y alcanzan su valor máximo de 30 a 33 °C (Duncan, 1975). Las áreas con mayores rendimientos en Estados Unidos tienen temperaturas medias entre 20 y 24 °C, con temperaturas nocturnas de 15 °C. La temperatura óptima diaria de siembra a germinación es de alrededor de 25.8 °C; de germinación a la aparición de la inflorescencia femenina entre 25 y 30 °C y desde ese período a la madurez del grano se consideran óptimas una mínima de 21°C y una máxima de 32°C (Benacchio, 1982).

2.4.3. 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 altitudes excesivas. Este grado tan amplio de altitud hace que el cultivo se adapte a la mayor parte de las regiones agrícolas del mundo (Robles, 1983).

2.4.4. Latitud

En general, el maíz se adapta desde más o menos 50 grados de latitud norte, hasta los 40 grados 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 localiza entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio; la latitud, es importante por su influencia en el fotoperiodo y la temperatura.

2.4.5. Fotoperiodo

Se considera que el maíz es una planta insensible al fotoperiodo, debido a que se adapta a regiones de fotoperiodo corto, neutro y largo, sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen con 11 a 14 horas luz si se considera la fecha del 21 de marzo; a una latitud de 0 grados, 12 horas 7 minutos y a 60 grados norte, 12 horas 18 minutos, siendo mínima la diferencia de fotoperiodo, por lo que es en esta época donde se inicia la siembra de maíz en la mayoría de las latitudes propias a este cultivo (Robles, 1994).

2.4.6. Suelos

Textura de suelo: Prefiere suelos franco-limosos, franco-arcillosos y franco-arcillo-limosos (Benacchio, 1982). Prospera en suelos de textura ligera a media (FAO, 1994).

Profundidad del suelo: En suelos profundos las raíces pueden llegar a una profundidad de 2 metros. El sistema ramificado se sitúa en la capa superior de 0.8 a 1 metro, capa donde se absorbe el 80 % del agua del suelo. Normalmente el 100 % del agua se absorbe a una profundidad de 1.0 a 1.7 metros (Doorenbos y Kassam, 1979).

Salinidad: Tolera salinidad, siempre que ésta no sea mayor que 7 mmhos/cm (Benacchio, 1982). La disminución del rendimiento como consecuencia del aumento de la salinidad del suelo es la siguiente: 0% para una conductividad eléctrica de 1.7 mmhos/cm; 10 % para 2.5 mmhos/cm; 25 % para 3.8 mmhos/cm; 50 % para 5.9 mmhos/cm y 100 % para 10 mmhos/cm (Doorembos y Kassam, 1979).

PH: El pH óptimo está entre 5.0 y 7.5 (Moreno, 1992). Es muy sensible a la acidez, especialmente con la presencia de iones de aluminio (Montaldo, 1982).

Drenaje: Requiere buen drenaje, ya que no tolera encharcamientos; suelos inundados por más de 36 horas suelen dañar a las plantas y su rendimiento final (Barandas, 1994).

2.4.7. 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.

2.4.8. Luz

Requiere mucha insolación, por ello no son aptas las regiones con nubosidad alta. Necesita abundante insolación para máximos rendimientos. La intensidad óptima de luz está entre 32.3 lux (10.28 Candela/metro cuadrado) y 86.1 lux (27.40 Candela/metro cuadrado) (Barandas, 1994).

2.4.9. Nutricionales

La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente 5-6 hojas desarrolladas), asegura un buen desarrollo y crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada. Los nutrientes en el suelo generalmente limitan la producción del maíz, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y su disponibilidad y magnitud para determinar las necesidades de fertilización (García, 2010).

En el Cuadro 1 se muestran los requerimientos (cantidad total de nutriente absorbida por el cultivo) y la extracción por el grano de los nutrientes esenciales para producir una tonelada del mismo (Barraco et al., 2009). García (2010) indica que para obtener un rendimiento de 12 t ha⁻¹ de maíz grano, se requieren absorber aproximadamente 264-48-48 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅) y azufre (S), respectivamente.

Cuadro 1. Requerimientos y extracción de nutrientes del cultivo de maíz para producir una tonelada de grano

Nutriente	Requerimiento kg• t	Índice de cosecha	Extracción kg• t
Nitrógeno	22	0.66	14.5
Fósforo	4	0.75	3
Potasio	19	0.21	4
Calcio	3	0.07	0.2
Magnesio	3	0.28	0.8
Azufre	4	0.45	1.8
Boro	0.02	0.25	0.005
Cloro	0.444	0.06	0.027
Cobre	0.013	0.29	0.004
Hierro	0.125	0.36	0.045
Manganeso	0.189	0.17	0.032
Molibdeno	0.001	0.63	0.001
Zinc	0.053	0.5	0.027

(Barraco et al., 2009)

2.5. Híbridos

El maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas puras autofecundadas. La producción de maíz híbrido involucra la obtención de líneas autofecundadas para la producción de semillas a nivel comercial.

Todas las líneas puras de maíz son inferiores a las variedades de polinización libre tanto en vigor como en rendimiento. Hasta que no se desarrollan en líneas definitivamente más productivas, el uso final de las mismas lleva como objetivo la producción de híbridos. Los híbridos altamente productores de granos son también mejorados en calidad de forraje (Geiger et al. 1992; Peña et al. 2003).

El vigor híbrido generalmente se determina para caracteres como tamaño o rendimiento, pero estos son solo productos finales de los procesos metabólicos, cuyos patrones están en los genes (Crees, 1956).

Allard (1980), define a un híbrido como el aumento de tamaño o en vigor de éste con respecto a sus progenitores. También propuso el término heterosis para denotar el incremento en tamaño y vigor después de los cruzamientos.

Sprague y Miller (1951), mencionan que la obtención del híbrido de maíz está básicamente fundamentada en la utilización de líneas puras. Los fitomejoradores están conscientes que es necesario un alto grado de endogamia para poder fijar los caracteres de los progenitores y de esta manera transmitirlos a su progenie, teniendo una mejor evaluación de su comportamiento final.

2.5.1. Híbrido Simple.

Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla de híbridos F1 es la que se vende a los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son más uniformes y tienden a presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables (Chávez y López, 1995).

2.5.2. Híbrido Triple.

Se forman con tres líneas autofecundadas, es decir que son el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea auto fecundada. La cruce simple como hembra y la línea como macho. Con frecuencia se puede obtener mayores rendimientos con una cruce triple que con una doble, aunque las plantas de una cruce triple no son tan uniformes como las de una cruce simple (Chávez y López, 1995).

2.5.3. Híbrido Doble

El híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas auto fecundadas, es decir la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruces simples; los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruces simples, presentan mayor variabilidad; es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y ésta a su vez más que una doble (Chávez y López, 1995)

2.6. Hibridación

Chávez (1993), señala que la cruce es el acto de fecundar gametos femeninos (óvulos) de un individuo con gametos masculino (polen

espermatozoides, etc.) procedentes de otro. También se le denomina hibridación.

La hibridación es el método de mejoramiento genético con mayor eficiencia en la producción de maíz , ya que los resultados reflejan un incremento marcado en productividad sobre los niveles de rendimiento de las variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente el fenómeno de vigor híbrido o heterosis (CIMMYT, 1999).

De la Loma (1954), indica que el objetivo inmediato de la hibridación es la producción de ejemplares que presentan nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y generalmente, mayor vigor; por ambas causas constituye un método de gran interés, cuya aplicación se ha extendido de modo notable.

2.7. Potencial de producción de Maíz Grano

El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie y el peso individual de los mismos (López et al., 2000). El primero está en función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración, por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el cultivo debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración, cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. El segundo depende de los componentes de crecimiento de grano tal como: tasa, período total y efectivo de llenado de grano (López et al., 2004).

En México, la demanda de grano de maíz para consumo humano es alrededor de 25 millones de toneladas; sin embargo, sólo se producen cerca de 23 millones, (Peña et al., 2010). El valor total de la producción nacional

de maíz, representa aproximadamente el 32.4 % del total de los más de 320 cultivos (Núñez y Ayala, 2009), abarcando la mitad de la superficie destinada a todos los cultivos que se siembran en el país y emplea más del 40 % de la fuerza de trabajo del sector agrícola, cerca de un 8 % del total de la fuerza laboral de México (Nadal, 2000; Nadal y Wise, 2005). El maíz (*Zea mays* L.) es el cereal básico de la alimentación humana en el país, ocupando el segundo lugar después de Malawi (Morris, 1998), con un consumo per cápita de 127 kg (Pecina et al., 2011).

La pauta de consumo en México es distinta a la de Estados Unidos y otros países industrializados, ya que el 68 % de todo el maíz se utiliza directamente como alimento para consumo humano; 21 % a nivel mundial. En países industrializados, incluyendo a Estados Unidos, el maíz se usa con mayor frecuencia como forraje o como insumo industrial, tendencia que recientemente comienza a enfatizarse aún más en nuestro país (Nadal y Wise, 2005; Núñez y Ayala, 2009). En los últimos cinco años (2006-2010) se sembraron en promedio alrededor de 8 millones 368 mil 288 hectáreas en condiciones de riego y temporal, de las cuales el 95 % corresponde a la superficie destinada a la producción de maíz grano y el restante 5 % representa la producción de forraje en verde. Datos reportados por el SIAP (2011).

2.8. Producción Nacional

En promedio durante los últimos cinco años se sembraron 7 millones 890 mil 762 hectáreas de maíz grano, de las cuales el 18 % se produjo en condiciones de riego y el 82 % restante en condiciones de temporal, con un

rendimiento promedio de 3.21 t ha⁻¹. La media por modalidad en cuanto a riego y temporal se encuentra en las 7.24 y 2.20 t ha⁻¹ de grano respectivamente. A continuación se presenta la superficie sembrada, producción y rendimientos obtenidos durante los últimos 5 años en condiciones de riego a nivel nacional (Cuadro 2).

Cuadro 2. Superficie, rendimiento y producción nacional de maíz grano en condiciones de riego.

Año	Superficie sembrada	Superficie cosechada	Producción	Rendimiento
	ha ⁻¹		Ton	t ha ⁻¹
2006	1,351,852.50	1,339,806.45	9,131,993.86	6.82
2007	1,452,322.60	1,428,915.12	10,211,646.68	7.15
2008	1,470,056.51	1,423,284.94	10,436,900.02	7.33
2009	1,410,017.98	1,394,542.99	10,219,218.18	7.33
2010	1,425,157.46	1,399,397.05	10,622,978.20	7.59
Media	1,421,881.41	1,397,189.31	10,124,547.39	7.24

(SIAP, 2011)

La superficie destinada a la producción de maíz grano, no obstante su disminución, se sigue manteniendo, mientras que los rendimientos y la producción se incrementan, como se puede observar en la Figura 2, que interrelaciona la superficie sembrada, producción y rendimientos durante los años 1995 a 2005.

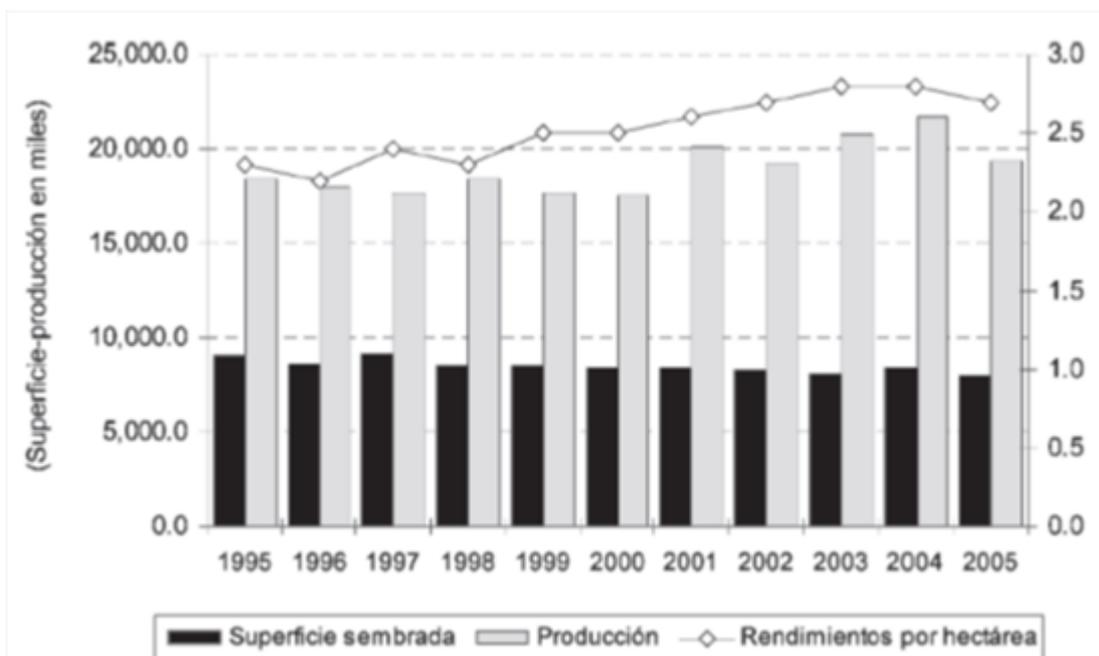


Figura 2. Relación superficie, producción y rendimiento de maíz grano a nivel nacional.

Fuente: Elaborado a partir de datos del SIAP/SAGARPA y SIACON

La producción maicera se desarrolla principalmente en 14 estados del país, que por orden de importancia son: Sinaloa, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Guerrero, Chiapas, Guanajuato, Puebla, Chihuahua, Veracruz, Oaxaca, Hidalgo, Tamaulipas y Campeche, siendo los más importantes en cuanto a volumen de producción se refiere, que en conjunto produjeron aproximadamente el 90 % de total nacional, en riego y temporal para el año de 2010. Por otro lado, con respecto a los rendimientos el estado de Sinaloa sigue ocupando el primer lugar con casi 10 t ha⁻¹ de maíz grano, siguiendo; Baja California Sur, Jalisco y Sonora con 6.1, 6 y 5.6 t ha⁻¹ respectivamente, SIAP(2011) y SAGARPA (2011) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Volumen de producción y rendimiento nacional de maíz grano por estados en el 2010.

Estado	Producción Ton	Rendimiento t ha-1	Total	Avance %
SINALOA	5,227,872.02	9.96	22.4	22
JALISCO	3,395,071.76	6.00	14.6	37
MEXICO	1,549,545.32	2.85	6.6	44
MICHOACAN	1,526,483.72	3.29	6.6	50
GUERRERO	1,413,973.17	3.03	6.1	56
CHIAPAS	1,394,496.30	2.03	6.0	62
GUANAJUATO	1,185,172.29	4.17	5.1	67
PUEBLA	1,080,462.01	1.90	4.6	72
CHIHUAHUA	1,068,688.96	4.40	4.6	77
VERACRUZ	973,457.57	1.92	4.2	81
OAXACA	645,531.27	1.19	2.8	84
HIDALGO	613,320.09	2.84	2.6	86
TAMAULIPAS	540,170.45	3.67	2.3	88
CAMPECHE	384,582.11	2.54	1.7	90
TLAXCALA	305,543.96	2.55	1.3	91
ZACATECAS	292,194.92	1.57	1.3	93
QUERETARO	282,426.61	2.71	1.2	94
DURANGO	249,437.30	1.49	1.1	95
SONORA	240,953.50	5.58	1.0	96
NAYARIT	176,223.69	4.06	0.8	97
SAN LUIS POTOSI	165,768.47	1.02	0.7	97
YUCATAN	120,541.53	0.82	0.5	98
TABASCO	104,467.40	1.56	0.4	98
MORELOS	94,008.03	3.21	0.4	99
NUEVO LEON	60,735.40	2.31	0.3	99
QUINTANA ROO	55,779.45	0.83	0.2	99
AGUASCALIENTES	51,629.61	2.60	0.2	100
COAHUILA	39,277.52	1.19	0.2	100
COLIMA	38,141.05	3.02	0.2	100
BAJA CALIFORNIA SUR	17,094.55	6.12	0.1	100
DISTRITO FEDERAL	8,828.95	1.61	0.0	100
TOTAL	23,301,878.98	2.97	100	100

(SIAP y SAGARPA, 2011)

2.9. Producción Regional

La Comarca Lagunera de México, está integrada por 5 municipios del estado de Coahuila (Torreón, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Francisco I. Madero y Viesca) y 10 del estado de Durango (Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, San Pedro del Gallo, San Luis del Cordero, Rodeo, Nazas, General Simón Bolívar y San Juan de Guadalupe).

Específicamente en la Comarca Lagunera de Coahuila durante los últimos cinco años se sembraron en promedio 578 hectáreas de maíz grano, 414 (72 %) de ellas se sembraron bajo condiciones de riego y el resto, 163 hectáreas (28 %) en condiciones de temporal. Los rendimientos fluctúan entre 4 y 1 t ha⁻¹ para riego y temporal respectivamente. A continuación se presentan los datos de producción y rendimientos obtenidos durante los últimos 5 años en la Región Lagunera de Coahuila (Cuadro 4).

Cuadro 4. Superficie, rendimiento y producción de maíz grano bajo condiciones de riego, en la Región Lagunera de Coahuila.

Año	Superficie sembrada ha ⁻¹	Superficie cosechada ha ⁻¹	Producción ton	Rendimiento t ha ⁻¹
2006	337	337	1,115.00	3.31
2007	827	827	3,476.00	4.20
2008	625	625	2,120.00	3.39
2009	179	179	857	4.79
2010	104	97	263	2.71
Media	414.4	413	1,566.20	3.68

(SIAP, 2011)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización geográfica

El estudio se realizó en el año de 2011 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL), ubicada en periférico Raúl López Sánchez y carretera a Santa Fé, en la ciudad de Torreón Coahuila, México, municipio que se encuentra en la Comarca Lagunera, ubicada geográficamente entre 24° 30' y 27° Latitud Norte y entre 102° y 105° Longitud Oeste, a 1120 msnm. El clima es seco; con 25° C de temperatura media mensual durante el ciclo del cultivo (abril a septiembre) y 220 mm de precipitación media anual (Palomo et al 2004).

3.2. Material genético

Se utilizaron diez híbridos de maíz, de los cuales seis de ellos fueron de ciclo intermedio y cuatro de ciclo precoz, todos pertenecientes a diferentes empresas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Híbridos de maíz de ciclo precoz e intermedio evaluados en UAAAN-UL.2011.

Híbridos	Empresa	Ciclo vegetativo	Color de grano	Cruza	Uso principal
P4081W	Pionner	Intermedio	Blanco	Simple	Grano
DAS-2A120	Dow	Intermedio	Amarillo	Simple	Forraje
Rio Grande	Avante(VMV)	Intermedio	Blanco	Triple	Forraje
Arrayan (T)	Agribiotech	Intermedio	Blanco	Triple	Doble propósito
HT 91-50W	Agribiotech	Precoz	Blanco	Triple	Doble propósito
Genex 778	Genex	Intermedio	Blanco	Triple	Doble propósito
Advance 2203	Syngenta	Precoz	Amarillo	Simple	Doble propósito
DAS 2358	Dow	Precoz	Blanco	Simple	Grano
P4082W	Pionner	Precoz	Blanco	Simple	Forraje
Narro 2010	UAAAN	Intermedio	Blanco	Triple	Forraje

3.3. Diseño Experimental

El diseño que se utilizó fue Bloques completamente al Azar con tres repeticiones; para su análisis se incluyeron los dos ciclos de siembra por lo que fue analizado Combinadamente. Cada parcela total con cuatro surcos de cuatro metros lineales de los cuales un surco de tres metros se utilizó como parcela útil para la toma de datos y evaluación de producción de grano en plantas con competencia completa llevándolo a cabo en ciclos de primavera y verano en el año 2011. El análisis estadístico de los datos se hizo mediante el programa SAS v9.3 (Statistical Analysis System) y las pruebas de significancia mediante Tukey y Contrastes Ortogonales.

3.4. Prácticas culturales

Las labores de cultivo realizadas en el experimento, fueron las convencionales que se recomiendan para el cultivo en la Región Lagunera, permitiendo así su desarrollo óptimo que inicia desde la germinación de la semilla hasta la cosecha del producto final.

3.4.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno fue el paso previo a la siembra y se hizo con el fin de propiciar un medio favorable para el buen desarrollo del cultivo.

Barbecho: Esta labor se realizó con un arado de discos y se hizo con el objeto de invertir la posición del suelo a una profundidad de 30 cm, logrando así la incorporación de residuos de cosecha y la destrucción por medio de la

exposición a la intemperie de los huevecillos, larvas, pupas y semillas de malezas que pudieran estar presentes en el suelo.

Rastreo: Se realizó con el fin de desintegrar los terrones que quedaron en el barbecho y desmenuzar los tallos tanto de malezas como de las plantas que se cultivaron en el ciclo anterior; esta labor se efectuó por medio de un arado de rastra compuesta por dos hileras de discos.

Nivelación: Esta actividad se realizó por medio de una escrepa y se hizo con el fin de emparejar la superficie del suelo logrando así la distribución uniforme del agua de riego.

Surcado: Con el objeto de eficientar el uso del agua y facilitar las labores correspondientes, los surcos fueron trazado por medio de una arado de cinceles suspendidos en una barra de soporte, a una distancia de 75 y 10 cm de ancho y profundidad respectivamente.

3.4.2. Siembra

La siembra se realizó a mano a una profundidad de 3 cm aproximados. Se efectuaron dos siembras las cuales se realizaron en seco con riego ligero inmediato. Con el fin de lograr una población aproximada de 88 mil plantas por hectárea, se realizó un desahíje para cada ciclo, también se realizó un aporque al cultivo con la finalidad de darle mayor consistencia a la planta, asegurando así su buen desarrollo (cuadro 6).

Cuadro 6. Prácticas culturales después de la siembra. UAAAN. UL. 2011.

Practica	Primavera	Verano
Siembra	13 de abril	13 de junio
Desahijé	22 dds	24 dds
Aporque	31 dds	25 dds

dds= días después de la siembra.

3.4.3. Riego y Fertilización

La aplicación de los riegos se realizó utilizando un sistema de tubería con multicompuertas, dando un total de 4 riegos de auxilio durante el ciclo de cada cultivo con una lámina aproximada de 60 cm por ciclo (Cuadro 7).

Cuadro 7. Riegos aplicados durante la etapa fenológica de cada ciclo.

Riegos	Primavera	Verano
	dds	
1° auxilio	15	15
2° auxilio	38	37
3° auxilio	60	59
4° auxilio	81	80

dds= días después de la siembra.

En el suelo donde se estableció el cultivo, antes del primer ciclo de producción (primavera), en la estación de otoño-invierno se estableció el cultivo de avena forrajera sin fertilizar, lo anterior se hizo con el objetivo de blanquear el suelo y así minimizar el efecto de residuos minerales.

Por lo que respecta a la fertilización del cultivo, todos los genotipos evaluados recibieron la misma dosis de fertilización: 150-80-00 (N, P, K), utilizando Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ como fuente de nitrógeno (N) y Fosfato Monoamónico $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ MAP como fuente de fosforo (P_2O_5). La fertilización se llevó a cabo aplicando el 50 % de N y el total de P_2O_5

durante la siembra, completando la dosis de N antes del segundo riego de auxilio.

3.5. Control de Plagas

El control de plagas se realizó durante todo el ciclo de crecimiento de cada cultivo, mediante aplicaciones de insecticida efectuadas de la siguiente manera: se hicieron cuatro aplicaciones en total, dos en cada ciclo de cultivo (cuadro 8).

Cuadro 8. Control de plagas y productos utilizados en dos ciclos de siembra. UAAAN. UL.

aplicación	ciclo	dds	Producto	Plaga
primera	primavera	31	LORSBAN® 480 CE	<i>Spodoptera frugiperda</i>
segunda	primavera	56	LORSBAN® 480 CE y CYTRIN® 200	<i>Spodoptera frugiperda</i>
primera	verano	22	LORSBAN® 480 CE	<i>Spodoptera frugiperda</i>
segunda	verano	42	LORSBAN® 480 CE y CYTRIN® 200	<i>Spodoptera frugiperda</i>

Las primeras aplicaciones de producto en cada ciclo, se hicieron cuando las plantas estaban pequeñas, se realizaron mediante una fumigadora manual de mochila de la marca GIBER® GM-20 con capacidad para 20 Litros, posteriormente cuando las plantas rebasaban los 60 centímetros de altura las aplicaciones se efectuaron mediante una fumigadora de motor de la marca ECHO® DM4610 de igual capacidad que la anterior.

3.6. Control de malezas

Se realizó químicamente en la etapa inicial de cada siembra con el herbicida PRIMAGRAM GOLD® (Atrazina + S-Metalaclor), suspensión acuosa con una dosis de 5 L ha⁻¹ y posteriormente se realizó manualmente con la ayuda de palas y azadones; se aplicó a los 6 días después de la siembra para primavera y 3 y 18 para el ciclo de verano. Todas las aplicaciones se hicieron con una fumigadora manual de 20 Litros de la marca LOLA SWISSMEX®.

3.7. Cosecha

Para determinar la producción de grano, en primavera la cosecha se realizó a los 157 días después de la siembra y a los 150 días para el verano. La cosecha de grano, se llevó a cabo cuando la mayoría de los híbridos alcanzaron su madurez fisiológica.

3.8. Variables evaluadas

Inicio de Floración Masculina. Se obtuvo al observar la primera espiga en la parcela por lo cual se visitaba todos los días el cultivo, también se tomó el 50 % de la floración la cual se obtenía al observar media parcela con las espigas.

Inicio de Floración Femenina. Se obtuvo de la misma manera al observar el primer jilote y de igual manera para obtener el 50 % de la floración cuando se observaba el 50 % de la parcela con los jilotes.

Altura de Planta y de Mazorca se hizo al final de cada ciclo del cultivo tomando tres plantas de cada parcela y medidas con un estadal; para altura

de planta se hizo desde el suelo hasta el último nudo y para la altura de mazorca desde el suelo hasta el nudo de donde se localizaba la mazorca.

La Producción de Grano (PG) se estimó en una parcela útil de un surco central de 3 metros de largo, esto con el fin de cosechar plantas con competencia completa.

Las variables medidas en unidades de masa menores a 0.5 Kg se midieron en una balanza de precisión TRANSCCELL TECHNOLOGY®, INC. Modelo ESW con capacidad de 0.5x0.001 Kg y las mayores se tomaron mediante una báscula digital de la marca REVUELTA® modelo ERCG 30-HS con capacidad para 30x0.02 Kg. Las unidades de longitud se midieron con un vernier TRUPER® de 0.15 m y una regla metálica de 0.30 m, únicamente las alturas de planta y de mazorca fueron tomadas por medio de un estadal topográfico de aluminio de 4 m de longitud.

Producción de Grano (PG): de la parcela útil cosechada, se contó el número total de plantas y mazorcas producidas, las mazorcas fueron pesadas inmediatamente para obtener así el peso de campo de mazorca. Para medir las variables agronómicas se tomaron tres mazorcas por parcela y se obtuvieron los siguientes datos: Peso Individual de la Mazorca, Longitud, Diámetro, Número de Hileras por Mazorca y Número de Granos en tres hileras por mazorca; posteriormente se desgranó cada una de las mazorcas y se determinó el Diámetro y Peso del Orote y Peso de Grano por mazorca. Finalmente se desgranó y pesó el resto de las mazorcas cosechadas (sumándole el peso de grano de las tres mazorcas tomadas para determinar las variables agronómicas), obteniendo de esta manera la producción de grano (PG) en toneladas por hectárea.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

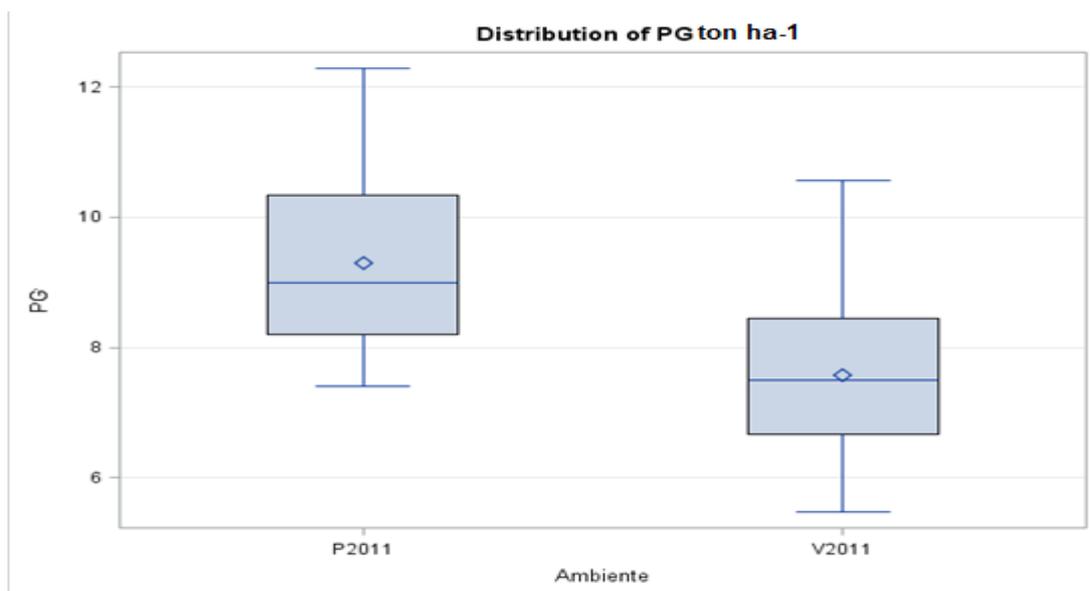
4.1. Rendimiento de grano (RG)

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre ambientes y genotipos. Para ambientes, el efecto en el retraso del ciclo de siembra resultó con una diferencia favorable hacia el ciclo de primavera con 1.72 ton ha⁻¹, por lo que tomando como base el precio actual por tonelada de maíz que es de 4,500 pesos representa una ganancia de 7,750 pesos m/n (Cuadro 9 y Grafica 1). Lo anterior se atribuye al afecto de las variaciones ambientales y climáticas (variación de temperatura, humedad relativa, precipitación, etc.) que existen de un ciclo a otro, afectando así el comportamiento de las plantas. Esto concuerda con lo que señala Jost y Cothren (2000) y Palomo et al., (2004), que es normal obtener diferentes rendimientos a través de los años por causas como: diferencias en las condiciones climatológicas prevalecientes durante el ciclo del cultivo, calidad del suelo y manejo del mismo.

Cuadro 9 Rendimiento de grano y sus componentes obtenidos en los ciclos de primavera y verano para el estudio realizado con híbridos de maíz en la Región Lagunera de Coahuila.

Ciclo	Variables						
	RG	RM	FF	DO	DM	NHM	NGH
	Ton ha ⁻¹		días	mm			
P 2011	9.29 a	11.19 a	79.40 a	26.36 a	47.80 a	15.76 a	37.90 a
V 2011	7.57 b	9.93 b	73.33 b	26.36 a	46.30 b	15.37 a	35.96 b
media	8.43	10.56	76.36	26.36	47.05	15.56	36.93

P = Primavera; V = Verano; RG = Rendimiento de grano; RM = Rendimiento de mazorca; FF = Floración femenina; DO, DM = Diámetro de olote y mazorca; NHM = Número de hileras por mazorca; NGH = Número de granos por hilera. Para cada variable dentro de cada columna, medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.



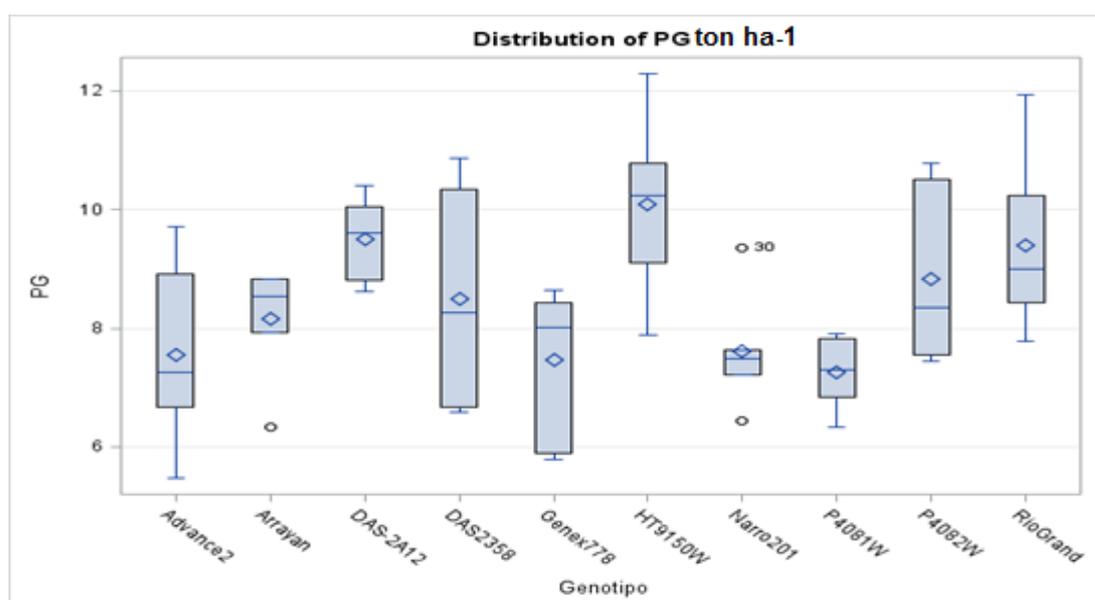
Grafica 1. Rendimiento de grano en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.

De los 10 genotipos evaluados cinco de ellos presentaron resultados estadísticamente iguales entre si y superiores al Testigo Arrayan, destacando el híbrido HT 91-50W, con rendimientos de 10.08 ton ha-1, superándolo con 1.93 ton ha-1. Los de menor rendimiento fueron Genex 778 y P4081W, con un rendimiento de 7.46 y 7.24 ton ha-1 para cada uno de ellos (Cuadro 10 y Grafica 2). La superioridad mostrada en esta característica por el híbrido HT 91-50W muy probablemente es debida a los altos valores que presenta en el peso individual de mazorca y grano, lo que concuerda con lo que señalan López et al., (2000) donde mencionan que el mismo es función del número y peso individual del grano por unidad de superficie. Hallauer y Miranda., (1988) mencionan que el rendimiento de grano es la expresión final de muchos caracteres que se manifiestan de manera simultánea sin embargo por ser un carácter de efectos pequeños y aditivos, está sujeto a interacciones con el ambiente (Inghelandt et al., 2010).

Cuadro 10. Rendimiento promedio de Grano en Ton ha-1 en Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

Genotipos	Ton ha-1			
HT 91-50W	10.08	a		
DAS-2A120	9.51	a	b	
Río Grande	9.39	a	b	
P4082W	8.83	a	b	c
DAS 2358	8.49	a	b	c
Arrayan (T)	8.15		b	c
Narro 2010	7.60			c
Advance 2203	7.54			c
Genex 778	7.46			c
P4081W	7.24			c

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.



Grafica 2. Rendimiento promedio de Grano en Ton ha-1 en Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

Con la finalidad de obtener información más amplia que nos ayude a tomar mejores decisiones agronómicas se recurrió a la comparación mediante Contrastes Ortogonales y de sus resultados se infiere lo siguiente (Cuadro 11). De los nueve contrastes se observó diferencia altamente significativa para los contrastes Precoces contra Intermedios, para las

condiciones particulares de este año y estos dos ciclos se mostraron mejores rendimientos para los precoces con una diferencia de 510 kg/ha. En la comparación de Grano contra Doble Propósito fueron inferiores los de grano con 440 kg/ha; y en el contraste Simple contra Triples con una diferencia de 210 kg/ha a favor de los triples.

En aquellos contrastes donde las diferencias resultaron significativas encontramos que los Blancos se vieron superados con una diferencia de 120 kg/ha a favor de los Amarillos; en tanto que en la comparación de genotipos de Grano contra Forraje encontramos resultados inferiores de 970 kg/ha para grano. [Hallauer y Miranda., \(1988\)](#) señalan que uno de los factores que han influido de manera importante en los rendimientos del maíz en el mundo, ha sido la utilización del vigor híbrido o heterosis que representa el nivel de heterocigocidad, por lo que al cruzar líneas o poblaciones no relacionadas genéticamente, se incrementa el nivel de heterosis; en tanto que el fenómeno contrario conduce a una pérdida de vigor o depresión endogámica.

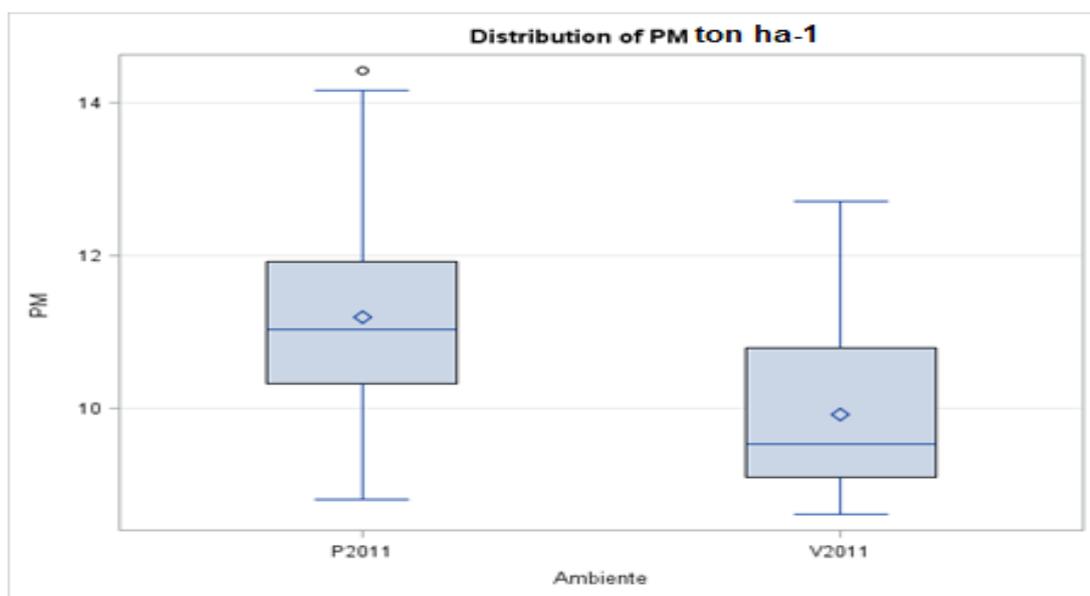
Cuadro 11 Contrastes ortogonales para rendimiento de grano en ton ha⁻¹ en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.

Contrastes	
Blancos vs Amarillos	*
Precoces vs Intermedios	**
Compañías vs institución	NS
Grano vs Forraje	*
Grano vs Doble Propósito	**
Forraje vs Doble Propósito	NS
Simples vs Triples	**
Testigo vs Todos	NS
DAS 2358 vs P4081W	NS

** = Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * = Significativo ($p \leq 0.05$); NS = No significativo

4.2. Rendimiento de mazorca (RM)

El análisis estadístico mostro diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$) entre ambientes y genotipos. Entre ambientes, el valor máximo fue alcanzado para el ciclo de primavera con un valor de 11.19 ton ha⁻¹ lo que representa en comparación con el ciclo de verano una diferencia de 1.26 ton ha⁻¹ (Cuadro 9 y Grafica 3).



Grafica 3. Rendimiento de mazorca en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.

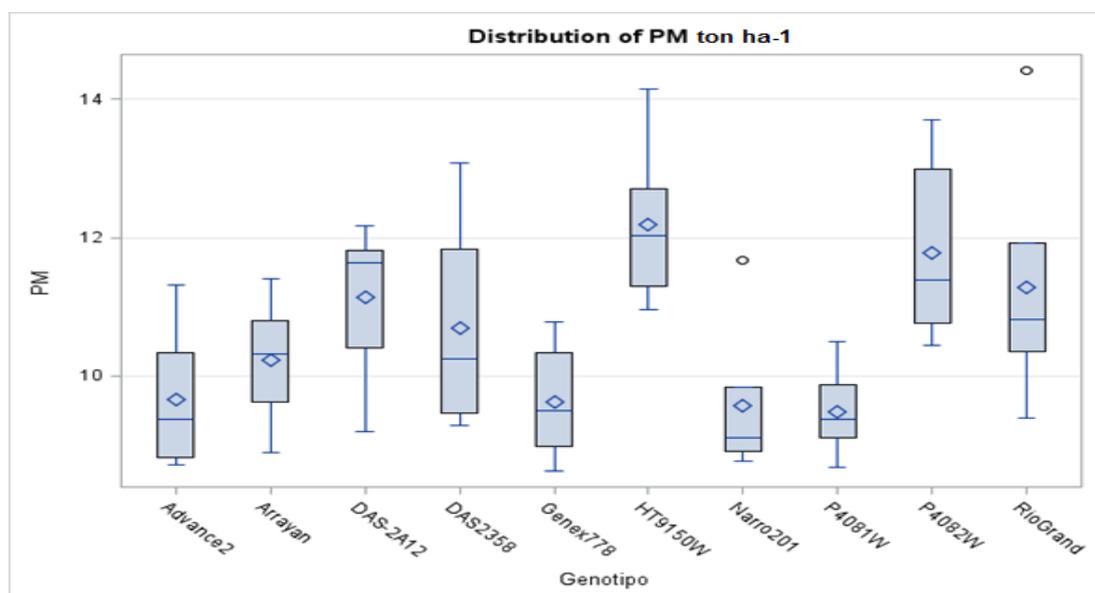
Referente a los genotipos evaluados seis de ellos presentaron valores estadísticamente iguales al Testigo Arrayan, destacando el híbrido HT 91-50W, con rendimientos de 12.19 ton ha⁻¹, superándolo con 1.97 ton ha⁻¹. Con valores inferiores en rendimiento y estadísticamente diferentes se presentaron Advance 2203, Genex 778, Narro 2010 y P4081W, con un rendimiento promedio inferior de 2.6 ton ha⁻¹ (Cuadro 12 y Grafica 4). Kaushal, (1984) menciona que el rendimiento de mazorca es un carácter de efecto mayor o herencia simple que es fácilmente influenciado por el

ambiente, particularmente por la disponibilidad de nutrientes, humedad disponible en el suelo y luminosidad.

Cuadro 12. Rendimiento promedio de Mazorca en Ton ha-1 en Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

Genotipos	ton ha-1	
HT 91-50W	12.19	a
P4082W	11.78	a
Rio Grande	11.28	a b
DAS-2A120	11.14	a b
DAS 2358	10.70	a b
Arrayan (T)	10.22	a b
Advance 2203	9.65	b
Genex 778	9.62	b
Narro 2010	9.56	b
P4081W	9.48	b

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.



Grafica 4. Rendimiento promedio de Mazorca en Ton ha-1 en Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

La evaluación estadística mediante contrastes ortogonales mostro que existen diferencias altamente significativas para Blancos contra Amarillos con una diferencia a favor de los Blancos de 210 kg/ha; los híbridos

Precoces en comparación con los Intermedios resultaron con valores superiores de 870 kg/ha; en el contraste Grano contra Forraje con diferencias de 850 kg/ha sobresalen los híbridos forrajeros, al igual para el caso de Grano contra Doble Propósito con diferencias inferiores de 330 kg/ha se encuentran los genotipos de grano.

En las diferencias significativas encontramos los contrastes Compañías contra Institución sobresaliendo con 1.11 ton ha⁻¹ el material institucional; por ultimo en los materiales Simples en comparación con los Triples se observaron diferencias de 20 kg/ha a favor de los triples. Al igual que en rendimiento de grano el rendimiento de mazorca es fuertemente influenciado debido al vigor híbrido o heterosis.

Cuadro 13 Contrastes ortogonales para rendimiento de mazorca en ton ha⁻¹ en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.

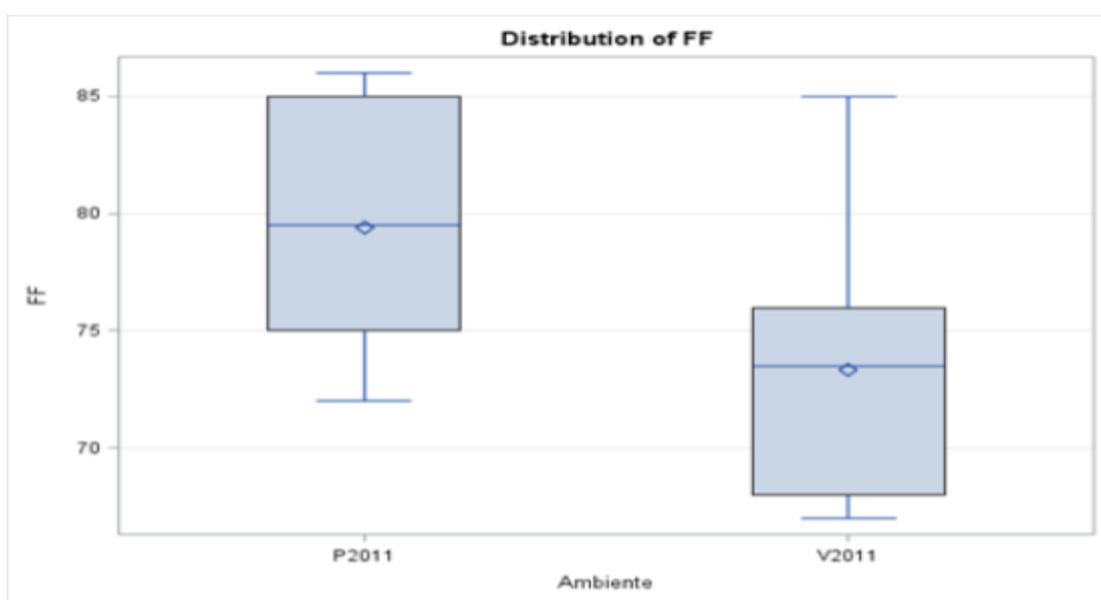
Contrastes	
Blancos vs Amarillos	**
Precoces vs Intermedios	**
Compañías vs institución	*
Grano vs Forraje	**
Grano vs Doble Propósito	**
Forraje Doble Propósito	NS
Simples vs Triples	*
Testigo vs Todos	NS
DAS 2358 vs P4081W	NS

** = Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * = Significativo ($p \leq 0.05$); NS = No significativo

4.3. Floración femenina (FF)

El análisis estadístico mostro diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$) para floración femenina (FF) entre ambientes y genotipos así como para la interacción genotipo por ambiente y repeticiones. Entre ambientes, en base

a los resultados se observó que el ciclo de primavera mostro los valores más altos a floración y por lo tanto indican que los materiales de primavera son más tardíos con un valor de 79.40 días promedio a inicio de floración en comparación con verano que mostro una mayor precocidad de 73.33 días a inicio de floración (Cuadro 9 y Grafica 5).esto es debido a las altas temperaturas que se presentan en el ciclo de verano lo cual aceleran el ciclo del cultivo.



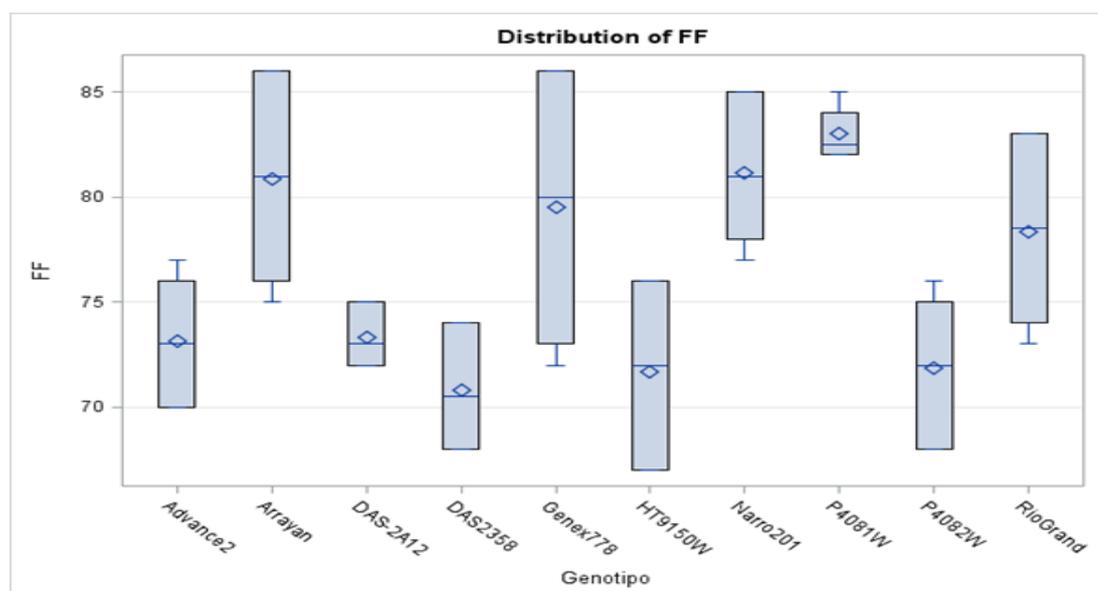
Grafica 5. Días a floración femenina en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.

Referente a los genotipos evaluados P4081W mostro valores estadísticamente diferentes al resto con 83 días a floración siendo el híbrido más tardío, con diferencias de dos días se encuentra el Testigo Arrayan, y entre los híbridos más precoces y valores estadísticamente iguales tenemos los híbridos P4082W, HT 91-50W Y DAS 2358 con valores de 71.83, 71.66 y 70.83 respectivamente (Cuadro 14 y Grafica 6). El híbrido HT 91-50W a pesar de ser de los híbridos más precoces mostro los mejores rendimientos.

Cuadro 14. Días promedio de floración femenina en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

Genotipos	Días	
P4081W	83.0	a
Narro 2010	81.2	b
Arrayan (T)	80.9	b
Genex 778	79.5	c
Rio Grande	78.3	d
DAS-2A120	73.3	e
Advance 2203	73.2	e
P4082W	71.8	f
HT 91-50W	71.7	f
DAS 2358	70.9	f

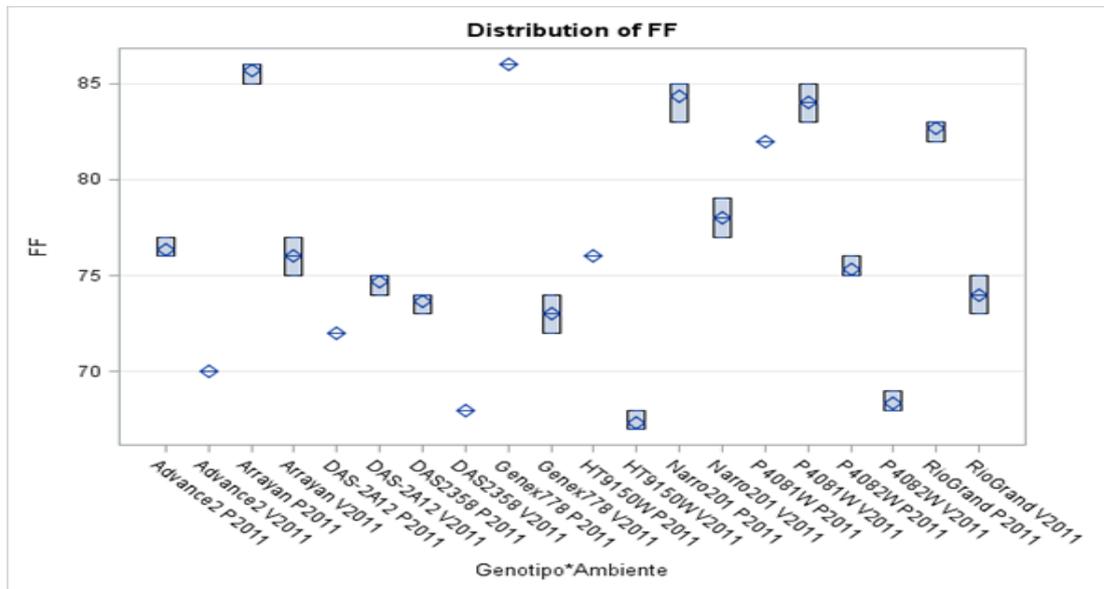
Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.



Grafica 6. Días promedio a floración femenina en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

En la interacción genotipo por ambiente pudimos observar un comportamiento diferente en base a los dos ambientes mostrándose más tardíos los genotipos en el ciclo de primavera en comparación con los del ciclo de verano con diferencias de hasta 12 días entre el mismo genotipo. También pudimos observar que a pesar de las grandes diferencias entre

ciclos se observa una uniformidad entre las tres repeticiones para cada ciclo (Grafica 7).



Grafica 7. Interacción genotipo por ambiente para días a floración femenina.

La evaluación estadística mediante contrastes ortogonales mostro que existen diferencias altamente significativas para la comparación de Blancos contra Amarillos siendo más precoces los Amarillos con una diferencia de 4 días promedio; con diferencias mayores de 5.33 días podemos observar que el contraste compañías supera al material institucional; para Forraje contra Doble Propósito resultaron más precoces los híbridos forrajeros con valores de .12 días; el Testigo resulto superior 5 días y por lo tanto más tardío en comparación con el resto de los genotipos; en el contraste DAS 2358 comparado con P4081W obtuvimos diferencias de 8 días promedio mostrándose más precoz el híbrido DAS 2358.

diferencias significativas con valores de .75 días entre Grano contra Forraje mostrándose superiores los de grano; los híbridos Triples se muestran más tardíos con 4 días de diferencia en comparación con los

Simples (cuadro 15). Estas diferencias son debido a las grandes diferencias entre días a floración entre estos contrastes, el híbrido P4081W fue el que presento mayor número a días a floración con 83 días promedio, en cuanto a DAS 2358 que se ubicó como el más precoz con 70.83 días, a pesar de ser más precoz obtuvo mejores rendimientos de grano que el híbrido P4081W con diferencias de 1.25 ton ha-1.

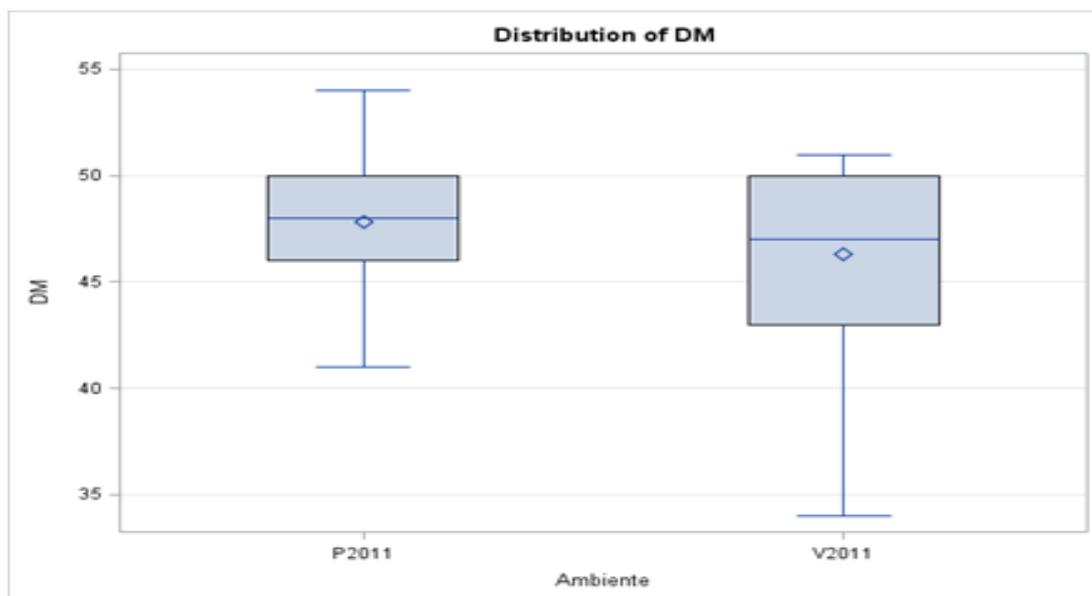
Cuadro 15. Contrastes ortogonales para floración femenina en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.

Contrastes	
Blancos vs Amarillos	**
Precoces vs Intermedios	NS
Compañías vs institución	**
Grano vs Forraje	*
Grano vs Doble Propósito	NS
Forraje Doble Propósito	**
Simples vs Triples	*
Testigo vs Todos	**
DAS 2358 vs P4081W	**

** = Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * = Significativo ($p \leq 0.05$); NS = No significativo

4.4. Diámetro de mazorca (DM)

El análisis estadístico mostro diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$) para diámetro de mazorca (DM) entre genotipos y diferencias significativas entre ambientes y genotipo por ambiente. Entre ambientes, el valor máximo fue alcanzado para el ciclo de primavera con un valor de 47.80 mm de diámetro promedio y verano con 46.30 mm (Cuadro 9 y Grafica 8).



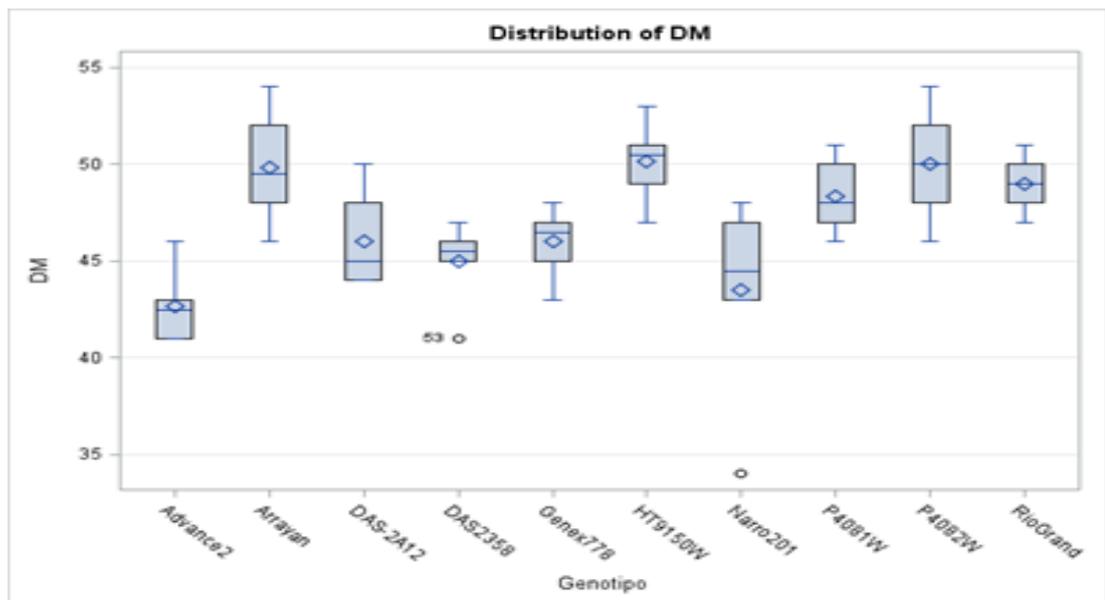
Grafica 8. Diámetro de mazorca promedio en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.

De los 10 genotipos evaluados siete de ellos presentaron DM estadísticamente iguales, encontrándose Arrayan en este grupo y destacando el híbrido HT 91-50W, con 50.16 mm de diámetro, superando con 0.33 mm al Testigo Arrayan. Los de menor diámetro fueron Narro 2010 con 43.50 mm y Advance 2203 con 42.66 mm (cuadro 16 y grafica 9).

Cuadro 16. Diámetro promedio de mazorca en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

Genotipos	Milímetros	
HT 91-50W	50.16	a
P4082W	50.00	a
Arrayan (T)	49.83	a
Rio Grande	49.00	a b
P4081W	48.33	a b
DAS-2A120	46.00	a b c
Genex 778	46.00	a b c
DAS 2358	45.00	b c
Narro 2010	43.50	c
Advance 2203	42.66	c

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.



Grafica 9. Diámetro promedio de mazorca en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

La evaluación estadística mediante contrastes ortogonales mostro que existen diferencias altamente significativas para la comparación de Blancos contra Amarillos con diferencias superiores de diámetro de 3.39 mm para los híbridos Blancos; el contraste Institución supera con un diámetro de 3.94 mm al contraste Compañías, con valores de .5 mm observamos que sobresalen los materiales de Doble Propósito contra Grano; los Triples superaron con un valor de 1.30 mm a los Simples; DAS 2358 se mostró con valores inferiores de 3.33 mm en comparación con P4081W.

Se encontraron diferencias significativas para Testigo contra Todos siendo superior este con 3.1 mm (cuadro 17). Como pudimos observar P4081W es superior 3.1 mm de diámetro en comparación con DAS 2358 estos dos híbridos se caracterizan por ser de uso específico para grano por lo que este carácter es importante para conocer la relación en base al diámetro de mazorca y rendimiento de grano, en esta investigación pudimos

observar que DAS 2358 obtuvo menor diámetro de mazorca y rendimientos mayores de aproximadamente una ton ha-1.

Cuadro 17. Contrastes ortogonales para diámetro de mazorca en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.

Contrastes	
Blancos vs Amarillos	**
Precoces vs Intermedios	NS
Compañías vs institución	**
Grano vs Forraje	NS
Grano vs Doble Propósito	**
Forraje Doble Propósito	**
Simples vs Triples	**
Testigo vs Todos	*
DAS 2358 vs P4081W	**

** = Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * = Significativo ($p \leq 0.05$); NS = No significativo

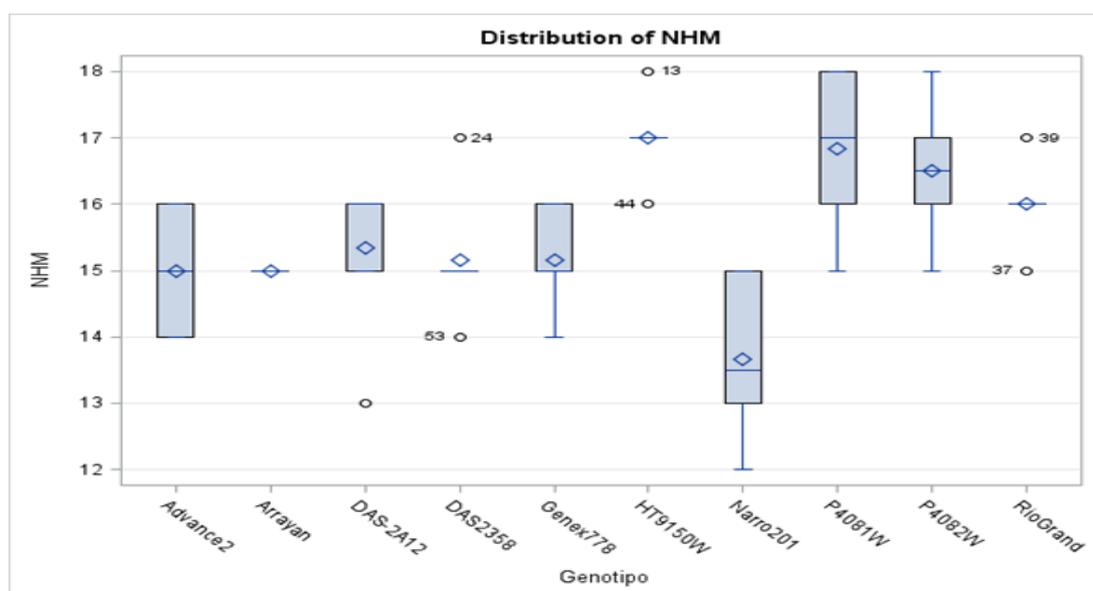
4.5. Número de hileras por mazorca (NHM)

El análisis estadístico mostro diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$) para número de hileras por mazorca (NHM) solo entre genotipos. De los 10 genotipos evaluados siete de ellos presentaron DM estadísticamente iguales, destacando el híbrido HT 91-50W, con un promedio de 17 hileras. En los de menor número de hileras encontramos al Testigo Arrayan y Narro 2010 con 14 y 15 hileras respectivamente (Cuadro 18 y grafica 10). Este carácter por ser genético y único de cada material no lo modifica el ambiente ni el manejo del cultivo es por eso que solo se encontraron diferencias entre genotipos.

Cuadro 18. Número de hileras promedio por mazorca en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

Genotipos	milímetros		
HT 91-50W	17.00	a	
P4081W	16.83	a	b
P4082W	16.50	a	b
Rio Grande	16.00	a	b
DAS-2A120	15.33	a	b c
Genex 778	15.16	a	b c
DAS 2358	15.16	a	b c
Arrayan (T)	15.00		b c
Advance 2203	15.00		b c
Narro 2010	13.66		c

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.



Grafica 10 Numero de hileras promedio por mazorca en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

La evaluación estadística mediante contrastes ortogonales señalo que existen diferencias altamente significativas para Blancos contra Amarillos siendo superiores los blancos con .5 hileras por mazorca; en Precoces contra Intermedios observamos una diferencia de .58 a favor de los de ciclo precoz, los Simples resultaron superiores a los Triples con una diferencia

de .40 hileras por mazorca; y DAS 2358 contra P4081W con una inferioridad de 1.67 hileras se ubica el genotipo DAS 2358.

Las diferencias significativas fueron para los contrastes Compañías contra Institución con una diferencia mayor de 2.11 hileras a favor de Institución y Forraje superando a Doble Propósito con diferencias de .17 hileras (Cuadro 19). En este carácter podemos observar diferencias debido a que cada material tiene sus propias características y por lo tanto distinto número de hileras por mazorca.

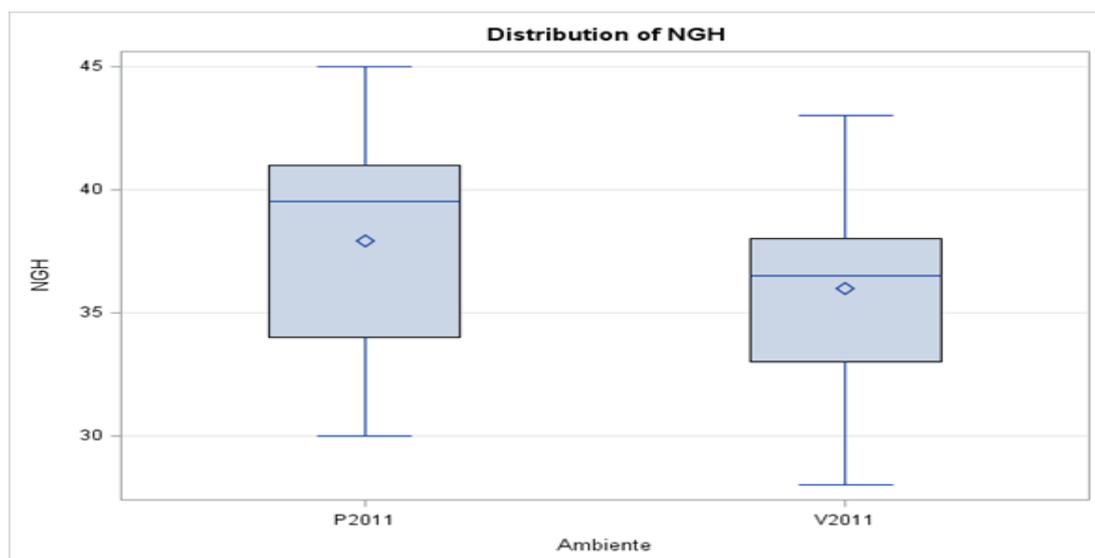
Cuadro 19. Contrastes ortogonales para número de hileras por mazorca en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.

Contrastes	
Blancos vs Amarillos	**
Precoces vs Intermedios	**
Compañías vs institución	*
Grano vs Forraje	*
Grano vs Doble Propósito	NS
Forraje vs Doble Propósito	*
Simples vs Triples	**
Testigo vs Todos	NS
DAS 2358 vs P4081W	**

** = Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * = Significativo ($p \leq 0.05$); NS = No significativo

4.6. Número de granos por hilera (NGH)

El análisis estadístico mostro diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$) para número de granos por hilera (NGH) entre genotipos y diferencias significativas entre ambientes. Entre ambientes, el valor máximo fue alcanzado para el ciclo de primavera con un valor de 37.90 granos por hilera y verano con 35.96 (Cuadro 9 y Grafica 11).



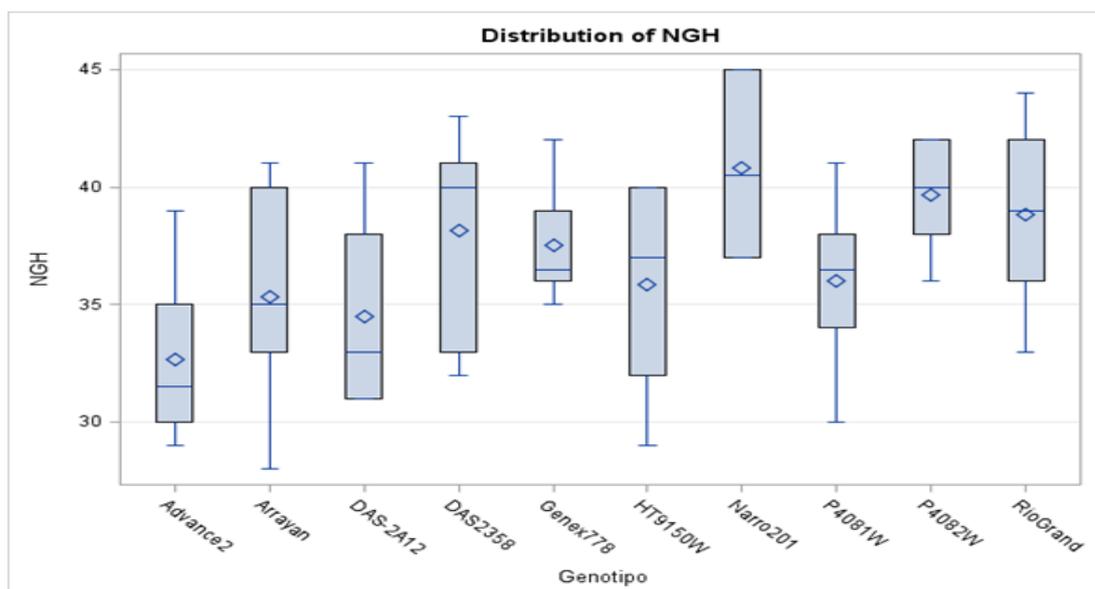
Grafica 11. Número de granos por hilera promedio en ciclos de primavera y verano UAAAN.UL.2011.

De los 10 genotipos evaluados ocho de ellos presentaron NGH estadísticamente iguales, encontrándose Arrayan en este grupo y destacando el Narro 2010, con 40.83, superando con 5.5 granos por hilera al Testigo Arrayan. El híbrido de menor número de granos fue Advance 2203 con 32.66 granos (Cuadro 20 y Grafica 12).

Cuadro 20. Número de granos por hilera promedio en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

Genotipos	Número de granos			
Narro 2010	40.83	a		
P4082W	39.66	a	b	
Rio Grande	38.83	a	b	
DAS 2358	38.16	a	b	c
Genex 778	37.50	a	b	c
P4081W	36.00	a	b	c
HT 91-50W	35.83	a	b	c
Arrayan (T)	35.33	a	b	c
DAS-2A120	34.50		b	c
Advance 2203	32.66			c

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.



Grafica 12. Número de granos por hilera promedio en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

La evaluación estadística mediante contrastes ortogonales señalo que existen diferencias altamente significativas para Grano contra Forraje con diferencias a favor de forraje con 1.37 granos por hilera; los híbridos Blancos presentan un mayor número de granos de 4.18 en comparación con los híbridos Amarillos y por último se encuentran los Precoces contra Intermedios con diferencias inferiores de .59 para precoces (Cuadro 21).

Cuadro 21. Contrastes ortogonales para números de grano por hilera en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.

Contrastes	
Blancos vs Amarillos	*
Precoces vs Intermedios	*
Compañías vs institución	NS
Grano vs Forraje	**
Grano vs Doble Propósito	NS
Forraje Doble Propósito	NS
Simples vs Triples	NS
Testigo vs Todos	NS
DAS 2358 vs P4081W	NS

** = Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * = Significativo ($p \leq 0.05$); NS = No significativo

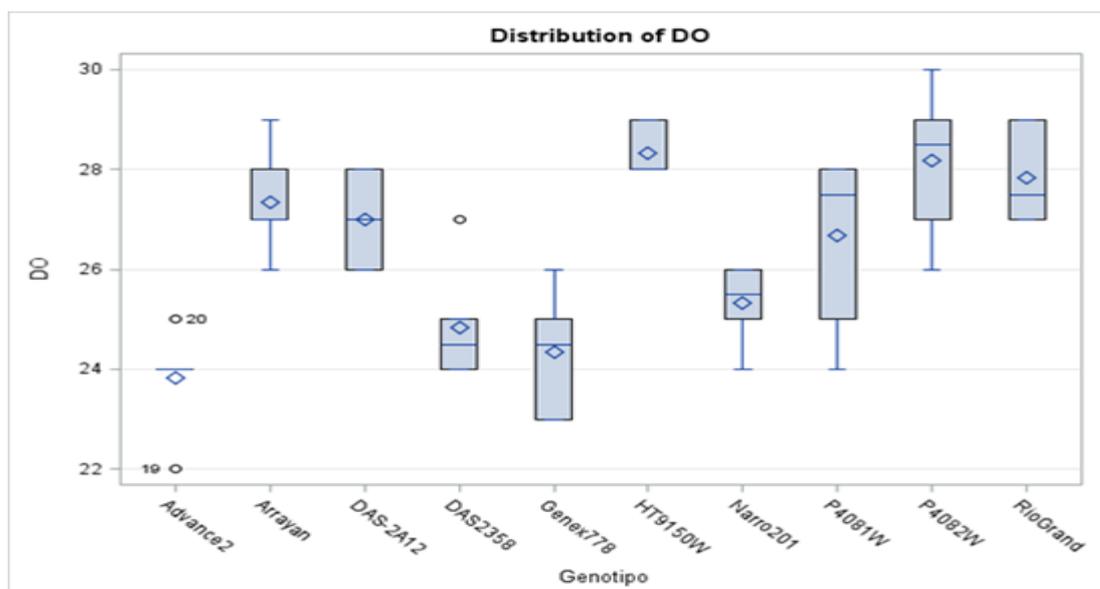
4.7. Diámetro de olote (DO)

El análisis estadístico mostro diferencias altamente significativa ($p \leq 0.01$) para diámetro de olote (DO) solo entre genotipos. De los 10 genotipos evaluados seis de ellos presentaron DO estadísticamente iguales, encontrándonos al testigo Arrayan en este grupo y destacando el híbrido HT 91-50W con 28.33 milímetros de diámetro, superando con 1 mm al Testigo. Los de menor diámetro fueron Genex 778 y Advance 2203 con 24.33 y 23.83 milímetros respectivamente (Cuadro 22 y Grafica 13).

Cuadro 22. Diámetro de olote promedio en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

Genotipos	Milímetros	
HT 91-50W	28.33	a
P4082W	28.16	a
Rio Grande	27.83	a
Arrayan (T)	27.33	a b
DAS-2A120	27.00	a b
P4081W	26.66	a b c
Narro 2010	25.33	b c d
DAS 2358	24.83	c d
Genex 778	24.33	d
Advance 2203	23.83	d

Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.



Grafica 13. Diámetro de olote promedio en ciclos Primavera-Verano para 10 genotipos de Maíz. UAAAN. UL. 2011.

La evaluación estadística mediante contrastes ortogonales mostro diferencias altamente significativas para Blancos contra Amarillos siendo superiores con 1.19 mm los de color Blanco; los híbridos Precoces con resultados inferiores de .54 mm fueron superados por los Intermedios; las Compañías obtuvieron diferencias mayores de 1.14 mm respecto a Institución; en el contraste de Grano este fue inferior contra Forraje son con valores de 1 .34 mm; en el caso de Grano contra Doble Propósito con valores inferiores de 0.21 se vuelven a ubicar los genotipos de grano; los Simples contra Triples tuvieron diferencias de . 54 mm a favor de los triples; el Testigo resulto 1.08 mm superior respecto a Todos y por ultimo DAS 2358 contra P4081W siendo superior con 1.83 mm el genotipo P4081W.

Cuadro 23. Contrastes ortogonales para diámetro de olote en 10 genotipos de maíz evaluados en ciclos de primavera-verano. UAAAN. UL.2011.

Contrastes	
Blancos vs Amarillos	**
Precoces vs Intermedios	**
Compañías vs institución	**
Grano vs Forraje	**
Grano vs Doble Propósito	**
Forraje vs Doble Propósito	NS
Simples vs Triples	**
Testigo vs Todos	**
DAS 2358 vs P4081W	**

** = Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * = Significativo ($p \leq 0.05$); NS = No significativo

V. CONCLUSIONES

De los diez híbridos evaluados, la mejor expresión de rendimiento de grano (RG) se observó en los ciclos de primavera, mientras que la expresión más pobre se obtuvo en el ciclo de verano mostrando diferencias de 1.72 ton ha-1.

Para rendimiento de grano los híbridos HT 91-50W, DAS 2A120, Río Grande, P4082W y DAS 2358 fueron los que presentaron el mejor potencial de producción de grano con rendimientos de: 10.08; 9.51; 9.39; 8.83; 8.49 ton ha-1 donde los componentes determinantes fueron el peso individual de mazorca y grano, así como el diámetro de la mazorca y olote y el número de hileras por mazorca

El híbrido P4081W fue el que presentó mayor número a días a floración femenina con 83 días promedio, en cuanto a DAS 2358 que se ubicó como el más precoz con 70.8 días, a pesar de ser más precoz obtuvo mejores rendimientos de grano que el híbrido P4081W con diferencias de 1.25 ton ha-1. Mostrando los genotipos una mayor precocidad en el ciclo de verano con respecto al ciclo de primavera con diferencias de 6 días.

Para las condiciones particulares de este año y estos dos ciclos se mostraron mejores rendimientos para los precoces con una diferencia de 510 kg/ha según los resultados de los Contrastes Ortogonales.

Los genotipos de uso específico de grano fueron superados en rendimientos de grano tanto por los de forraje como los de doble propósito lo cual indica que estos materiales no fueron diseñados de una manera correcta para su uso destinado.

En términos generales el híbrido HT 91-50W, de manera preliminar muestra mejor respuesta, debido a que presenta una mayor capacidad de

adaptación a esta región, ya que así lo demuestran los resultados obtenidos durante su evaluación en el año 2011 con siembras en ciclos de primavera y verano respecto al rendimiento de grano.

Recomendaciones:

Se sugiere seguir evaluando estos materiales en un espacio de tiempo más amplio (mínimo tres años).

Incluir un mayor número de genotipos y específicamente aquellos mejorados para producción de grano.

Antes de iniciar un estudio de esta naturaleza es recomendable acopiar la mayor información posible de cada material (tipo de cruza, color de grano, calidad industrial, genealogía, nivel de endogamia de las líneas progenitoras, ciclos de crecimiento, etc).

VI. LITERATURA CITADA

Allard, R.W.1980.Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial Omega, España.498 pp.

Baradas, M.W. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: Handbook of agricultural meteorology. J.F. Griffiths Editor. Oxford University Press. New York. USA. pp. 189-202.

Barraco, Mirian; Álvarez Cristian; Scianca Carlos. 2009. Estrategias de fertilización de maíz. Jornada Agrofutura. Trenque Lauquen. INTA. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. mbarraco@correo.inta.gov.ar.

Beadle, G.W. 1978.Teosinte and the origin of maize. In: Walden, D. B. (ed.).Maize Breeding and Genetics. John Wiley & Sons, New York. Pp. 113-128.

Benacchio S., S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-CNIA. Maracay, Venezuela. 202 p.

Chávez, A. J. L. 1993. Mejoramiento de Plantas I. Segunda Edición. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México., pp 72.

Chávez, A. J.L., y López, P. E. 1995. Mejoramiento de Plantas II. Editorial Trillas, S .A. de C.V. México. pp 167,158.

CIMMyT.(1999).Maize Inbreed Lines Released by CIMMyT. A compilation of 424 CIMMyT (1999), LINES MAIZE (CMLs). CML1-CML424.First draft.

Colín, S. A., y Morales, J. M. 2011. Estadística: La productividad y competitividad del cultivo de maíz en el Estado de México. Adscritos a la Dirección General de Estudios y Publicaciones, Procuraduría Agraria. Estudios agrarios. Pp. 125.

Crees, C.E.1956. Heterosis of the hybrid related to gene frequency differences between two populations. Genetics .53: 269:-274

De la Loma, J. L.1954. Genética General Aplicada. Segunda Edición. Editorial UTEHA. México 427p.

Doorenbos, J. y A.H. Kassam. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje Núm. 33. FAO. Roma. 212 p.

Duvick, D. N. 1992. Genetic contribution to advance in yield of USA maize. Maydica 37: 66-79.

Duvick, D. N. 2005. Genetic progress in yield of United States maize (Zea mays L.). Iowa State University, Ames, IA, USA. Maydica 50: 193-202.

FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.

García, F. O. 2010. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur. Av. Santa Fe 910 – (B1641ABO) Acassuso – Argentina. fgarcia@inpofofos.org.

Geiger, H.H., G. Seitz, A.E. Melchinger, and G.A. Schmidt. 1992. Genotypic correlations in forage maize I. Relationships among yield and quality traits in hybrids. *Maydica* 37:95-99.

González, M. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Ed. Porrúa. México, D.F. 305 p.

Hallauer, A. R. y J. B Miranda. (1988). Quantitative genetics in maize breeding. 2nd ed. Iowa State University Press, Ames.

Harlan, J.R. 1971. Agricultural origins: Centers and noncenters. *Science* 174: 468-474.

Hunt, C.W., Kezar, W. and Vinande, R. 1992. Yield, chemical composition and ruminal fermentability of corn whole plant, ear and stover as affected by maturity. *J. Prod. Agric.* 5:286.

Inghelandt, D., A. Melchinger, C. Lebreton, and B. Stich. (2010). Population structure and genetic diversity in a commercial maize breeding program assessed with SSR and SNP markers. *Theoretical & Appl. Genet.* 120:1289-1299.

Jost P H, J T Cothren (2000) Growth and yield comparisons of cottonplanted in conventional and ultra-narrow row spacing. *Crop. Sci.* 40:430-435.

Jugenheimer, R.W.1981. Maiz, Variedades Mejoradas, Método de Cultivo y Producción de Semillas. Editorial LIMUSA.Mexico.P.841.

Jugenheimer, R.W.1988. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Limusa. México. 841p.

Kato, Y. T.A., C. Mapes., L.M. Mera., J.A. Serratos, y R.A. Bye. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.

Kaushal, K. L. (1984). Genotype x environmental interaction and stability parameters for yield and other agronomic traits among maize (*Zea mays* L.). Kansas State University.

Kramer, P.J. 1974. Relaciones Hídricas de Suelos y Plantas. Una Síntesis Moderna. Traducida por Leonor Tejada. Edutex S.A. México. Pp.336.

López, S. J A., Ortiz C. J., Mendoza C. M del C. 2000. Componentes del crecimiento de grano de líneas de maíz de peso contrastante de grano. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 23. No. 001. Pp. 141-151

López, S. J A., Reyes M. C A., Castro, N. S., Briones, E. F. 2004. Componentes del crecimiento de grano de cultivares prolíficos de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 27. No. especial 1. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. pp. 23-26

Montaldo, P. 1982. Agroecología del trópico americano. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Serie de Libros y Materiales Educativos Núm. 51. San José, Costa Rica.

Moreno, D.R. 1992. Criterios para la interpretación de resultados de análisis de suelos. Documento de circulación interna. INIFAP-CIRCE-Campo Exp. Toluca. Toluca, Edo. De México. 25 p.

Morris, M. L.1998. Overview of the world maize economy. In : Maize Seed Industries in Developing Countries. Lynne Rienner Publishers, Inc. and CIMMYT, Int.

Nadal, A y Wise, T. 2005. "Los costos ambientales de la liberalización agrícola: el comercio de maíz entre México y EE.UU. en el marco del NAFTA". Globalización y Medio Ambiente: Lecciones desde las Américas. Santiago de Chile: RIDES-GDAE. pp: 49-92.

Núñez G, L. D y Ayala O, D. A. 2009. Impacto de la producción de bioetanol en el mercado del maíz. Un análisis desde la dinámica de sistemas. Economía y Sociedad, Vol. XIV, Núm. 23. Pp 105-124.

Palomo, G. A., A. Gaytán-M., R. Faz-C., D.G.Reta-S., y E Gutiérrez-Del R. 2004. Rendimiento y calidad de fibra de algodón en respuesta al número de riegos y dosis de nitrógeno. Terra Latinoamericana. 22:299-305.

Pecina, M. J A., Mendoza, C. M del C., López, S. J A., Castillo. G. F., Mendoza, R. M., y Ortiz, C. J. 2011. Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 34 (2): 85-92.

Peña, R. A., González, C. F. y Robles E. F. J. 2010. Manejo agronómico para incrementar el rendimiento de grano y forraje en híbridos tardíos de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.1 Núm.1. p. 27-35.

Purseglove, J.W. 1985. Tropical crops: Monocotyledons. Longman Scientific and Technical. New York, USA. 607 p.

Raya, P. J. C., y Aguirre, M C.L. 2008. Aparición y evolución de la fotosíntesis C4. Rev. Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. 14. No. 001. Pp; 45-50.

Reta, S. D. y Faz, C.R .1990/1991. Influencias de diferentes Niveles de Humedad en el Suelo Sobre el Crecimiento y el Rendimiento de Grano de Maíz. Informe de Investigación Agrícola. INIFAP-CIFAP REGION LAGUNA.

Reta, S. D G., y Faz, C. R. 1999. Respuesta del maíz a diferentes niveles de humedad en el suelo y rendimiento de grano y sus componentes. Terra Latinoamericana. Vol. 17. No. 004. Pp. 309-316.

Reyes, C., P. 1990. El maíz y su cultivo. AGT-EDITOR S.A. México, D.F.

Robles, S. R. 1994, Producción de Granos y Forrajes. Quinta Edición. Editorial Limusa. México.

Ruiz, C., J.A. 1985. Informe anual de investigación. Programa de Agroclimatología. Documento no publicado. INIA-CIANOC-C.E. Los Cañones. Jalpa, Zac. 55 p.

Russell, W A. 1991. Genetic improvement of maize yield Adv. Agron. 46: 245-298.

Serratos, H. J. A. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Investigador, coordinador y académico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Greenpeace México. Santa Margarita 227, Col. del Valle, C.P. 03100, México, City. Pp.2.

SIAP, 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Inicio/producción anual/resumen nacional por cultivo. Consultado el 2 de agosto del 2011 en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=346.

SIAP, 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Inicio/producción mensual/resumen nacional por estado. Consultado el 15 de junio del 2011 en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=347.

Tanaka, A., y Yamaguchi, J. 1984. Producción de Materia Seca, Componentes del Rendimiento del Grano del Maíz. Traducido al Español por Dr. Josué Kohashi Shibata.

Warrington, I.J. and E.T. Kanemasu. 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod. I. Seedling emergence, tasselin initiation and anthesis. Agron. J. 75:749-754.

Wilkes, H.G. y Goodman, M.M. 1995. "Mystery and missing links: The origin of maize". Maize Genetic Resources, Maize Program Special Report; Taba, S. (editor), México, DF, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

VII. ANEXOS

Cuadro 24. Rendimiento de grano y sus componentes obtenidos en los ciclos de primavera y verano para el estudio realizado con diez híbridos de maíz.UAAAN.UL.2011.

Ciclo	Variables													
	RG	RM	FM	FF	AM	AP	PIM	PGM	PO	DO	DM	LM	NHM	NGH
	Ton ha-1		días		cm		Gr		Mm		cm			
P 2011	9.29 a	11.19 a	76.93 a	79.40 a	120.43 a	220.40 a	205.30 a	181.66 a	27.66 a	26.36 a	47.80 a	17.13 a	15.76 a	37.90 a
V 2011	7.57 b	9.93 b	71.06 b	73.33 b	103.86 b	191.23 b	183.93 b	157.30 b	27.03 a	26.36 a	46.30 b	16.63 a	15.37 a	35.96 b
media	8.43	10.56	73.99	76.36	112.13	205.81	194.61	169.48	27.34	26.36	47.05	16.88	15.56	36.93

P = Primavera; V = Verano; RG = Rendimiento de grano; RM = Rendimiento de mazorca; FM, FF = Floración masculina y femenina; AP, AM = Altura de planta y mazorca; LM = Longitud de mazorca; PIM = Peso individual de mazorca; PGM = Peso de grano por mazorca; PO = Peso de olote; DM, DO = Diámetro de mazorca y olote; NHM = Número de hileras por mazorca; NGH = Número de granos por hilera. Para cada variable dentro de cada columna, medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.

Cuadro 25. Rendimiento de grano y sus componentes en híbridos de maíz con siembras de primavera y verano.UAAAN.UL.2011.

Híbridos	Variables													
	RG	RM	FM	FF	AM	AP	PIM	PGM	PO	DO	DM	LM	NHM	NGH
	Ton ha-1		días		cm		gr		mm			cm		
HT 91-50W	10.08 a	12.19 a	69.16 f	71.66 f	104.66 cd	204.83 abcd	221.00 a	199.17 a	28.33 abc	28.33 a	50.16 a	17.00 ab	17.00 a	35.83 abc
DAS-2A120	9.51 ab	11.14 ab	70.16 ef	73.33 e	86.50 e	186.66 d	167.83 ab	145.17 bc	22.67 bc	27.00 ab	46.00 abc	16.33 ab	15.33 abc	34.50 bc
Rio Grande	9.39 ab	11.28 ab	77.00 cd	78.33 d	118.00 abc	205.00 abcd	215.83 a	187.00 ab	30.00 ab	27.83 a	49.00 ab	17.66 a	16.00 ab	38.83 ab
P4082W	8.83 abc	11.78 a	69.50 f	71.83 f	126.33 ab	221.50 a	215.67 a	184.67 ab	37.16 a	28.16 a	50.00 a	16.50 ab	16.50 ab	39.66 ab
DAS 2358	8.49 abc	10.70 ab	69.16 f	70.83 f	108.50 cd	198.83 bcd	183.83 ab	162.67 abc	25.83 bc	24.83 cd	45.00 bc	17.50 ab	15.16 abc	38.16 abc
Arrayan (T)	8.15 bc	10.22 ab	78.00 bc	80.83 b	113.83 bc	212.33 ab	191.00 ab	167.67 abc	28.83 abc	27.33 ab	49.83 a	16.33 ab	15.00 bc	35.33 abc
Narro 2010	7.60 c	9.56 b	79.16 b	81.16 b	121.33 abc	217.16 a	205.83 ab	177.83 abc	27.33 bc	25.33 bcd	43.50 c	17.83 a	13.66 bc	40.83 a
Advance2203	7.54 c	9.65 b	71.00 e	73.16 e	96.83 de	191.50 cd	155.17 b	133.00 c	19.50 c	23.83 d	42.66 c	16.33 ab	15.00 bc	32.66 c
Genex 778	7.46 c	9.62 b	76.00 d	79.50 c	130.83 a	208.83 abc	206.83 ab	182.67 ab	25.00 bc	24.33 d	46.00 abc	18.33 a	15.16 abc	37.50 abc
P4081W	7.24 c	9.48 b	80.83 a	83.00 a	114.66 abc	211.50 ab	183.17 ab	155.00 abc	28.83 abc	26.66 abc	48.33 ab	15.00 b	16.83 ab	36.00 abc
MEDIA	8.42	10.56	73.99	76.36	112.14	205.90	195.88	169.48	27.34	26.36	47.04	16.88	15.56	36.93
C.V.	10.84	9.68	.97	.77	7.78	4.81	14.76	13.74	18.03	3.93	4.69	7.62	6.34	8.29

RG = Rendimiento de grano; RM = Rendimiento de mazorca; FM, FF = Floración masculina y femenina; AP, AM = Altura de planta y mazorca; LM = Longitud de mazorca; PIM = Peso individual de mazorca; PGM = Peso de grano por mazorca; PO = Peso de olote; DM, DO = Diámetro de mazorca y olote; NHM = Número de hileras por mazorca; NGH = Número de granos por hilera; CV = Coeficiente de variación. Para cada variable dentro de cada columna, medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la prueba de Tukey.

Cuadro 26. Probabilidad estadística para contrastes ortogonales en diez genotipos durante dos ciclos. UAAAN.UL.2011.

Contrastes Ortogonales	RG	RM	FM	FF	AM	AP	PIM	PGM	PO	DO	DM	LM	NHM	NGH
Blancos vs Amarillos	*	**	**	**	**	NS	NS	NS	NS	**	**	**	**	*
Precoces vs Intermedios	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	**	NS	NS	**	*
Compañías vs institución	NS	*	**	**	**	*	NS	NS	**	**	**	NS	*	NS
Grano vs Forraje	*	**	**	*	NS	NS	*	*	*	**	NS	*	*	**
Grano vs Doble Propósito	**	**	NS	NS	*	*	**	**	*	**	**	**	NS	NS
Forraje vs Doble Propósito	NS	NS	*	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS	*	NS
Simples vs Triples	**	*	*	*	NS	NS	NS	NS	**	**	**	NS	**	NS
Testigo vs Todos	NS	NS	**	**	NS	NS	NS	NS	NS	**	*	NS	NS	NS
DAS 2358 vs P4081W	NS	NS	**	**	**	**	NS	NS	**	**	**	NS	**	NS

RG = Rendimiento de grano; RM = Rendimiento de mazorca; FM, FF = Floración masculina y femenina; AP, AM = Altura de planta y mazorca; LM = Longitud de mazorca; PIM = Peso individual de mazorca; PGM = Peso de grano por mazorca; PO = Peso de olote; DM, DO = Diámetro de mazorca y olote; NHM = Número de hileras por mazorca; NGH = Número de granos por hilera; ** = Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * = Significativo ($p \leq 0.05$); NS = No significativo.

Cuadro 27. Fuentes de variación y probabilidad estadística del análisis de varianza para las variables en estudio de rendimiento de maíz grano (RG) durante dos ciclos. UAAAN.UL.2011.

FV	GL	Variables													
		PG	PM	FM	FF	AM	AP	PIM	PGM	PO	DO	DM	LM	NHM	NGH
R	2	NS	NS	*	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A	1	**	**	**	**	**	**	**	**	NS	NS	*	NS	NS	*
R(A)	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
G	9	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
G*A	9	NS	NS	**	**	NS	NS	*	**	NS	NS	*	*	NS	**
ERROR EXP	36														
TOTAL	59														

FV = Fuente de Variación; GL = Grados de libertad; A = Ambientes; R = Repetición; G = Genotipos.

RG = Rendimiento de grano; RM = Rendimiento de mazorca; FM, FF = Floración masculina y femenina; AP, AM = Altura de planta y mazorca; LM = Longitud de mazorca; PIM = Peso individual de mazorca; PGM = Peso de grano por mazorca; PO = Peso de olote; DM, DO = Diámetro de mazorca y olote; NHG = Número de hileras por mazorca; NGH = Número de granos por hilera.

** = Altamente significativo ($p \leq 0.01$); * = Significativo ($p \leq 0.05$); NS = No significativo.