

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**CARACTERIZACIÓN DE 60 GENOTIPOS DE MAÍZ SUBTROPICAL
EN SU POTENCIAL DE RENDIMIENTO CON RIEGO DEFICITARIO**

POR:

JULISSA DANIELITH RAMÍREZ VERDUGO

TESIS:

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

INGENIERO AGRONOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2012.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS



**CARACTERIZACIÓN DE 60 GENOTIPOS DE MAÍZ SUBTROPICAL EN SU POTENCIAL DE
RENDIMIENTO CON RIEGO DEFICITARIO**

POR:

JULISSA DANIELITH RAMÍREZ VERDUGO

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

REVISADO POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR

DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

ASESOR

DR. HÉCTOR J. MARTÍNEZ AGÜERO

ASESOR

MC. RENÉ JUÁREZ ALBAREZ

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
CORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TESIS DEL C. JULISSA DANIELITH RAMÍREZ VERDUGO QUE SE SOMETE A
LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

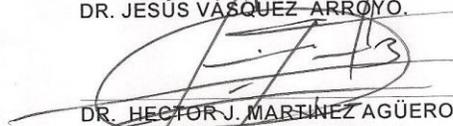
PRESIDENTE


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL


DR. JESUS VÁSQUEZ-ARROYO.

VOCAL


DR. HECTOR J. MARTÍNEZ AGÜERO

VOCAL


MC. RENÉ JUÁREZ ALBAREZ


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2012.

DEDICATORIAS

Este trabajo lo dedico a todas aquellas personas que pudieron darme una palabra de aliento cuando lo necesite y en los momentos menos propicios presentes estar, gracias a ellos logre avanzar un pedestal más en la vida.

A DIOS:

Por darme la vida y ser él quien en los momentos de aflicción y tristeza me sostenía entre sus manos pudiendo seguir adelante y concluir un sueño que pareciera inalcanzable, aun con mayor énfasis agradecida estoy por haberme brindado la familia que siempre estuvo presente apoyándome en todas aquellas vicisitudes de la vida que por momentos me aquejaban. Agradezco por poner en mi camino, a aquellos amigos que me brindaron su compañía y porque nunca me degaste sola gracias.

A MIS PADRES:

A MI MADRE, Amanda Verdugo Molares

Por todo el apoyo incondicional que mi brindaste, por aquellos consejos inolvidables que en mi corazón presentes estarán, por guiarme y exhortarme en seguir adelante. Sé que siempre contigo contare, aun cuando los años pasen. Gracias.

A MI PADRE Eli Ramírez Roblero

por apoyarme a salir adelante: siempre estuviste como ejemplo a seguir para ser una persona de bien. Gracias.

Por brindarme su confianza y paciencia durante este largo tiempo, por ese amor de padres inigualable que siempre han tenido para mí, por toda mi vida presente los tendré. Gracias.

A MIS HERMANOS:

Analy Yesenia Ramírez Verdugo

Marianela Yasmin Ramírez Verdugo

Elías Ramírez Roblero.

Gracias por todo el cariño que me han brindado, por todos aquellos momentos que disfrutamos de estar juntos, por compartir sus sueños, anhelos, aspiraciones con migo. Gracias

A MI HIJO:

Yoshua Ramírez Verdugo

Por llenar mi alma de alegría y emoción en momentos de tristeza, por todas aquellas bendiciones que al llegar a este mundo, como dulce y suave aroma de jazmín pudiste aparecer, pudiendo impregnar tu sonrisa en el corazón de quien te conocía, te quiero a pesar de que no estás con migo te quiero mucho te extraño demasiado. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por permitirme concluir y disfrutar de este momento tan dichoso junto con mi familia, amigos, profesores y familiares.

A MI ALMA MATER

Por haber sido mi segunda casa y permitirme obtener todo el conocimiento que en ella mora, por formarme como profesionista, siendo esta el cimiento para poder ser un profesional exitoso. Orgulloso de ti estoy y en mi corazón te llevare.

DR. Jesús Vásquez Arrollo

Por compartir parte de sus conocimientos, por platicar sus experiencias laborales y personales, por la paciencia que tuvo al instruirme y junto con sus regaños e insistencias pude obtener un mejor conocimiento y ser una persona cada día mejor con una visión objetiva

Al doc. Armando Espinoza Banda,

Por compartir su tiempo, y parte de sus conocimientos en el tiempo que estuve realizando mi tesis y mucho antes cuando no solo era mi maestro si no ahora como mi asesor y por exhortándome para poder seguir adelante, por la paciencia que me tuvo contantemente mil gracias, que Dios lo bendiga.

Al Dr. Arturo Palomo Gil

Por el apoyo constante que durante mi estancia en esta casa de estudios me pudo brindar. De él me llevo su nobleza, sinceridad y humildad.

MC. René Juárez Albares

Por brindarme su apoyo cuando más lo necesite e igualmente por brindarme sus conocimientos, su tiempo gracias.

Al centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y al Proyecto Cooperativo para el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONAGRO).

Este trabajo de tesis, incluye germoplasma del CIMMYT y asesoramiento del Dr. José Luis Araus Ortega, Dra. Jill Carirns, Ing. Raziél Antonio Ordoñez, y se desarrolló dentro del marco del convenio UAAAN-CIMMYT.

A mis profesores.

Que durante el caminar por esta institución me transmitieron de sus experiencias y conocimientos para poder afrontar la vida laboral y así tener las armas necesarias para la dura lucha que afrontare afuera.

Sin olvidar al personal del Departamento de Fitomejoramiento, quienes siempre estuvieron ahí, para ayudarme es de mencionar a la **Sra. Rosalba Tejada Correa Y A Ing. Rubén Ramos Zamarripa** por brindarme su amistad y su apoyo.

Al Dr. Santiago Ramírez

Por compartir su tiempo con migo, y compartir sus conocimientos en el tiempo libre que estuve realizando la tesis, por la paciencia que me tuvo contantemente mil gracias, que Dios te bendiga.

A mis Tíos.

Julia, Gouli y su esposa, Les agradezco su comprensión y consejos para seguir adelante y no decaer en la lucha de un sueño

A mis primos.

Que estuvieron junto a mí, en el comienzo y durante el trayecto de un sueño que pensé no poder concluir, y hoy gracias les doy por su paciencia que tuvieron

A mi novio

Luis Alberto Salazar barrera

Por haberme brindado el apoyo moral y espiritual durante la elaboración de mi trabajo de tesis, por haberme mostrado el cariño y ante todo el amor que me ha brindado desde ayer, hoy y siempre. Te amo mi vida.

A mis amigos

Nelcy carlota Gonzales Marroquín, Cirilo Altunar, Álvarez Por su amistad incondicional y aquellos momentos de alegría, tristeza, angustia, preocupación, desvelos y anhelos, que compartimos juntos en el largo caminar del sueño esperado. No olvidando aquellas palabras de aliento que en su momento me hicieron saber. Gracias.

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	VII
INDICE.....	X
INDICE DE CUADROS	2
I. INTRODUCCION	3
1.1 Objetivos	5
1.2 Hipótesis.....	5
1.3 Metas.....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 maíz tropical.....	6
2.2. Efecto de la sequia	8
2.3 Riego deficitario	8
2.4 Acame de raíz tallo	9
III. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1. Localización del área en experimental.....	11
3.1.1. Ubicación geográfica	11
3.2. Material genético	11
3.3 Diseño experimental	12
3.4 Manejo agronómico	13
3.4.1 Preparación de terreno	13
3.4.2 Siembra	13
3.4.3. Aclareo de plantas.....	13
3.4.4 Fertilización	13

3.4.5 Riegos	13
3.4.6 Control de plagas.....	14
3.4.7 Control de maleza	15
3.4.8 Cosecha	15
3.5 Características evaluadas	15
3.5.1 Floración masculina.....	15
3.5.2 Floración femenina.....	15
3.5.3 Altura de planta.....	15
3.5.4 Altura de mazorca	16
3.5.5 Acame en la planta en raíz	16
3.5.6 Acame de tallo.....	16
3.5.7 Cobertura de mazorca.....	16
3.5.8 Aspectos de mazorca.....	16
3.5.9 Numero de mazorcas cosechadas.....	16
3.5.10 Numero de mazorcas podridas	17
3.5.11 Rendimiento de grano.....	17
3.5.12 Textura	17
3.5.13 Temperaturas.....	17
3.5.14 Senescencia 1,2	17
IV .RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	18
4.2.1. Floración masculina y femenina.....	19

4.2.2. Altura de planta y mazorca	19
4.2.3. Acame de raíz y tallo	20
4.2.4. Cobertura de mazorca.....	21
4.2.5. Porcentaje de mazorcas podridas	22
4.2.6. Textura	22
4.2.7. Aspecto de mazorca	23
4.2.8. Rendimiento de grano (kg/ha)	23
V. CONCLUSIONES.....	25
VI. RESUMEN	26
VII. LITERATURA CITADA	27
VIII. APENDICE	30

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Maíces de tierras bajas tropicales y área de las diferentes clases de madurez	6
Cuadro 2.2 Ambientes subtropicales y de altitud media con las áreas correspondientes a clases de madurez para varios tipos de grano.....	7
Cuadro 3.2. Genealogía de los 60 genotipos utilizados	12
Cuadro 3.3 Fecha de riego, lamina de riego aplicada en la evaluación de 60 genotipos de maíz subtropical de ciclo tardío evaluados bajo riego deficitario en la UAAAN-UL, 2010	14
Cuadro 4.1. Cuadrados medios de 60 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados en condiciones de riego deficitario en la UAAAN-UL, 2010.....	18
Cuadro 4.2. Medias de los 15 mejores tratamientos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados en condiciones de riego deficitario en la UAAAN-UL, 2010.....	24
Cuadro 1A. Medias de 60 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados bajo riego deficitario en la UAAAN-UL, 2010.....	31

I. INTRODUCCION

El maíz ocupa el primer lugar de la producción de los cereales con un 65%, el trigo con un 22% obtiene el segundo lugar y por último el sorgo el tercer lugar con 11% (SIAP, 2007). El maíz (*Zea mays* L), trigo y el arroz son los tres cereales más importantes a nivel mundial, por motivo que dichos cereales constituyen uno de los alimentos básicos para el consumo humano y además el maíz puede ser utilizado como alimentación para algunos animales (Ortega, 1987). Además, este grano es una importante fuente de materia prima para producir almidón, combustibles, lubricantes y sus derivados, así como, aceite, alcohol, entre otros (Andow *et al.*, 2004).

La producción de maíz a nivel mundial es de 818, 823, 434 toneladas anual, Estados Unidos ocupa el primer lugar con el 42% de la producción, en segundo lugar China con 18% y como tercer lugar en la producción de maíz es de Brasil ocupa el cuarto lugar con un 6 % de dicha producción y finalmente México con un 3% (SIAP, 2007; NASS; 2006; SAGARPA, 2011). En el 2010 México alcanzó una producción de maíz de más de 23 millones de toneladas, en 8.5 millones de hectáreas en los ciclos de primavera-verano y otoño invierno, distribuida en los estados de Sinaloa (22.4%), Jalisco (14.6%), Estado de México (6.7%), Michoacán (6.6), Guerrero (6.1) y los demás estados restantes producen un 43.7% de maíz (SAGARPA, 2011). El mayor rendimiento por hectárea fue en el ciclo otoño-invierno comparado con el ciclo de primavera-verano (5.36 vs. 2.55 toneladas/hectárea, respectivamente).

La Comarca Lagunera cuenta con una producción de maíz de 23,953.14 toneladas de grano y 615,026.90 toneladas de forraje, el rendimiento es de 0.88 ton/ha y 40.36 ton/ha respectivamente, cuenta con una superficie sembrada de 31,419.50 ha de maíz en grano y 15,238.00 ha para la producción de forraje, esta misma cuenta con una superficie cosechada de 27,245.50 ha de maíz para grano y 15,238.00 ha para producción de forraje, el producto que obtuvo más precio fue el

de maíz en grano que se tubo el costo de 2,485.60/ton que el de forraje con 384.61 por ton, el valor de producción consto de 59,537.82 para maíz en grano y 236,545.64 para forraje (SAGARPA, 2011). Para los agricultores de la Comarca Lagunera es más viable producir el maíz en grano ya que tiene más valor para poder venderlo y poder sacar jugosas ganancias.

El maíz se puede clasificar de acuerdo al ambiente donde se cultiva principalmente en climas tropicales es decir en países localizados entre 30°N y 30°S (denominado maíz tropical) y en las regiones entre 30°N y 34°S son clasificados como ambiente subtropical (denominado maíz subtropical). En las regiones antes mencionadas se cultivan diferentes genotipos de maíces (tropicales o Subtropicales), los cuales fueron obtenidos en la introgresión de germoplasma de tropical con el templado (Dowswell *et al.* 1996). Sin embargo se obtiene una menor producción de maíz en las zonas tropicales que en las zonas templadas.

En clima tropicales la producción de maíz es afectada por sequia, el exceso de humedad, la deficiencia del nitrógeno, los suelos ácidos, la toxicidad del aluminio y la salinidad. Sin embargo en climas subtropicales se ve afectado por sequia, los suelos ácidos y la baja disponibilidad de nitrógeno son causa de los mayores.

Las altas temperaturas y la disminución en la disponibilidad de agua (sequia) en el cultivo, son los principales factores que afecta de manera importante la producción de maíz en regiones tropicales y subtropicales (Raggio y Moro, 2006). Dichos autores indican que las altas temperatura (> 38°C), reducen hasta un 45 % en la biomasa aérea que una temperatura menor a 35°C. Además, dicha temperatura reduce en un 66% la biomasa de la mazorca y un 74% la producción de grano. Finalmente se ha investigado que altas temperatura incrementan un alto número de granos abortados (Crafts-Brandner, 2002; Jiang y Huang, 2000; Jull *et al.*, 1999; Savin y Nicolás, 1999).

Estos mismos efectos han sido encontrados por Crafts-Brandner, (2002), Jiang y Huang, (2000), Jull et al. (1999), y Savin y Nicolás, (1999). En base a esto, se ha sugerido que por cada grado centígrado (°C) que se incrementa la temperatura por encima del óptimo (25°C), se reduce un 3 a 4 % el rendimiento de grano (Cheikh y Jones, 2001). La temperatura es un factor determinante para la producción agrícola; la óptima para el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) es de 22-27°C (Vara *et al.*, 2001).

1.1 Objetivos

Caracterizar los genotipos de maíz tolerantes al estrés hídrico inducido y las altas temperaturas de verano.

1.2 Hipótesis

H1: La producción de los diferentes genotipos del maíz pueden ser afectadas por el una disminución en el suministro de agua, además de ser sometidos altas temperaturas.

H2: Los genotipos se comportan de forma similar agronómicamente, en rendimiento.

1.3 Metas

- Detectar al menos los 10% de genotipos prometedoras que presenten las mejores características agronómicas y mayor rendimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 maíz tropical

La clasificación de los ambientes del maíz se basa primeramente en las mayores regiones climáticas que corresponden a las latitudes en que el mismo es cultivado. Los países o regiones comprendidas entre la línea ecuatorial y los 30° N y 30° S constituyen el ambiente tropical y el maíz cultivado en esa zona se conoce como maíz tropical.

El ambiente tropical se divide en tres categorías basadas en la altitud: i) tierras tropicales bajas, entre el nivel del mar y los 1 000 msnm) tierras tropicales medias, entre 1 000 y 1 600 msnm) tierras tropicales altas, a más de 1 600 msnm, se estima que se cultivan 38 millones de hectáreas en los ambientes tropicales de tierras bajas, (Dowswell et al. 1996).

Cuadro 2.1. Maíces de tierras bajas tropicales y área de las diferentes clases de madurez

Clases de Madurez <i>ha</i>)	Días a la madurez	Área (<i>millones ha</i>)	Tipo de grano	Área (<i>millones</i>
Extra-temprana	80 - 90	2,5	Blanco duro o blanco dentado	0,5
			Amarillo duro	2,0
Temprana	90 - 100	8,5	Blanco duro	2,5
			Blanco dentado	0,7
			Amarillo duro	4,0
Intermedia	100 - 110	13	Amarillo dentado	1,3
			Blanco duro	1,4
			Blanco dentado	3,2
			Amarillo duro	5,2
Tardía	110 - 130	12	Amarillo dentado	3,2
			Blanco duro	2,5
			Blanco dentado	4,0
			Amarillo duro	4,5
			Amarillo dentado	1,0

Fuente: adaptado de CIMMYT, 1988; Vasal *et al.*, 1994.

Algunos ambientes son aptos para el maíz en las zonas tropicales tienen, sin embargo, limitaciones a causa de la intercepción de la radiación por parte de la capa de vegetación nativa que está por encima del maíz. El comportamiento individual de las plantas es afectado directamente por factores tales como la nubosidad y la densidad del cultivo y muchos ambientes en que se cultiva maíz dependen de la pluviosidad.

La cosecha mundial de maíz estimada para el 2007-2008 en 766.7 millones de toneladas, 2.6 millones. El maíz tropical se cultiva en 66 países y es de gran importancia económica en 61 de ellos los cuales siembran más de 50 000 hectáreas con un total de aproximadamente 61,5 millones de hectáreas que cuenta con una producción de anualmente de 111 millones de toneladas métricas. El rendimiento medio de 1800 kg ha⁻¹ comprobando con una media anual más de 4000 kg ha⁻¹. 7000 kg⁻¹ es el rendimiento medio de las zonas templadas (CIMMYT, 1994).

Las regiones que están entre los 30° y 34° Norte y Sur son clasificadas como ambientes subtropicales. La mayor parte del germoplasma subtropical es cultivado en ambientes de altitud media y de ese modo ligado al ambiente subtropical, Se estima que se cultivan 17 millones de hectáreas en los ambientes subtropicales y de media altitud y 6,5 millones de hectáreas en tierras tropicales altas (Dowswell *et al.*, 1996).

Ilustración 1. Cuadro 2.2 Ambientes subtropicales y de altitud media con las áreas correspondientes a clases de madurez para varios tipos de grano.

Clases de madurez	Área (millones ha)	Tipos de grano
Extra-temprana	-	
Temprana	2,0	Blanco o amarillo, duro o dentado
Intermedia	5,5	Blanco duro, blanco dentado o
Tardía	9,5	Blanco duro, blanco dentado o Amarillo duro o amarillo dentado

(CIMMYT 1988)

La sequía, los suelos ácidos y la baja disponibilidad de nitrógeno son causa de los mayores estreses en los ambientes del maíz sub-tropicales y de media altitud.

2.2. Efecto de la sequia

Las sequías reducen hasta un 15% el rendimiento anual de maíz en regiones tropicales y subtropicales, llegando a causar pérdidas de 16 millones de toneladas de grano (Edmeades *et al.*, 1992). En algunos años y en algunas regiones particulares esas pérdidas pueden ser mucho mayores; por ejemplo, en la región austral de África la sequía en 1991-1992 causó pérdidas del 60%. Estas fluctuaciones pluviométricas pueden dar lugar a sufrimiento de los seres humanos y a problemas políticos y económicos.

El maíz cultivado en las tierras bajas necesita al menos 500 mm de lluvia bien distribuida a lo largo de todo el ciclo de cultivo; en la práctica el cultivo se realiza, por lo general, en áreas que reciben de 750 a 1 750 mm anuales (Norman *et al.*, 1995). La severidad del estrés de sequía puede ser cuantificada en base a la extensión del secado del suelo, de la reducción de la transpiración relacionada con el potencial de evapotranspiración o del estado de la planta. El impacto de un período de restricción en la disponibilidad de agua sobre el crecimiento del cultivo es influenciado por numerosos factores, tales como la etapa de crecimiento del cultivo e historia del mismo, el área foliar, el volumen de las raíces, el déficit de la presión de vapor atmosférica, la temperatura y la radiación.

2.3 Riego deficitario

La falta de agua en la agricultura genera la necesidad de crear nuevas estrategias orientadas en la eficiencia del uso de la misma. El primer paso es establecer el primer riego, que permitirá aumentar la eficiencia del agua hasta un 90 % (Rázuri, *et al.*, 1986).

Pero ante todo se han desarrollado técnicas para el manejo de esta tales como riego de cultivo que también es llamado riego deficitario controlado. Esta técnica consistió en regar a intervalos temporales con menos agua de la que se utilizó en dosis óptimas sin que se provoque daños al cultivo, por lo tanto es necesario saber el nivel óptimo para poder establecer un régimen de riego deficitario (FAO, 1979). Se realizó una investigación en donde se evaluó el efecto de riego deficitario este fue controlado con la aplicación de cuatro laminas de agua observando las características morfométricas y el rendimiento del dicho cultivo esta investigación se realizó con tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.). Este se realizó durante el mes de abril- agosto del 2005, se realizó a campo abierto ubicado campo experimental del Instituto de Investigación Agropecuarias de la Universidad de los Andes (IIAP ULA), en el estado de Mérida, Venezuela. Los tratamientos fueron en aplicar cuatro laminas de reposición de agua al 100% Etc., 80% Etc., 70% Etc., 60% Etc., esto se evaluó diariamente observando la evaporación del taque de evaporímetro de tipo A y afectados por el coeficiente K_p (coeficiente de tina, método de FAO 33, 1980). Los resultados remarcaron que el rendimiento más elevado de tomate en las categorías y comercial del fruto de logro con el tratamiento "T2" es decir que afectando la Etc. por la coeficiente de 0,80 con 62,71 toneladas ha^{-1} respectivamente. La cantidad de agua total en una hectárea fue de entre 3.602 m^3/ha y 2.530 m^3/ha el coeficiente contó con 1 y 0,6 en cada tratamiento, se observó que en el coeficiente 0,8 con el cual se obtuvo mayor rendimiento, este presentó un ahorro de del 22% con relación con el coeficiente 1, que presentó el requerimiento total de evapotranspiración.

2.4 Acame de raíz tallo

En maíz, el acame de raíces dificulta severamente la cosecha mecánica, ocasionando pérdidas que pueden variar desde 5 hasta 25 % (Súber y Kang, 1978).

En maíz son definidos dos tipos de acame: acame de raíces y acame de tallo. El acame de raíces ocurre cuando el tallo cae más de treinta grados desde la vertical y el acame de tallo ocurre cuando el tallo es quebrado debajo de la mazorca (Poehlman y Sleper, 1985).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del área en experimental.

3.1.1. Ubicación geográfica

Este estudio se realizo en el campo experimental de la UAAAN –UL durante el ciclo prima-verano del 2010 en la región de la comarca lagunera localizada entre 25° 33´18.7´´ de latitud norte y 108° 22´ 12.4´´ de longitud oeste cuenta con una superficie de 4.7 ha y un rumbo de 3.8 m. El presente estudio se realizo como parte del programa de mejoramiento genético en maíz del departamento de fitomejoraminto.

Mostrando un clima muy seco con deficiencia de lluvias en todas las estaciones. En esta región se presenta una temperatura mínima de 22.9-0 en los meses de mayo-septiembre y una máxima de 33.9-0 en los mismos meses con una precipitación mm de 0.69-3.97 en los mismos meses antes mencionados, con una temperatura media desde 26.05-0 de mayo a septiembre, con una velocidad de viento que alcanza desde 4.94-0, que contaba con una evaporación de potencial en mm de 10.91-6.20 esta son las condiciones climáticas del campo experimental.

3.2. Material genético

Este experimento consistió en 60 genotipos de maíz subtropical late sequia del ciclo primavera-verano proveniente del Centro Internacional de Maíz Y Trigo (CIMMyT) como parte del programa de mejoramiento global del maíz. El material genético que se utilizo se plasma en el siguiente Cuadro 3.2

Ilustración 2. Cuadro 3.2. Genealogía de los 60 genotipos utilizados.

GENEALOGÍA	GENEALOGÍA	GENEALOGÍA
1 URUG 1064	21 GUAD 311	41 BLJUNI
2 MORE 81	22 CUBA T-51	42 LPS C7
3 MORE 99	23 URUG 1087	43 CUBA 310
4 URUG 1061	24 NAYA 338	44 CHIS GP12
5 CELAYA OPACO 2 PC 2	25 URUG 695	45 BRAZ BA145
6 ARZM 13 080	26 GUATEM GP6-1A	46 VENE 306
7 ARZM 14 071	27 TUXP	47 CUBA 111
8 URUG 424	28 BRAZ 2282	48 CUBA 301
9 DTPY C9	29 RDOM 359	49 BRAZ 2131
10 ARZM 16 027	30 BRVI 120	50 BRAZ 2159
11 DTPW C9	31 VERA 31	51 CHIS GP15
12 URUG 1148	32 CUBA 134	52 OPV-Drought Axel W-#
13 ARZM 16 026	33 RDOM 330	53 OPV-Drought Axel WxY-#
14 POPOAX MC 2	34 CUBA 314	54 OPV-Drought Axel W/Azul-#
15 VERA 26	35 CUBA 304	55 S yn01E2
16 GUAD 302	36 SANN 349	56 V032=ZEWBc1F2/99SADVEA-F2
17 PUER 321	37 GUAD 307	57 VP047
18 OPV-DTPY/LINTROP	38 RDOM 25	58 ZM523A-#
19 BOZM 1608	39 TUXP 1	59 ZM523B-#
20 SLUC 303	40 BRAZ PE011	60 TUXPEÑO SEQ. C8 F2

3.3 Diseño experimental

Se utilizó una distribución de tratamientos en alfa latice con 30 bloques y 5 tratamientos por bloque, en 3 repeticiones. La parcela experimental fue de 2.5 m de largo y 0.75 m entre surco, y la distancia entre planta y planta de 0.25 m ,1.0 m de calle, y dos bordos orilleros.

3.4 Manejo agronómico

3.4.1 Preparación de terreno

La preparación del suelo con tractor consistió en un barbecho, rastra y nivelación para lograr remover el suelo lo menos posible y que éste finalmente quede nivelado a cero pendiente. Esta labor es imprescindible antes de la siembra por el menor consumo de agua de riego así como también el tiempo que se requiere para realizar ésta actividad. Después de eso se realizó el trazo de surco, e instalación del sistema de riego usando la cintillas de calibre 6000 con emisores a 20 cm como método de riego.

3.4.2 Siembra

Esto se realizó en suelo seco y manualmente el día 2 de junio del 2010, depositando dos semillas por golpe a 0.25m de distancia entre una y otra, aclarándose a los 21 días dejando así una planta por cada golpe y una población aproximada de 53 mil plantas por hectárea.

3.4.3. Aclareo de plantas

Es una labor de cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 25 a 30 cm. consiste en ir dejando una sola planta por golpe de una distancia de 0.25 entre planta y planta en donde se eliminando las restantes.

3.4.4 Fertilización

Se fertilizo con la formula con la formula 200-100-00 (Novatec solub 45). La primera aplicación fue antes de la siembra el 01 de junio y, la segunda aplicación se llevó a cabo a los 28 días después de la siembra.

3.4.5 Riegos

Utilizamos el sistema de riego por goteo (presurizado) aplicando 10 riegos durante el ciclo del cultivo del cultivo deficitario. Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Fecha de riego, lamina de riego aplicada en la evaluación de 60 genotipos de maíz subtropical de ciclo tardío, evaluados bajo el riego deficitario en la UAAAN-UL, 2010.

Día	Fecha	Hr.	Ac.	L. Ap.	L. Ac
	mm/dd/aa	R		(cm)	(cm)
1	06/02/10	23.1	23.1	5.4	5.4
2	06/15/10	13.2	36.3	3.7	9.1
3	06/26/10	12.2	48.5	2.9	12
4	07/27/10	13	61.5	3.5	15.5
5	08/07/10	12.3	73.8	2.9	18.4
6	08/18/10	12.9	86.7	0	18.4
7	08/21/10	12	98.7	2.6	21
8	08/27/10	12	110.7	2.6	23.6
9	08/31/10	13.4	124.1	0	23.6
10	09/15/10	6	130.1	0	23.6

Hr. R= Horas de riego, Ac= Acumulado, Lam. Ap.=Lamina Aplicada, Lam. Ac= Lamina acumulada. El equipo está equilibrado para aplicar una lámina de 1 cm/cada 4 horas de riego.

3.4.6 Control de plagas

Se realizaron las siguientes aplicaciones por la presencia de las siguientes plagas como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó el insecticida PAGUS con el ingrediente activo de spinetoram, así como CYTRIN® 200, Insecticida y/o acaricida concentrado emulsionable que se aplicó para la segunda aparición del gusano cogollero el Ingrediente activo de este insecticida es Cipermetrina, con una dosis de 250 ml/ha, dirigiéndose la aplicación al cogollo de la planta; la segunda plaga fue araña roja (*Tetranychus urticae*) y se aplicó ABAMECTINA a una dosis de 9 g/ha en 200 L de agua en ambos casos.

3.4.7 Control de maleza

Se aplicó un herbicida pre-emergente para poder mantener libre de malezas (Primagram Gold) de 4 L/ha) este herbicida de pre-siembra selectivo para cultivo de maíz, es especialmente indicado para el control de malezas anuales de hoja ancha y angosta o gramíneas, con lo cual controla malezas de germinación tardía. Posteriormente se aplicó a los 31 días después de haberlo sembrado dicho cultivo y antes de la floración esto se aplicó manualmente con la bomba de mochila.

3.4.8 Cosecha

La cosecha se realizó el 23 de octubre del 2010, cosechando el total de mazorcas por parcelas. Posteriormente las mazorcas de cada surco se depositaron en diferentes costales, para el pesaron y calificado de esta.

3.5 Características evaluadas

3.5.1 Floración masculina

Se registro como el número de días transcurrido desde la siembra hasta la fecha en el cual el 50% de las plantas de la parcela se encontraban liberando polen.

3.5.2 Floración femenina

Se registro como el número de días transcurrido desde la siembra hasta la fecha en el cual el 50% de las plantas de la parcela tenían o mostraban estigmas de 2-3 cm de largo.

3.5.3 Altura de planta

Se cuantifico con base en 5 plantas seleccionadas al azar como la distancia en cm desde la base de la planta el nudo donde inicia la panoja o espiga.

3.5.4 Altura de mazorca

Al igual que la altura de la planta, se seleccionaron 5 plantas al azar, cuantificándose desde la base de la planta hasta el nudo con la mazorca más alta, en cm.

3.5.5 Acame en la planta en raíz

Se tomo al final del ciclo antes de la cosecha, registrándose el número de plantas con una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular en la base de la planta.

3.5.6 Acame de tallo

Se registro con el número de plantas con tallos rotos debajo de la mazorca antes de la cosecha.

3.5.7 Cobertura de mazorca

Se registró como el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tenían expuestas alguna parte de la mazorca. Esta variable se califico en una escala del 1 a 5 donde 1 es cobertura excelente y 5 es la cobertura deficiente o mala.

3.5.8 Aspectos de mazorca.

Se califico después de la cosecha considerando el daño por enfermedad e insectos, tamaño de mazorca, llenado de grano y uniformidad, de acuerdo una escala de 1 a 5, donde uno es óptimo y en 5 es deficiente.

3.5.9 Numero de mazorcas cosechadas

Se estimo en base al peso de campo de cada parcela, transformándose de kilos por parcela a kilos por hectárea.

3.5.10 Numero de mazorcas podridas

Se conto al momento de la cosecha de cada parcela como el numero de mazorcas que mostraban pudrición, la cual se expreso en porcentajes en relación al número total de mazorcas cosechadas.

3.5.11 Rendimiento de grano

Se estimó con base al peso de campo de cada parcela transformándose de kilos por parcela a kg/ha, de cierto modo restándole el porcentaje del peso del olote que oscila entre los 18 y 20% del peso total de la mazorca.

3.5.12 Textura

Se califico después de la cosecha, considerando el tipo de grano, cristalino y/o dentado de la mazorca, calificándose en la escala de 1, 2.5 y 5, donde en cristalino, el de 2.5 es cuando presentaba el 50% de cristalización y el 50 % de de dentado y el 5 de dentado.

3.5.13 Temperaturas

Se cuantifico en grados centígrados (°C), de preferencia en las 3 hojas con mayor exposición al sol, en 3 plantas por parcela. Para tal efecto se utilizo un termómetro infrarrojo digital.

3.5.14 Senescencia 1,2

Se califico en una escala de 1-10, donde cada unidad represento el 10%. Dependiendo del estrato de la planta que mostraba la senescencia correlativa de la base hacia los estratos superiores de la planta.

IV .RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los cuadros 4.1 y 4.2 que se muestran a continuación resumen el trabajo realizado. En el cuadro 4.1 se presenta las significancias de cuadros medios de 11 variables evaluados en 60 genotipos bajo condiciones de riego deficitario, en donde con excepción (AR) acame de raíz, (AsMz) aspecto de mazorcas los cuales no fueron significativos, el resto de las variables los cuales fueron significativos y altamente significativos.

Los tratamientos (Genotipos) fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.01$ y $p < 0.05$) para todas las variables, lo que significa que los genotipos son diferentes. Las diferencias observadas se explican en función de la diversidad de los genotipos evaluados y debido a la presión por la falta de agua.

En cuanto al coeficiente de variación para caracteres de tipo cuantitativo (FM, FF, AP, AsMz y REN) se encuentran en los rangos aceptables, en contraste con el resto que son de naturaleza cualitativa, arrojaron valores altos debido a que no se aplicó la transformación correspondiente.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios de 60 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío, evaluados en condiciones de riego deficitario en la UAAAN-UL, 2010.

F.V GL	Rep 2	Bloc(Rep) 15	Trat 59	Error 103	C.V.%	Media
FM(días)	7.62**	2.85*	108.49**	1.41	1.84	64.4
FF(días)	10.31**	7.24**	163.44**	1.97	2.06	68.2
AP(cm)	480.06**	297.39**	1756.96**	98.42	4.13	240.0
AMz(cm)	341.81*	287.66**	2190.59**	92.08	5.98	160.5
AR (%)	1.22	9.44*	16.08**	4.88	40.49	5.5
AT (%)	29.71**	16.53**	9.64**	4.48	49.53	4.3
COB(1-5)	55.57**	82.25**	8.57**	11.23	23.05	14.5
MzP(%)	14.03*	3.01	2.96	2.97	72.11	2.4
AsMz(1-5)	2.02	2.92	5.86**	1.75	46.97	2.8
TEX (1-5)	7.7**	1.87	1.94*	1.31	38.55	2.9
REN(x10⁵)	0.81*	0.37	73.7**	0.21	4.33	3367.3

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AMz= Altura de Mazorca, AR= Acame de Raíz, AT=

Acame de Tallo, COB= Cobertura, MzP= % de Mazorcas Podridas, AsMz= Aspecto de Mazorca, TEX= Textura, REN= Rendimiento.

4.2.1. Floración masculina y femenina

En el cuadro 4.2 se puede observar los 15 mejores tratamientos de maíz para las variables de floración masculina y femenina los genotipos que presentaron un periodo de floración masculina fue de 56.6 a 90.3 días, en donde el genotipo T04 (URUG-1061) fue el más precoz a comparación con T02 (MORE-81); en tanto la femenina oscila de 58.6 a 97 días, en donde T11 (11- DTPW C9) con mayor precocidad a comparación de T02 (MORE-81) que se repite con menor precocidad. En maíz, cuando el estrés híbrido por sequía ocurre inmediatamente antes y durante el periodo de floración, un retardo en la floración femenina es observado resultando en un aumento en la longitud del intervalo entre floración femenina como masculina (Hall et al., 1982; Westgate y Bassetti, 1990; Bolaños y Edmeades 1993)

La longitud de intervalo entre la aparición de estigmas y antesis se incrementa cuando la sequía coincide con la época de floración del maíz (Bolaños y Edmeades, 1990).

Dentro de las 15 mejores, se observa que el periodo de floración masculina como la femenina no existe significancia entre la media general (MG) y la media de los seleccionados (MS). Se observa que el T04 es la más precoz y de mayor rendimiento y la tardía el T02 respectivamente.

4.2.2. Altura de planta y mazorca

Para la variable altura de planta (AP) de acuerdo con el análisis estadístico el genotipo T13 (ARZM-16026) de menor altura de planta con una mínima de 198.3 cm, y la de mayor altura fue el T02 (MORE-81) con una altura máxima de 316.3 cm. En tanto el genotipo de menor de altura de mazorca fue el T13 (ARZM-16026), con una mínima de 115 cm de altura, en el cual T02 (MORE-81) fue una máxima de 239.3 cm.

En los 15 mejores genotipos, se observaron diferencias significativas en cuanto a la altura de planta (AP) y de cierto modo también la de mazorca (AM) entre la media general (MG) y la media de los seleccionados (MS).

4.2.3. Acame de raíz y tallo

El promedio de acame de raíz (AR) y tallo (AT) por Poehlman (1979) se define como la caída o quiebra de las plantas antes de la cosecha, estimando una pérdida de producción que oscilan entre los 5 y 25 por ciento, esto se hace más difícil al momento de cosechar mecánicamente, esto ocasiona que sufran una pérdida aproximadamente 5 y 25 por ciento en cuanto al total de la cosecha, en cuanto a mayor porcentaje de acame se presente. Existen dos tipos de acame que son definidas, primeramente como acame de raíz esto ocurre cuando se presenta que el tallo es expuesto a caerse a treinta grados desde la vertical de este mismo y el acame de tallo ocurre cuando se quiebra por debajo de la mazorca de la misma planta (Poehlman y Sleper, 1995).

Zuber y Kang, (1978), en el maíz dulce el acame de raíz causa pérdidas considerables en la producción debido a la caída de las plantas sin llegar al llenado completo de los granos con un porcentaje muy bajo de cálida.

Twumasi y hunter (1982) clasificaron los métodos para las evaluaciones de acame de tallo en el maíz en: visuales, mecánicos, químicos e inducidos. Estos métodos evalúan la calidad de las raíces o acame de raíz.

El método visual está basado en el número de plantas erectas observadas al momento de la cosecha. Usualmente es expresada en una escala 1(plantas completamente caídas) hasta 5(plantas completamente erectas) o en porcentajes de plantas erectas con relación al número total de plantas en la parcela.

En acame de raíz sobresalieron en cuanto a menor porcentaje, tales genotipos se presentan como T56 (V032=ZEWBc1F2/99SADVEA-F2) Y T54 (OPV-Drought Axel W/Azul-#), con un valor de 1.39 %, el genotipo que sobresalió en mayor acame de raíz T02 (MORE 81) y T50 (BRAZ 2159) con 10.02 % esto fue a causa de que obtuvo mayor altura en tallo eso aumento el porcentaje de acame; con respecto al acame de tallo el que sobresalió con menor acame fueron el genotipo que a continuación se presentan T60 (TUXPEÑO SEQ. C8 F2) y T39 (TUXP 1), con un valor mínimo de 0.71 %, el porcentaje que sobre paso en acame de tallo se presenta a continuación T26 (GUATEM GP6-1A) con un valor de 9.143 %. En cuanto a acame de raíz comparativamente la media general fue estadísticamente fueron diferentes, en la media de los seleccionados se obtuvo una mínima diferencia en decimas como representa en el cuadro 4.2.

4.2.4. Cobertura de mazorca

La comparación de esta variable es muy importante para la producción en grano por que el valor de daño tanto como en insectos como enfermedades como pájaros. Esto tiene un efecto negativo en la producción en grano. Esta variable se califico en una escala del 1-5, en donde 1 se toma como referencia que está en una optima cobertura excelente y 5 que está en una cobertura deficiente o mala. Se observa en el Cuadro 4.2, que la media general de cobertura de los 60 genotipos fue de 1.03, con un máximo de 2 y un mínimo de 1 respectivamente; Todos presentaron una buena cobertura en excepción T58 (ZM523A-#), T28 (BRAZ-2282) con un valor de 1.33 y la otra que presento una mala cobertura fue el T18 (OPV-DTPY/LINTROP) con una valor de 2.0.

En los 15 seleccionados la media fue de 1.96, estadísticamente no hubo diferencia de la media general (MG), lo cual indica que la mayoría de los genotipos obtuvieron una buena cobertura.

4.2.5. Porcentaje de mazorcas podridas

La herencia de la resistencia a la producción de mazorca es poligéna, de acción génica aditiva y semidominante (Hooker 1978). De modo que los métodos de mejoramiento por retrocruza y selección recurrente recíproca. Puede ser eficaz en el mejoramiento de esta característica (Betanzos 2001)

El porcentaje de mazorca podrida se observa el T13 (ARZM 16 026) con un porcentaje de 5.87 y un 0.71 el, T18, (OPV-DTPY/LINTROP) estadísticamente igual a otros 7 genotipos. En promedio los 60 genotipos registraron 2.39 % y en los 15 mejores genotipos, se observó un 3.10 % estadísticamente iguales, el amplio rango en la susceptibilidad en esta variable es un indicativo de la variación existente entre los materiales evaluados. Por lo que es conveniente que los genotipos tengan buena protección por el totomoxtle (Ireta 1988; Rueda 1999). En el CIMMYT después de 16 ciclos para la selección recurrente de medios hermanos, han logrado avances muy importantes en el mejoramiento de la resistencia a la pudrición de mazorca causada por *Fusarium moniliforme*. Así como el incremento en el rendimiento de poblaciones tropicales (De León y Pandey, 1989).

4.2.6. Textura

Esto se calificó después de la cosecha, para poder considerar el tipo de grano, esto se calificó al tipo tales como el cristalino y/o dentado de la mazorca, esto se refiere que el endospermo del maíz dentado tiene más almidón blando que los tipos duros y el almidón duro está limitado solo a los lados del grano. Cuando el grano se comienza a secar, el almidón blando en la parte superior del grano se contrae y produce una pequeña depresión. Esto da la apariencia de un diente y de aquí su nombre. Los maíces de granos dentados tienen una mayor profundidad de inserción en el olote y tienden a tener a ser más difíciles de trillar que los maíces duros (CIMMYT, 1988, 1994), esto se calificándose en una escala de 1, 2.5 y 5, donde el 1.0 era cristalino, el 2.5 es cuando presentaba el 50% de cristalino y el 50% de dentado y el 5 cuando era dentado.

En promedio, los genotipos presentaron una textura de 2.82, lo cual indica que presentaba un 50% cristalino y 50 % dentado, en promedio de los 15 mejores seleccionados fue más evidente, el promedio fue de (3.8). En donde (T10, T11, T18 y T52) presentaron una textura de tipo cristalino, y en donde (T54 y T53) presentaron el 50% de cristalino y 50% dentado esto significa que estaban en equilibrio, nueve de los 15 mejores genotipos presentaron una textura de tipo dentado. Esto coincide con (CIMMYT, 1998) en donde afirma el tipo dentado es preferido por los agricultores, ya que este tipo de maíz es cultivado comúnmente para grano y ensilaje. En los trópicos, el maíz dentado se cultiva el 19 millones de hectáreas y el dentado en amarillo en 9.7 millones de hectáreas.

4.2.7. Aspecto de mazorca

Esta variable se calificó considerando el daño por enfermedad e insectos, tamaño de mazorca, llenado del grano y uniformidad, en una escala de 1 a 5, donde uno (1) es óptimo y cinco (5) es muy deficiente.

Los genotipos evaluados presentaron un amplio rango para esta variable, pues oscilo de 1.3 a 5, lo cual indica y permite inferir que existen mazorcas con buen aspecto y muy deficientes. En general el promedio del aspecto de mazorca (ASMZ) fue de 2.9 y, entre los 15 mejores el ASMZ mejoró con un valor medio de 3.1. Dentro de los 15 mejores genotipos, 10 presentaron valores menores de “3” y, dentro de estos, solo T54 (OPV-Drought Axel W/Azul-#) presento una calificación optima (1).

4.2.8. Rendimiento de grano (kg/ha)

El rendimiento de grano también presento una variación importante, pues el mayor potencial se observó en el T53 con 7027 kg/ha, en contraste el T02 ya que solo produjo 454 kg/ha. En promedio general los 60 genotipos produjeron 3366.0 kg/ha, en comparación con los 15 mejores donde el rendimiento medio de grano fue de 5262.3 kg/ha. El genotipo T53 como variedad de polinización libre (OPV) (OPV-Drought Axel WxY-#) con 7027 kg/ha, fue estadísticamente igual al resto de los 14 genotipos seleccionados donde T11 (DTPW C9), T52 (OPV-Drought Axel W-#) T42 (LPS C7), sobresalen también por su

rendimiento. Así mismo se advierte que T53 además fue de ciclo precoz, de baja altura, tolerante al acame de raíz y de tallo, con buena cobertura, con menor porcentaje en pudrición de la mazorca, buen aspecto de mazorca y de textura tipo cristalino.

Cuadro 4.2. Medias de los 15 mejores tratamientos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados en condiciones de riego deficitario en la UAAAN-UL, 2010.

TRAT	FM	FF	AP	AMZ	AR	AT	COB	MZP	TEX	ASMZ	REN
53	60.67	63.67	246	166	3.49	5.89	1	1.53	2.83	3	7027
11	58	58.67	206	110.33	1.8	2.93	1	2.80	2	2.33	6535.3
52	64.33	62.67	224	136.67	2.62	1.80	1	2.25	1.67	1.67	6517
42	63.67	63.33	247.33	157.33	1.76	3.14	1	1.24	4.17	2	6271
58	62	63	241	140	2.19	3.42	1.33	3.13	3.33	2.67	6173.7
59	58.67	59.67	228.67	144.33	3.04	3.6	1	2.1	3.33	2	6006.7
41	65	68.33	280	202	3.67	5.28	1	2.79	5	3.33	6006.7
45	66	67.67	256.67	183.67	4.10	2.63	1	3.16	5	2.67	5477.7
31	66	68.67	246	151.67	6.13	5.28	1	1.66	3.33	2.33	4986.5
15	64.67	67.67	288.67	199.33	6.18	4.22	1	3.26	3.67	3	4873.5
23	62	65.67	236	153	6.10	5.66	1	3.00	3.67	3	4850.7
18	61.67	62	225	122	3.16	3.39	2	0.71	1.5	1.33	4788.5
9	58.67	59.33	207	125	1.64	3.88	1	2.31	3.33	1.67	4760
4	56.67	64.33	221.33	133.67	3.42	6.34	1	3.69	1	3	4760
54	61.67	65	249.67	150.67	1.39	3.82	1	1.22	2.5	1	4646.5
MG	64.39	68.15	240.02	160.47	5.46	4.27	1.03	2.39	2.82	2.98	3366.01
MS	59.00	60.96	227.36	144.31	4.20	4.76	1.96	3.10	3.8	3.16	5262.32
MIN	56.67	58.67	198.33	115	1.39	0.71	1	0.71	1	1.33	454
MAX	90.33	97	316.33	239.33	10.02	9.14	2	5.87	5	5	9067
DMS	1.92	2.27	16.06	15.53	3.58	3.42	0.2	2.79	2.14	1.85	3515

DMS= Diferencia Mínima Significativa al 0.05 de probabilidad. FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AMZ= Altura de Mazorca, AR= Acame de Raíz, AT= Acame de Tallo, COB= Cobertura, MZP= % de Mazorcas Podridas, TEX= Textura, ASMZ= Aspecto de Mazorca, Kg/Ha= Rendimiento de grano en kilogramos por hectárea.

V. CONCLUSIONES

- ❖ Los genotipos evaluados bajo riego deficitario, fueron diferentes estadísticamente para todas las variables evaluadas.
- ❖ El tratamiento T53 (OPV-Drought Axel WxY-#), fue el de mayor rendimiento con 7,027 Kg/ha y estadísticamente a 14 genotipos mas.
- ❖ Agronómicamente, los 15 genotipos selectos, fueron más precoces, de menor altura, con menor acame de raíz, buena cobertura de mazorca y rendimiento de grano.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la UAAAN-UL, ubicada en periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe, Torreón Coahuila, México. El experimento se estableció durante el ciclo primavera del año 2010. Con el propósito evaluar y seleccionar a los genotipos de mayor adaptación con base al potencial de rendimiento y características agronómicas en riego deficitario. Se utilizaron 60 genotipos de maíz subtropical del ciclo tardío provenientes del Centro Internacional Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) dentro del programa global de maíz. Se utilizó el diseño de tratamientos en alfa latice con 30 bloques y 5 tratamientos por bloque, en 3 repeticiones. La parcela experimental fue de 2.5 m de largo y 0.75 m entre surco, y la distancia entre planta y planta de 0.25 m. Las variables evaluadas fueron: (FM) Floración Masculina, (FF) Floración Femenina, (AP) Altura de Planta, (AMZ) Altura de Mazorca, (AR) Acame de Raíz, (AT) Acame de Tallo, (COB) Cobertura, (MzP) % de Mazorcas Podridas, (TEX) Textura, (AsMz) Aspecto de Mazorca, y Rendimiento de grano en kilogramos por hectárea. Las variables agronómicas se analizaron con el paquete SAS (SAS Institute, Inc.; SAS.B. 2009). Los genotipos fueron diferentes para todas las variables evaluadas. El tratamiento T53 (OPV-Drought Axel WxY-#), fue el de mayor rendimiento con 7,027 Kg/ha y estadísticamente a 14 genotipos mas. Agronómicamente, los 15 genotipos selectos, fueron más precoces, de menor altura, con menor acame de raíz, buena cobertura de mazorca y rendimiento de grano.

Palabras claves: Selección, genotipos, Zea Mays, evaluación, riego deficitario, cobertura de mazorca, rendimiento de mazorca.

VII. LITERATURA CITADA

- Andow, D., Lamkey, Daniel H, 2004. Nafziger E, Gepts P and Stayer A. Growing concern protecting the food supply in an of pharmaceutical and industrial crops. Unión of Concern Scientists.USA
- Betanzos, M. E. 2001. Variedades de maíz resistentes, una opción para producir de mazorca en Chiapas, México, *Agricultura Técnica en México* 27(1):57-67.
- Bolaños, J., Edmeades, G.O. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield, biomass, and radiation utilization. *Field Crops Research*, Amsterdam. v.31, p.233-252.
- Cheikh, N., Jones, R.J 2001. Disruption of maize kernel growth and development by heat stress. Role of cytokine/abscisic acid balance. *Plant Physiol* 106:45.
- CIMMYT. 1993/94 *world maize facts and trends*. Mexico, DF, CIMMYT.
- CIMMYT. 1988. *Maize production regions in developing countries*. Maize Program, CIMMYT. Mexico, DF.
- Crafts-Brandner, S., J. And Salvucci, M, E. 2002. Sensitivity of the C4 plant maize to heat stress. *Plant Physiol*. 129:1773-1780.
- Crafts-Brandner, S. J., Salvucci, M. E. 2002. Sensitivity of photosynthesis in a C4 plant, maize, to heat stress. *Plant Physiol*.129:1773.
- De León, C., Pandey, S. 1989. Improvement of resistance to ear and stalk rots and agronomic traits in tropical maize gene pools. *Crop Sci*. 29: 12-17.
- Dowswell, CR., Paliwal. 1996. RL and Cantrell, RP .maize in the third world. Boulder, CO, USA, Westview Press.
- Edmeades, G. O., Bolaños, J. and Lafitte, H, R. 1992. Progress in breeding for drought tolerance in maize. *In* D. Wilkinson, ed. *Proc. 47th Ann. Corn and Sorghum Ind. Res.Conf.*, Chicago, Illinois, Dec. 1992, p. 93-111. Washington, DC, ASTA.

- FAO. 1979. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma. Departamento Económico y Social. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Documentos 33 Serie Riego y drenaje.
- Hall, A. J., Vilella, F. Trapani, N. Chiment, C. 1982. The effects of water stress and genotype on the dynamics of pollen-shedding and silking in maize. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.5, p349-363.
- Hooker. A. L. 1978. Genetic of disease resistance in maize. In: Walden. D. B. (end). *Maize breeding and genetics*. John Wiley and sons New York. U. S. A. p.319-332.
- Jiang, Y., B, Huang. 2000. Effects of drought or heat stress alone and in combination on Kentucky bluegrass. *Crop Sci.* 40:1358-1362.
- Listman, G. M., and Estrada, F. P. 1992. Mexican prize for the giant maize of Jala: source of community pride and genetic resources conservation. *Diversity*, 8: 14-15. Longley, A.E. 1941. Chromosome morphology in maize and its relatives. *Bot. Rev.*, 7:263-289.
- NASS, 2006 National Agricultural Statistics Service. www.usda.nass.gov (21 de mayo del 2006).
- Norman, M. J. T., Pearson, C.J. and Searle, P.G.E. 1995. *The ecology of tropical food crops*. New York, NY, USA, Cambridge University Press. 430 pp.
- Poehlman, J. M. 1979. *Breeding field crops*. 2nd ed. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Poehlman, J. M., y D. A. Sleeper. 1995. *Breeding field crops*. 4th ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa.
- Reeves, R.G. and Mangelsdorf, P.C. 1942. A proposed taxonomic change in the tribe Maydeae. *Am. J. Bot.*, 29: 815-817.
- Savin, R. and M. E. Nicolas. 1999. Effects of timing of heat stress and drought on growth and quality of barley grains. *Aust. J. Agric. Res.* 50:357-364.

- Secretaria de agricultura desarrollo rural pesca y alimentación (SAGARPA) (2005)
Producción de maíz en la comarca lagunera. Delegación en la Comarca Lagunera.
Lerdo, Durango, México. (1 octubre del 2005).
- Secretaria de agricultura desarrollo rural pesca y alimentación (SAGARPA) (2011)
producción de maíz a nivel mundial. (2 de octubre del 2011).
- SIAP, (2007) Servicios de Información Agropecuaria y Pesquera, www, siap. gob. Mx.
- SIERRA. M. 2002. Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de
maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Doctorado en Ciencias. Tecomán, Colima, México.
P.177.
- Twumasi- Afriyie, S. y R. B. Hunter.1982. Evaluation of quantitative methods for
determining stalk quality in short-season. Canadian Journal of Plant Science.
- Vera, P. P. V., P. Q. Craufurd., V. G. Kalkani, T. R. Wheeler and K. J. Bootee. 2001.
Influence of high temperature during pre- and post-an thesis stages of floral
development on fruit-set and pollen germination in peanut. Aust. J. Plant Physiol.
28:233-240.
- Zuber, M. S. y M. S. Kang. 1978. Corn lodging slowedby sturdier stalks. Crop Soils 30:13-
15.

VIII. APENDICE

Ilustración 3. Cuadro 1A. Medias de 60 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados bajo riego deficitario en la UAAAN-UL, 2010.

TRAT	FM	FF	AP	AMZ	AR	AT	COB	NP	NMZ	MZP	TEX	ASMZ	REN
53	60.667	63.667	246	166	3.49	5.893	1	15.667	16.667	1.53	2.833	3	7027
11	58	58.667	206	110.33	1.8	2.927	1	20.333	23.667	2.803	2	2.3333	6535.3
52	64.333	62.667	224	136.67	2.62	1.803	1	17.333	18	2.247	1.667	1.6667	6517
42	63.667	63.333	247.33	157.33	1.757	3.14	1	20.333	24.333	1.237	4.167	2	6271
58	62	63	241	140	2.187	3.417	1.3333	18.333	19.333	3.13	3.333	2.6667	6173.7
59	58.667	59.667	228.67	144.33	3.043	3.6	1	20.667	21	2.1	3.333	2	6006.7
41	65	68.333	280	202	3.667	5.283	1	15.667	21	2.787	5	3.3333	6006.7
45	66	67.667	256.67	183.67	4.097	2.627	1	20.333	20.667	3.157	5	2.6667	5477.7
31	66	68.667	246	151.67	6.13	5.277	1	31	13.333	1.663	3.333	2.3333	4986.5
15	64.667	67.667	288.67	199.33	6.177	4.217	1	17	17	3.257	3.667	3	4873.5
23	62	65.667	236	153	6.103	5.66	1	19.333	20.333	2.997	3.667	3	4850.7
18	61.667	62	225	122	3.157	3.39	2	20	23.333	0.71	1.5	1.3333	4788.5
9	58.667	59.333	207	125	1.64	3.88	1	17.667	24.333	2.313	3.333	1.6667	4760
4	56.667	64.333	221.33	133.67	3.417	6.337	1	13.667	18.667	3.687	1	3	4760
54	61.667	65	249.67	150.67	1.393	3.823	1	18.667	20.333	1.223	2.5	1	4646.5
28	63.667	67	264.33	186.33	5.03	4.217	1.3333	16.333	16.333	2.497	2.833	3	4590
56	58	61.333	237.33	133	1.27	5.34	1	14.667	18	3.21	1.5	3	4590
55	58	61.333	242.33	141.33	2.313	2.187	1	18	20.333	1.317	5	2.3333	4250
6	58	60.667	218	146	5.567	6.383	1	17	17	3.783	1	3.6667	4193.5
25	58.333	62	229.33	155	5.62	4.893	1	13.667	16	3.127	5	3.3333	4041.9
7	58	59	239.33	158.33	2.54	6.823	1	16.667	16.667	1.293	5	2.6667	4023.5
1	58.667	64.667	243	156	5.323	4.92	1	18.667	19	3.497	1	2.3333	3966.5
19	67.667	73	213.33	138.33	7.523	2.313	1	14.333	15	1.95	2.833	3.3333	3910
22	64	68.333	221	155.33	5.547	5.087	1	14.333	15.667	0.71	2.333	1.6667	3910
26	63.667	67.667	261	171.33	5.563	9.143	1	13.333	16	0.71	1	2	3740
20	62	66	240.33	149.33	6.707	4.633	1	17	17	0.71	3.667	2	3570
57	58	60.333	205.33	126.33	4.143	2.59	1	15.667	16.667	2.59	2	2.6667	3438
34	63	67.667	245.67	163	7.287	5.533	1	13.667	13.667	2.413	1	2.6667	3400
17	62.333	67	206	134	7.39	2.947	1	12.333	12.333	2.093	5	3.3333	3309.5
48	67.667	72.333	237.67	164.67	7.71	5.363	1	12	10.333	1.913	1	2.6667	3173.5
40	67	72.667	230	165	4.86	6.757	1	11	11	3.08	3.333	3	3173.5
5	67	70	290.67	202.67	4.253	2.913	1	15.333	15.333	3.37	4.167	4.3333	3149
43	64.333	67.667	201.67	148	8.543	7.36	1	9.333	9.333	4.26	2.333	4.3333	3103.5
60	66	67.667	219.33	134.67	4.053	0.71	1	13.667	15	2.21	5	2.3333	2986.5
16	65	68	236	169	6.073	4.76	1	13	13	2.01	1	3.3333	2890
12	58.667	60	230	145.33	7.527	5.82	1	10.667	10.667	2.84	1	2.3333	2863
8	53	57.33	211.33	127.67	3.663	5.007	1	16	13	3.667	2.333	2.6667	2720
47	67.667	70	242.33	178	8.617	3.273	1	14.667	14.667	2.023	0.66	2	2663.5

36	67	71	254	180	3.393	3.733	1	14.667	15	1.64	2.333	3.6667	2436.5
37	63	67	212.33	145	5.003	6.12	1	15.333	15.333	0.71	1.5	3.3333	2328
27	71.333	78.333	301.67	208	7.87	1.913	1	13	13	2.837	5	5	2267
30	66	68.667	238.67	151.33	6.287	6.28	1	11.333	11.333	1.34	2	3.6667	2266.5
51	72	79.667	286.33	216	9.147	1.463	1	12	12	2.157	5	4	2153.5
10	58	62.333	193.33	115.33	1.463	5.603	1	14	14	4.827	1.5	3.3333	2100
13	58	61	198.33	115	3.643	3.623	1	16	16.667	5.873	1	3.6667	2040
38	66	69	239.67	162.67	10.02	4.35	1	9.333	9.333	1.463	2.833	2.6667	1983
49	68.333	73.667	252.33	182.33	8.163	4.46	1	9	9	3.923	2.833	4.6667	1983
21	60	64.333	227.33	140	5.927	2.67	1	16.667	18	0.71	1.5	2	1840
46	69	73	250	180	7.913	2.6	1	13.667	14.333	3.967	2.833	4	1700
24	68.667	75.667	276.67	200.67	9.243	1.983	1	10.333	10.333	2.51	3.667	4	1700
35	67.667	72	225.67	147.67	8.493	6.56	1	7.667	7.667	2.413	2.5	3.6667	1643.5
32	67	70	250.67	179.67	8.767	3.8	1	10.333	10.333	3.697	1	4	1530
33	64.667	68.333	232.33	157.67	7.04	4.147	1	10	11.333	0.71	4.167	2	1437
3	84.667	95	272	209	2.413	1.853	1	2	2	1.853	3.333	2.3333	1360
39	67	69.333	242.67	159	6.073	0.71	1	13.667	13.667	2.537	4.167	3	1247
44	72	84.333	267.33	204.33	4.28	2.44	1	7	7	1.393	3.667	3.6667	1246.5
14	75.667	80	264.33	208.33	6.42	2.843	1	6.667	3.333	3.427	5	4.3333	1077
29	63.333	65.667	206.67	138.67	8.193	5.517	1	6.333	6.333	2.593	5	2.3333	1020
50	64.667	72.333	223.67	163.67	10.02	8.19	1	4.667	4.667	0.71	1	5	737
2	90.333	97	316.33	239.33	10.02	5.26	1	3.667	3.667	2.157	1	4.3333	528.7
MG	64.39452	68.15	240.02	160.467	5.4599	4.2727	1.0278	14.0778	14.5389	2.392683	2.8193	2.97778	3366.01
MS	59.00013	60.956	227.36	144.311	4.2025	4.7596	1.9556	18.8222	19.4444	3.101867	3.8	3.15555	5262.32
MIN	56.6667	58.667	198.33	115	1.393	0.71	1	3.667	3.333	0.71	1	1.3333	454
MAX	90.3333	97	316.33	239.333	10.02	9.143	2	31	24.333	5.873	5	5	9067
DMS	1.92	2.27	16.06	15.53	3.58	3.42	0.2	8.02	5.42	2.79	2.14	1.85	3515