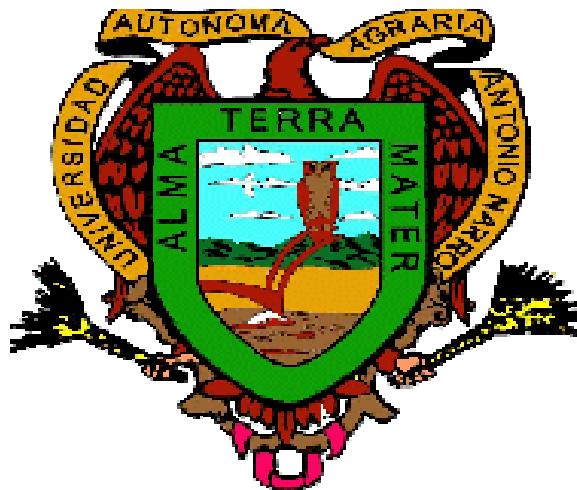


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**RESPUESTA DE SETENTA COLECCIONES DE MAÍZ (Zea mays L.)  
SUBTROPICAL CICLO PRECOZ EN DOS REGÍMENES DE RIEGO  
EN LA REGIÓN LAGUNERA**

**POR:**

**PATRICIO AMISAEI PÉREZ PÉREZ**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.**

**DICIEMBRE DE 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. PATRICIO AMISAEEL PÉREZ PÉREZ ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

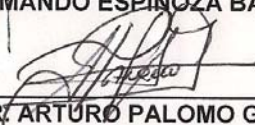
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:

  
DR. ARTURO PALOMO GIL

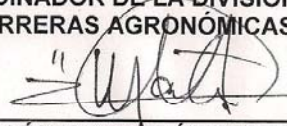
ASESOR:

  
DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR:

  
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

  
MC. VÍCTOR MÁRTINEZ CUETO



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAH., MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. PATRICIO AMISAEL PÉREZ PÉREZ ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

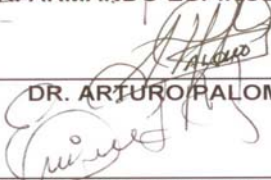
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ EXAMINADOR

PRESIDENTE:

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL:

  
DR. ARTURO PALOMO GIL

VOCAL:

  
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRIQUEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

  
MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAH., MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2010

## **AGRADECIMIENTOS**

Se me es grato expresar mis agradecimientos a Dios, a mis padres y a las instituciones.

A DIOS.

Por la vida, salud y por a verme iluminado en mi camino y darme fuerzas para terminar mi carrera.

Gracias.

A MIS PADRES.

Por a verme brindado sus gran apoyo cuando los necesite gracias.

A MI “ALMA TERRA MATER”

Por la gran oportunidad que me brindo para poder desarrollar mi carrera como un profesionista.

A MIS PROFESORES.

Por sus gran apoyo, conocimientos y enseñanzas que un día me brindaron.

Al Dr. José Luis Puente Manríquez, Por su gran apoyo para realizar mi servicio social.

A MIS ASESORES.

Al Dr. Armando Espinoza Banda, principalmente por haber brindado su confianza en mí para la realización de este trabajo; por el tiempo que me dedico y por las correcciones en la revisión del mismo para presentar mi examen final gracias.

Al Dr. Arturo Palomo Gil, por su amistad y apoyo para realizar este trabajo.

Al ING. Enrique L. Hernández Torres, por su gran colaboración y consejos para seguir adelante.

A la M.C. Oralia Antuna Grijalva, por su gran apoyo en la revisión de este trabajo.

**Muy especialmente a:**

**Al los Doctores Jill Cairns y José Luis Araus:**

Fisiólogos del Subprograma de Programa Global de Maíz del CIMMYT y

**Al Dr. Kevin Pixley,** Director Asociado del Programa Global de Maíz del CIMMYT.

Como enlace y responsables de la ejecución del proyecto: Programa Cooperativo para el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) del Banco Interamericano de Desarrollo FTG/RF-0822-RG, que lleva por título: “Proyecto para Mitigar el Efecto de Altas Temperaturas en la Productividad del Maíz”.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

Limbano Pérez Morales

Y

Carolina Pérez Sargento

Por el gran sacrificio que hicieron para que yo saliera adelante y terminara mis estudios, y lograr que llegara hasta donde estoy hoy, por todo su apoyo que me dieron durante la formación de mi carrera y por todo lo mejor de ellos que siempre estuvieron para apoyarme en los momentos difíciles cuando los necesitaba para salir adelante.

### **A MIS HERMANOS**

Nasaria, Tereso Ogler, Anita  
Gumersinda Evita y Yareni Nalleli

Por ser ellos con quienes he compartido los momentos más bonitos y felices de mi vida, y por haberme apoyado de alguna o otra manera durante el transcurso de mis estudios.

**Y**

A todos mis familiares, amigos y compañeros que un día me brindaron su gran apoyo para seguir adelante.

<b>INDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>PAGINA</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>VII</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>X</b>
<b>I. RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
2.3. Hipótesis .....	4
2.4. Metas .....	4
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
3.1. El maíz y su importancia .....	5
3.2. Maíz subtropical.....	6
3.3. Efectos de la sequía en el cultivo del maíz.....	7
3.4. Efectos de la sequía en el cultivo del maíz en la Comarca Lagunera .....	8
3.5. Efectos de temperatura.....	8
3.6. Riego deficitario .....	10
3.7. Acame de raíz y tallo.....	10
3.8 Senescencia .....	11
3.9. Tolerancia al calor y a la sequía .....	12
<b>IV. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>13</b>
4.1. Localización del área experimental.....	13
4.1.1. Ubicación geográfica .....	13

4.2. Material genético-----	14
4.3. Diseño experimental -----	16
4.4. Manejo agronómico -----	16
4.4.1. Preparación del terreno -----	16
4.4.2. Siembra -----	16
4.4.3. Aclareo de plantas-----	16
4.4.4. Fertilización -----	17
4.4.5. Riegos -----	17
4.4.6. Control de plagas -----	18
4.4.7. Control de malezas-----	18
4.4.8. Cosecha-----	18
4.5. Características evaluadas -----	18
4.5.1. Floración masculina (FM)-----	18
4.5.2. Floración femenina (FF) -----	19
4.5.3. Altura de planta (AP)-----	19
4.5.4. Altura de mazorca (AM)-----	19
4.5.5. Acame de raíz (AR) -----	19
4.5.6. Acame de tallo (AT)-----	19
4.5.7. Mala cobertura de mazorca (MCOB) -----	20
4.5.8. Número de mazorcas cosechadas (NMCo)-----	20
4.5.9. Mazorcas podridas (MPO) -----	20
4.5.10. Textura (TEX)-----	20
4.5.11. Aspecto de mazorca (AsM)-----	20
4.5.12. Rendimiento de grano (RG)-----	21
4.5.13. Temperatura (TEM) -----	21
4.5.14. Senescencia (SCE)-----	21
4.6. Análisis estadístico. -----	21



<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
5.1. Floración masculina (FM) y femenina (FF)-----	28
5.2. Altura de planta (AP) y mazorca (AM)-----	28
5.3. Acame de raíz (AR) y tallo (AT)-----	29
5.4. Mala cobertura de mazorca (MCOB)-----	29
5.5. Número de mazorcas cosechadas (NMCo)-----	30
5.6. Mazorcas podridas (MPO)-----	30
5.7. Textura (TEX)-----	31
5.8. Aspecto de mazorca (AsM)-----	31
5.9. Rendimiento de grano (RG)-----	32
5.10. Temperatura (TEM)-----	32
5.11. Senescencia (SCE)-----	33
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>36</b>
<b>VIII. APENDICE .....</b>	<b>40</b>

**INDICE DE CUADROS. ....PAGINAS**

Cuadro 3.1. Ambientes subtropicales y de altitud media con las áreas correspondientes a clases de madurez ara varios tipos de grano.....	7
Cuadro 4.1. Número de entrada (ne) y genealogía del material genético utilizado. ....	15
Cuadro 4.2. Fecha de riego, lamina de riego aplicada en la evaluación de 70 genotipos de maíz subtropical de ciclo precoz evaluados bajo dos condiciones de riego, evaluados en la uaaan-ul. 2009. ....	17
Cuadro 5.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de 14 características evaluadas bajo riego uaaan-ul 2009. ....	23
Cuadro 5.2. Cuadrados medios, coeficiente de variación (cv) y medias de 14 características evaluadas en 70 entradas bajo riego deficitario. uaaan-ul 2009. ...	24
Cuadro 5.3. Cuadrados medios de 14 variables y 70 genotipos evaluados en riego normal y deficitario, uaaan-ul, 2009.....	26
Cuadro 5.4. Efecto en las condiciones de riego en las variables evaluadas en 70 genotipos de maíz subtropical de ciclo precoz evaluados en la uaaan-ul, 2009. ...	27
Cuadro 5.5 Media de los 14 mejores tratamientos (t) de maíz subtropical de ciclo precoz evaluados en dos regímenes de riego en la uaaan-ul, 2009. ....	34
Cuadro A1. Medias de 70 genotipos de maíz subtropical de ciclo precoz evaluados bajo dos regímenes de riego en la uaaan-ul, 2009.....	41
Cuadro A2. Codificación en lenguaje sas* del diseño alfa látice.....	44
Figura 4.1.....	13

## I. RESUMEN

El trabajo se llevo a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna ubicada en periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe, Torreón Coahuila México, durante el ciclo verano del 2009. El objetivo fue caracterizar un grupo de colectas de origen subtropical en base a su adaptación, características agronómicas y potencial de rendimiento, y comparar el potencial de rendimiento en riego normal y deficitario en la Comarca Lagunera. Consistió de 70 genotipos de maíz subtropical de ciclo precoz proveniente del Centro Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT) dentro del programa de maíz. La parcela experimental fue de 5 m de largo, 0.75 m entre surcos, y una distancia de 0.25 m entre planta y planta. Las variables evaluadas fueron: (FM) Floración Masculina, (FF) Floración Femenina, (AP) Altura de Planta, (AM) Altura de Mazorca, (AR) Acame de Raíz, (AT) Acame de Tallo, (MCOB) Cobertura, (MPO) Mazorcas Podridas, (TEX) Textura, (AsM) Aspecto de Mazorca, (RG) Rendimiento de Grano, (TEM) Temperatura, (SCE) Senescencia. Los genotipos en riego deficitario fueron de ciclo más tardío, y presentaron menor AP, AM, AT, NMC, AsM, RG y un menor índice de SCE, en contraste con el riego óptimo que presentaron menor AR, con buena cobertura, menos MPO, y con un menor índice de TEM. El genotipo T10 (GUAT 1008) fue el de mayor rendimiento de grano con 7074 Kg/ha.

**Palabras claves:** Rendimiento de Grano, senescencia, mazorcas podridas.

## II. INTRODUCCIÓN

Las regiones subtropicales geográficamente se ubican al norte y sur del ecuador entre los 20° y 35° de latitud norte y sur. La clasificación climática de Köppen, los climas subtropicales son templados (de la región C) con una temperatura media superior a los 22 °C en el mes más cálido del año. En las zonas subtropicales donde están las zonas templadas, predominan las altas presiones (los anticiclones) y se encuentran los desiertos más secos del planeta. Los maíces subtropicales crecen entre las latitudes de 30° y 34° de ambos hemisferios. También se distinguen climas subtropicales de humedad constante como el mediterráneo típico, con veranos muy secos que determinan las características específicas de su flora.

La mayor parte del germoplasma de maíz subtropical precoz es cultivado en ambientes de altitud media y, de ese modo ligado al ambiente subtropical. En consecuencia, los genotipos de maíz se clasifican en: a) tropicales de tierras bajas; b) subtropicales de tierras bajas y de media altitud, y c) tropicales de tierras altas. Se estima que se cultivan 17 millones de hectáreas en los ambientes subtropicales y de media altitud. Dowswell, Paliwal y Cantrell (1996) han descrito en detalle estos principales ambientes del crecimiento indicando las temperaturas media, mínima, máxima y promedio de las estaciones de crecimiento del maíz.

El CIMMYT (1994) ha incluido que 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 precipitación pluvial. Hay solo una pequeña área de maíz bajo riego, la mayor parte de la cual se encuentra en ambientes subtropicales. Los ambientes de maíz de secano sufren a causa de la disponibilidad errática de la humedad durante el período de crecimiento. La sequía, los suelos ácidos y la baja disponibilidad de nitrógeno son causa de los mayores estreses en los ambientes del maíz subtropicales y de media altitud.

En ocasiones las regiones subtropicales en el ciclo del cultivo del maíz está limitado por condiciones ambientales desfavorables, como son la escasa o errática precipitación y la presencia de heladas, tardías en primavera o tempranas en otoño por un lado, y por el otro, por la existencia de sistemas de producción intensivos que requieren de maíces altamente productivos de ciclo vegetativo corto para facilitar la rotación de cultivos.

En algunas regiones el problema de la escasez de lluvia y la distribución errática de la misma se resuelve parcialmente con riego; sin embargo, el riego en cultivos como el maíz cada día estará más limitado debido a presiones ambientales y a factores físicos y económicos que consecuentemente impactarán su producción. Por tal motivo, los mejoradores tienen el reto de desarrollar genotipos con ciclos de cultivos específicos y limitantes de manejo agronómico, adaptables a las regiones descritas. No obstante la gran necesidad de genotipos de maíz precoces, existe una asociación positiva entre la duración del cultivo y el potencial de rendimiento, por lo que el uso de genotipos precoces da como resultado una pérdida en el potencial de rendimiento (Blum, 1988).

El maíz está entre los tres cereales más extensamente cultivado en el mundo como alimento del mundo y animales, México es su centro de origen y los maíces criollos son las especies domésticas que han sido seleccionadas muchas variedades genéticamente distintas, adaptadas a condiciones locales especificadas de altitud, precipitación, calidad de suelos resistente a plagas, entre otras características, generando razas locales o criollas.

En la Comarca Lagunera el maíz es un cultivo usado principalmente a la alimentación animal (maíces amarillos); para la alimentación humana se destina menos de 10% de la producción total mundial (blancos).

## **2.1. Objetivo general**

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar un grupo de colectas de origen subtropical en base a su adaptación, características agronómicas y potencial de rendimiento, en la Comarca Lagunera.

## **2.2. Objetivos específicos**

2.2.1.- Determinar la capacidad de rendimiento de grano de 70 diferentes colectas de maíz.

2.2.2.- Evaluar la adaptación de las colectas en dos sistemas de riego.

2.2.3.- Caracterizar agronómicamente las colectas.

## **2.3. Hipótesis**

**H10:** Los genotipos se comportan de manera diferente en cuanto a su adaptación.

**H1a:** Los genotipos se comportan igual en adaptación.

**H20:** Los genotipos tienen diferente rendimiento en riego óptimo y deficitario.

**H2a:** Los genotipos tienen igual rendimiento en riego óptimo y deficitario.

## **2.4. Metas**

Seleccionar al menos el 20% de las colectas en base a la mejor adaptación, características agronómicas y rendimiento.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. El maíz y su importancia

El maíz es una de las especies cultivadas más productivas. Es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética. Considerada individualmente, su tasa de multiplicación es de 1:600-1000 (Aldritch, *et al.*, 1975). El maíz tiene el más alto potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal a ser sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como se pone en evidencia en la bien documentada historia del maíz híbrido en los Estados Unidos de América y posteriormente en Europa.

El maíz es clasificado en dos tipos distintos dependiendo de la latitud y del ambiente en el que se cultiva. El maíz cultivado en los ambientes más cálidos, entre la línea ecuatorial y los 30° de latitud sur y los 30° de latitud norte es conocido como maíz tropical, mientras que aquel que se cultiva en climas más fríos, más allá de los 34° de latitud sur y norte es llamado maíz de zona templada; los maíces subtropicales crecen entre las latitudes de 30° y 34° de ambos hemisferios. Esta es una descripción muy general ya que los maíces tropicales y templados no obedecen a límites regionales o latitudinales rígidos.

El maíz tropical a su vez, es clasificado en tres subclases, también basadas en el ambiente: de tierras bajas, de media altitud y de zonas altas. Esta clasificación de los tipos de maíz basada en el ambiente ha sido descrita en detalle por Dowswell, *et al.* (1996).

Globalmente, el maíz se cultiva en más de 140 millones de hectáreas (FAO, 1999) con una producción anual de más de 580 millones de toneladas métricas. El maíz tropical se cultiva en 66 países y es de importancia económica en 61 de ellos, cada uno de los cuales siembra más de 50 000 hectáreas con un total de cerca de 61.5 millones de hectáreas y una producción anual de 111 millones de toneladas métricas. El rendimiento medio del maíz en los trópicos es de 1 800

kg/ha comparado con una media mundial de mas de 4 000 kg/ha. El rendimiento medio del maíz en las zonas templadas es de 7 000 kg/ha (CIMMYT, 1994). El cultivo del maíz en zona templada tiene, sin embargo, un ciclo mayor que la mayoría de los maíces tropicales. Por lo tanto, el rendimiento del maíz tropical, cuando se lo compara con el del maíz de zona templada, no es tan bajo; aún así, la productividad del maíz en las zonas tropicales es menor que en las zonas templadas. Hay algunas excepciones donde la productividad del maíz tropical se compara favorablemente con el maíz en los ambientes templados, tal como el maíz cultivado en la época invernal en los trópicos.

El cultivo del maíz tiene importancia especial, dado que este cereal constituye la base de alimentación de los latinoamericanos. Su origen no se ha podido establecer con precisión. Sin embargo, se puede afirmar que el maíz ya se cultivaba en América Latina en la época precortesiana. Y que principalmente el maíz ocupa el tercer lugar en la producción mundial, después del trigo y el arroz. Se cultiva en una superficie total de 106 millones de hectáreas. Su rendimiento es de 215 millones de toneladas, lo que representa un promedio de 2 toneladas por hectárea (David, 1981).

### **3.2. Maíz subtropical**

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. Las regiones que están entre los 30° y 34° Norte y Sur son clasificadas como ambientes subtropicales. En estas regiones se cultiva un gran rango de genotipos, tropicales o subtropicales, los últimos derivados de la introgresión de germoplasma tropical y templado. Se estima que se cultivan 17 millones de hectáreas en los ambientes subtropicales y de media altitud. Dowswell, *et al.* (1996). Una clasificación similar del maíz que crece en los ambientes subtropicales y de altitud media se presenta en el Cuadro 3.1.



Cuadro 3.1. Ambientes subtropicales y de altitud media con las áreas correspondientes a clases de madurez ara varios tipos de grano.

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

### 3.3. Efectos de la sequía en el cultivo del maíz

El cultivo del maíz es particularmente sensible al estrés por sequía en el período de una semana antes y dos semanas después de la floración (Grant *et al.*, 1989). Sequía durante este período resultan en disminución del intervalo floración-fecundación (ASI por sus siglas en inglés) con un retraso en las salidas de estilos (Edmeades *et al.*, 2000) y el aborto de granos (Boyle *et al.*, 1991). El aborto de granos normalmente ocurre en las primeras 2 a 3 semanas después de la salida de estilos Westgate y Boyer, (1986); Schussler y Westgate, (1991). Esto se aumenta en gran medida por cualquier estrés que reduce las hojas que foto asimilan y el flujo de asimilados para desarrollar la mazorca lo que disminuye alarmantemente la formación y el crecimiento del grano Edmeades y Daynard, (1979); Tollenaar *et al.*, (1992). La reducción de la fotosíntesis puede deberse al decremento en la intercepción de la radiación asociada con una disminución del área foliar expuesta, debido al enrollamiento de la hoja (Bolaños *et al.*, 1993) y a la senescencia de las hojas (Wolfe *et al.*, 1988), y a una reducción en la fijación de C por unidad de área de la hoja debidas al cierre estomatal lo que disminuye la capacidad de carboxilación (Bruce *et al.*, 2002). Una de las bases para considerar la heredabilidad y su correlación con la producción es la esterilidad bajo sequía, es

ASI, la senescencia de la hoja y su enrollamiento, propuesto por Banziger *et al.*, en el año 2000 como características secundarias usada exitosamente para mejorar la producción bajo ambientes de sequía.

En México, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), ha desarrollado programas de mejoramiento para tolerancia a la sequía, los cuales involucran el estudio de respuestas fisiológicas, morfológicas, anatómicas y fenológicas. Estos trabajos se han enfocado en la disminución de los efectos de la sequía a la floración y durante el llenado del grano, donde las reducciones en rendimiento pueden llegar a ser de 6 a 2 t ha<sup>-1</sup> respectivamente (CIMMYT, 2004).

#### **3.4. Efectos de la sequía en el cultivo del maíz en la Comarca Lagunera**

Núñez *et al.* (2006) citan que retrasar el primer riego de auxilio, ocasiona pérdidas en la producción de materia seca por hectárea hasta en 40%, cuando se retrasa el segundo riego las perdidas son mayores al 25% y cuando se retrasan el tercer y cuarto auxilio pueden ser hasta de un 25%. Al utilizar riego por bombeo las pérdidas de agua en la red de distribución dependen del material del sistema, el gasto disponible y la distancia de conducción agravándose el problema por los altos costos. Por otra parte se requieren estudios para observar el comportamiento de los híbridos bajo las condiciones similares al reparto de agua de río por parte de los módulos de riego en la Región Lagunera, (Faz, 2007).

#### **3.5. Efectos de temperatura**

Las principales regiones de producción de maíz en las zonas tropicales se caracterizan como ambientes de tierras bajas, de media altitud y de tierras altas. Si bien esta clasificación se basa en la altitud, el factor abiótico que las distingue es la temperatura. El maíz de tierras altas se caracteriza por crecer y desarrollarse a temperaturas mas bajas que los cultivares adaptados a las tierras bajas o de

media altitud. La temperatura óptima para el desarrollo del maíz en las tierras bajas y de media altitud está entre 30° y 34°C, y se considera que para los maíces tropicales de tierras altas está alrededor de 21°C (Ellis *et al.*, 1992). Los cultivares de tierras altas demoran en llegar a la floración casi el mismo tiempo que los cultivares de las tierras bajas en un ambiente cálido, pero florecen cerca de cuatro semanas antes en los ambientes fríos de las tierras altas. Las respuestas térmicas de los maíces de media altitud parecen ser similares a los de los cultivares de tierras bajas; esos tipos de maíz difieren sobre todo en sus reacciones a algunas enfermedades. Las temperaturas fuera del rango de la adaptación del cultivar pueden tener efectos negativos sobre la fotosíntesis, la traslocación, la fertilidad de las florecillas, el éxito de la polinización y otros aspectos del metabolismo.

Las altas temperaturas que encuentran los maíces tropicales en el campo también pueden tener efecto sobre las raíces; las temperaturas de más de 45°C en la zona de las raíces en los primeros 10 cm de suelo no son raras al inicio de la estación en zonas semiáridas. Esto puede afectar la producción de hormonas - especialmente ácido abscísico y citoquininas lo cual puede a su vez restringir el desarrollo de los cloroplastos y reducir la actividad fotosintética en los vástagos (Paulsen, 1994).

Las altas temperaturas tienen un efecto directo sobre la polinización del maíz ya que la viabilidad del polen se reduce en forma importante por encima de temperaturas de 35°C (Westgate, 1994). Dado que el derrame del polen ocurre en las primeras horas del día, las temperaturas a esa hora difícilmente llegan a un nivel que pueda causar daño; sin embargo, si las altas temperaturas están asociadas a una baja humedad matinal, la viabilidad del polen se puede reducir de tal manera que la formación del grano puede ser afectada. En el caso en que el abastecimiento de polen viable descienda por debajo del 80%, la polinización puede ser una limitante del rendimiento. En contraste con los efectos de las altas temperaturas sobre el polen, las flores del maíz forman granos viables después de un pre tratamiento a 40°C.

### **3.6. Riego deficitario**

La escasez generalizada de agua para la agricultura ha generado una fuerte necesidad de crear estrategias orientadas a mejorar la eficiencia de su uso. Un primer paso fue el desarrollo del riego localizado, que permitió aumentar la eficiencia de aplicación del agua hasta un valor cercano al 90% (Rázuri, 1986). Ante esta situación se han desarrollado técnicas de manejo del riego en cultivos, como es el denominado Riego Deficitario Controlado (RDC) para situaciones de disponibilidad limitada de agua. Esta técnica consiste en regar a intervalos temporales con menos agua de la que se utiliza en una dosis considerada óptima, sin que se provoque daños al cultivo; es necesario por lo tanto obtener información confiable que permita calcular el nivel óptimo de riego para cada cultivo y cada una de las zonas donde se desea establecer un régimen de riego deficitario (FAO, 1979).

En fruticultura se ha estado investigando una nueva estrategia de manejo del agua, denominada riego deficitario controlado (RDC), técnica a través de la cual se busca disminuir los aportes hídricos en algunas fases del ciclo anual de la especie sin afectar la producción. La reducción de los aportes hídricos en determinadas etapas del ciclo de crecimiento ha permitido, en algunas especies, tales como duraznero, almendro, naranjo y limonero, llegar a una aproximación de los requerimientos de agua que disminuyen el desarrollo vegetativo, favoreciendo la fructificación y producción (Ruíz-Sánchez y Girona, 1995).

### **3.7. Acame de raíz y tallo**

El acame de raíces en maíz es definido por Poehlman (1979), como caída o quiebra de las plantas antes de la cosecha, estimándose las pérdidas de producción entre 5 y 25 %.

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

### **3.8 Senescencia**

La senescencia es el último estado en el desarrollo ontogénico de una hoja. Comúnmente definimos la senescencia como un proceso de dismantelamiento celular, que finaliza con la muerte de células, tejidos u órganos. El proceso de la senescencia foliar puede ser dividido en dos etapas: 1) un período inicial de redistribución de nutrientes que implica principalmente la degradación de los cloroplastos y la explotación del **N** y otros nutrientes liberados hacia otros órganos (semillas, tubérculos, etc.); y 2) un proceso final de muerte celular una vez que la redistribución de nutrientes ha sido completa. Aunque el término “senescencia” usualmente evoca la idea de irreversibilidad, el proceso de degradación de los cloroplastos y redistribución de nutrientes es reversible, y las hojas pueden “reverdecer” aún después que han perdido el 90% de la clorofila y proteínas (Zavaleta-Mancera *et al.*, 1999).

La senescencia foliar es un proceso de importancia económica. Por ejemplo, los procesos de senescencia acortan la vida post-cosecha de muchas hortalizas de hoja, y en especies forrajeras pueden reducir la cantidad y calidad nutricional del forraje. Pero el mayor interés por controlar la senescencia se centra en los cultivos de grano, donde es razonable pensar que un retraso de la senescencia, y por lo tanto la prolongación de la actividad asimilatoria del canopeo podría contribuir a aumentar el rendimiento de algunas especies. (Guiamet, 2009).

### **3.9. Tolerancia al calor y a la sequía**

Las temperaturas extremadamente altas, en particular cuando están acompañadas por humedad deficiente, pueden ser muy dañinas para el maíz. Las plantas parecen ser más susceptibles por altas temperaturas en la etapa de espigamiento. Una combinación de temperatura alta y humedad baja puede matar a las hojas y a la espiga y evitar la polinización (Robert, 1985).

La resistencia a la sequía es un fenómeno complejo. Las hojas de algunas líneas puras e híbridos son dañadas severamente por el calor y la sequía, mientras que otras que crecen al lado pueden permanecer verdes y sin daño aparente durante severos periodos de calor y sequía (Robert, 1985).

Los efectos perjudiciales de periodos cortos de calor y sequía frecuentemente pueden aliviarse mediante la siembra temprana o tardía de variedades desarrolladas especialmente, (Robert, 1985).

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Localización del área experimental

#### 4.1.1. Ubicación geográfica

La Comarca Lagunera se localiza geográficamente entre los 24° 30' y 27' de latitud norte y entre los 102° y 104° 40' de longitud oeste, a una altura de 1,120 msnm. Su clima se clasifica como muy seco; tiene una temperatura de 21° y una precipitación pluvial media anual de 200 mm respectivamente con invierno benigno. De acuerdo a la clasificación de climas del Dr. C. W. Thorhwaite (1982) la Comarca Lagunera en casi toda a su área cultivable (parte central), tiene clima muy seco con diferencia de lluvia en casi todas las estaciones. Las condiciones climáticas del sitio experimental se presentan en el Figura 4.1.

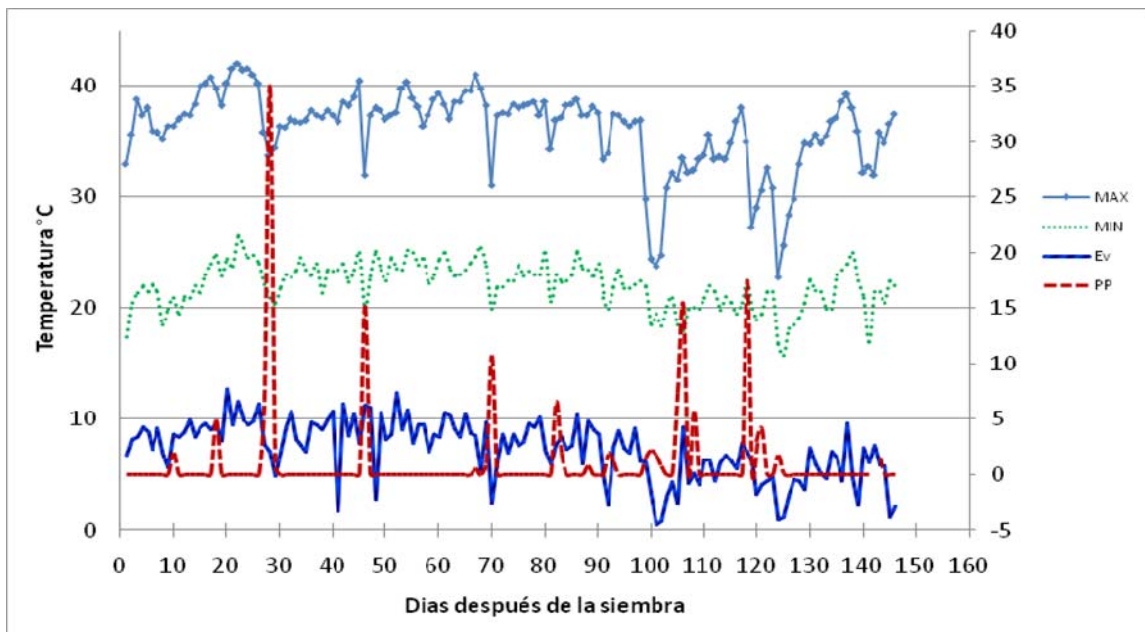


Figura 4.1. Datos tomados en la estación meteorológica de la UAAAN-UL 2009.

Este trabajo se realizó en el año 2009 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna (UAAAN-UL), en Torreón Coahuila, la cual se ubica geográficamente entre los 25° 33′ 314′ de latitud norte y entre los 103° 22′ 426′ de longitud oeste, a una altura de 1,120 msnm.

#### **4.2. Material genético**

Consistió de 70 genotipos de maíz de ciclo subtropical precoz proveniente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (**CIMMYT**), como parte del convenio entre la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y el Centro Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT) para realizar el Proyecto del Programa Cooperativo para el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) del Banco Interamericano de Desarrollo FTG/RF-0822-RG, que lleva por título: “Proyecto para Mitigar el Efecto de Altas Temperaturas en la Productividad del Maíz”. Cuadro 4.2.



Cuadro 4.1. Número de Entrada (NE) y genealogía del material genético utilizado.

NE	Genealogía	NE	Genealogía	NE	Genealogía	NE	Genealogía	NE	Genealogía
1	OAXA 797	15	MORE 122	29	URUG 1131	43	URUG 1014	57	ARZM 13081
2	OAXA 709	16	URUG 243	30	URUG 123 <sup>a</sup>	44	URUG 1092	58	URUG 228 <sup>a</sup>
3	OAXA 711	17	GUAT 1014	31	ARZM 17049	45	GUAT 1096	59	MORE 69
	[(G15xZAPCH Core)								
4	xG15]xZAPCHI Core	18	ARZM 14093	32	GUAN 256	46	ARZM 17 053	60	MORE 105
5	OAXA 435	19	OAXA 692	33	ARZM 13031	47	ARZM 19 006	61	URUG 1035
6	OAXA 699	20	GUAN 288	34	GUAT 1162	48	ARZM 12 206	62	ARZM 07 003
7	OAXA 798	21	URUG 288	35	ARZM 17 045	49	MORE 105	63	CELAYA TABLON
8	OAXA 712	22	GUAT 1155	36	URUG 558 <sup>a</sup>	50	URUG 157	64	OAXA 264
			Pool 16 x CML-419						
9	OAXA 718	23	(Best testcrosses)	37	ARZM 17 040	51	URUG 80	65	CELAYA TUXP
10	GUAT 1008	24	ARZAM 14100	38	GUAT 1168	52	MORE 95	66	ARZM 14 068
11	GUAT 1010	25	URUG 1159	39	URUG 146	53	ARZM 16068	67	URUG 1088
12	OAXA 170	26	URUG 390	40	MORE 124	54	URUG 1084	68	MORE 98
13	OAXA 708	27	URUG 289	41	URUG 212 <sup>a</sup>	55	URUG 1153	69	URUG 1015
	[(G16xZAPCH Core)								
14	xG16]xZAPCHI Core	28	URUG 174	42	URUG 199	56	URUG 1180A	70	G18 SEQ. C6 F2

### **4.3. Diseño experimental**

Se utilizó una distribución de tratamientos en alfalatices con 30 bloques y 5 tratamientos por bloque, en 3 repeticiones. La parcela experimental fue en surcos de 5 metros de largo, 0.75 metros entre surcos y, a una distancia de 0.25 metros entre planta y planta.

### **4.4. Manejo agronómico**

#### **4.4.1. Preparación del terreno**

Se realizó con el objetivo de preparar una buena cama de siembra y controlar malezas; un sistema que constó de barbecho, rastreo, nivelación del suelo, trazo de surcos, e instalación de sistemas de riego usando cintilla de calibre 6000 con emisores a 20 cm como modelo de irrigación.

#### **4.4.2. Siembra**

Se realizó en seco y en forma manual el 25 de mayo del 2009, en un sistema de siembra en surcos sencillos, depositando 2 semillas por golpe a una distancia de 0.25 m entre planta y planta.

#### **4.4.3. Aclareo de plantas**

Es tener un número adecuado de plantas dentro de un surco ya que es muy importante para el control de las enfermedades foliares y esto se llevó a cabo a los 25 días después de la siembra, dejándose una sola planta para una población aproximada de 53333 plantas por hectárea

#### 4.4.4. Fertilización

La formula de la fertilización fue de 180-100-00 aplicándose el 50% de nitrógeno y todo el fosforo, y posteriormente en el primer cultivo se aplico el resto del nitrógeno. La primera aplicación fue antes de la siembra el 23 de mayo y, la segunda aplicación se llevo a cabo a los 28 días después de la siembra.

#### 4.4.5. Riegos

Durante el ciclo, se utilizó un sistema de riego presurizado. Se aplico una lámina total de 24 y 20 cm para riego óptimo y para riego deficitario respectivamente, Cuadro 4.3.

Cuadro 4.2. Fecha de riego, lamina de riego aplicada en la evaluación de 70 genotipos de maíz subtropical de ciclo precoz evaluados bajo dos condiciones de riego, evaluados en la UAAAN-UL. 2009.

Riego Optimo						Riego Deficitario					
Día	Fecha m/d	Hr. R.	Ac.	Lam. Ap. Cm	Lam. Ac. Cm	Día	Fecha m/d	Hr. R.	Ac.	L. Ap. Cm	L. Ac. Cm
1	5/29	12	12	3.0	3.0	1	5/29	12	12	3.0	3.0
2	5/31	12	24	3.0	6.0	2	5/31	12	24	3.0	6.0
3	6/15	12	36	3.0	9.0	3	6/15	12	36	3.0	9.0
4	6/29	12	48	3.0	12.0	4	6/28	12	48	3.0	12.0
5	7/15	12	60	3.0	15.0	5	7/17	12	60	3.0	15.0
6	7/27	12	72	3.0	18.0	6	7/30	6	66	1.5	16.5
7	8/09	12	84	3.0	21.0	7	8/14	6	72	1.5	18.0
8	8/19	6	90	1.5	22.5	8	8/19	3	75	0.75	18.8
9	8/20	6	96	1.5	24.0	9	8/21	3	78	0.75	19.5
10						10	8/29	3	81	0.75	20.3

□ Hr. R.= Horas de riego, Ac.= acumulado, Lam. Ap.= Lamina aplicada, Lam. Ac. Lamina acumulada. El equipo esta equilibrado para aplicar una lamina de 1 cm/cada 4 hrs. de riego.

#### **4.4.6. Control de plagas**

Se realizo según la presencia y/o la infestación de plagas. Se presentó: gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) el cual se controló con CIPERMETRINA a una dosis de 0.50 L/ha mas CLORPIRIFOS ETIL 0.75L/ha; la segunda plaga fue araña roja (*Olygonychus spp*) y se aplico ABAMECTINA a una dosis de 9g/ha en 200L de agua en ambos casos.

#### **4.4.7. Control de malezas**

Se mantuvo siempre libre de malezas, ya que al momento de la siembra se aplico en pre-emergente *Primagram Gold* a razón de 4 L/ha. Además se dio un cultivo a los 31 días después de la siembra (dds), y posteriormente antes de floración utilizando el control manual.

#### **4.4.8. Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente a partir del día 24 y 25 de octubre del 2009, cosechándose el total de las mazorcas de la parcela. Posteriormente las mazorcas de cada parcela fueron depositadas al inicio de la misma para luego ser pesado y calificado.

### **4.5. Características evaluadas**

#### **4.5.1. Floración masculina (FM)**

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

#### **4.5.2. Floración femenina (FF)**

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

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

Fueron seleccionadas 5 plantas al azar tomando la altura en cm desde la base de la planta hasta el nudo donde inicia la panoja o espiga.

#### **4.5.4. Altura de mazorca (AM)**

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

#### **4.5.5. Acame de raíz (AR)**

Se realizo 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.

#### **4.5.6. Acame de tallo (AT)**

Se registro al igual que el acame de raíz al final del ciclo antes de la cosecha, registrándose con el número de plantas con tallos rotos debajo de la mazorca.

#### **4.5.7. Mala cobertura de mazorca (MCOB)**

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

#### **4.5.8. Número de mazorcas cosechadas (NMCo)**

Esta variable se realizo de acuerdo al conteo de número de mazorcas cosechadas y se llevo a cavo al momento de la cosecha.

#### **4.5.9. Mazorcas podridas (MPO)**

Se realizo al momento de la cosecha como el número de mazorcas que presentaban pudrición, la cual se expreso en porcentaje en relación al número total de mazorcas cosechadas.

#### **4.5.10. Textura (TEX)**

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

#### **4.5.11. Aspecto de mazorca (AsM)**

Al igual que la textura se califico después de la cosecha considerando el daño por enfermedad e insectos, tamaño de mazorca, llenado de grano y uniformidad, de acuerdo a una escala de 1 a 5, donde 1 es óptimo y 5 es muy deficiente.

#### **4.5.12. Rendimiento de grano (RG)**

Fue estimado en base al peso en campo de cada parcela transformándose de kilos por parcela a kilogramos por hectárea.

#### **4.5.13. Temperatura (TEM)**

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

#### **4.5.14. Senescencia (SCE)**

Dicha variable se cuantifico en dos fechas al final del ciclo el 02 y el 16 de septiembre a los 97 y 101 días después de la siembra (dds). Fue calificado en una escala de 1 a 10 donde cada unidad represento un 10 %. Dependiendo del estado de la planta que mostraba la senescencia correlativamente de la base hacia los estratos superiores.

#### **4.6. Análisis estadístico.**

Se realizo utilizando el paquete SAS v 9.0 (2002) para todas las variables. La separación de valores medios se realizó con la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo se resumen en los Cuadros 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5. En el Cuadro 5.1, se presentan las significancias de cuadrados medios de 14 variables evaluadas en 70 genotipos de maíz cultivado bajo riego óptimo, donde se observa diferencias significativas y altamente significativas en 9 de las 14 variables evaluadas. Excepto floración femenina (FF), altura de mazorca (AM), acame de raíz (AR), mala cobertura (MCOB), y senescencia (SCE) que fueron no significativos. Esto indica la existencia de variabilidad y de la diversa potencialidad en los genotipos evaluados bajo este sistema. Lo anterior resulta lógico en virtud del origen diverso de estos materiales. Si se considera que provienen en su mayoría de regiones subtropicales con humedad restringida, es lógico que se desempeñen satisfactoriamente. El rendimiento promedio (2815.8 Kg/ha) es bueno si se considera que el ciclo promedio de los genotipos oscilo de 66.9 a 68.9 días.

Los coeficientes de variación (CV), oscilaron de 2.7 a 33.1%; los porcentajes mas altos, se observaron en las variables de tipo cualitativo, como acame de raíz (AR) y de tallo (AT), numero de mazorcas cosechadas (NMCo) y mazorcas podridas (MPO), aún y cuando estas variables fueron transformadas y de acuerdo a lo sugerido por Steel and Torrie (1960) por el método de la Raíz Cuadrada y posteriormente analizadas. El resto de las características, con excepción de rendimiento (RG), presentaron coeficientes aceptables (Falconer 1989).



Cuadro 5.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de 14 características evaluadas bajo riego UAAAN-UL 2009.

F.V	Rep.	Blo(Rep)	Trat	Error	C.V	Media
G.L	2	18	69	120		
FM(días)	1.43 <sup>ns</sup>	25.12 <sup>**</sup>	517.13 <sup>**</sup>	9.6	4.6	66.9
FF(días)	61.2 <sup>ns</sup>	247.8 <sup>ns</sup>	414.04 <sup>*</sup>	247.8	24.1	68.8
AP(cm)	1460.1 <sup>ns</sup>	1325.5 <sup>**</sup>	2622.4 <sup>**</sup>	286.5	7.5	225.5
AM(cm)	1455.9 <sup>ns</sup>	782.3 <sup>ns</sup>	2604.5 <sup>**</sup>	901.3	21.8	137.9
AR(%)	0.26 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>	1.06 <sup>**</sup>	0.28	33.1	1.6
AT(%)	0.73 <sup>*</sup>	0.54 <sup>*</sup>	0.65 <sup>**</sup>	0.23	25.4	1.8
MCOB(%)	0.06 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>*</sup>	0.03	15.0	1.2
NMCo	2.09 <sup>ns</sup>	57.84 <sup>**</sup>	58.73 <sup>**</sup>	12.58	27.5	12.8
MPO(%)	0.44 <sup>ns</sup>	4.07 <sup>*</sup>	7.94 <sup>*</sup>	2.23	24.1	6.2
TEX(1-2)	0.21 <sup>*</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>**</sup>	0.06	16.5	1.5
AsM(1-5)	0.91 <sup>ns</sup>	1.52 <sup>**</sup>	1.94 <sup>**</sup>	0.42	18.5	3.5
RG(x10 <sup>5</sup> )(kg/ha)	2.05 <sup>ns</sup>	15.68 <sup>*</sup>	85.23 <sup>**</sup>	5.3	25.8	2815.8
SCE(1-10)	0.18 <sup>ns</sup>	0.38 <sup>ns</sup>	1.84 <sup>**</sup>	0.25	5.3	9.3
TEM(°C)	1.98 <sup>*</sup>	1.32 <sup>ns</sup>	0.69 <sup>ns</sup>	0.59	2.7	29.0

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. . FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, AR= Acame de Raíz, AT= Acame de Tallo, MCOB= Mala Cobertura, NMCo= Número de Mazorcas Cosechadas, MPo= Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AsM= Aspecto de Mazorca, RG= Rendimiento de Grano, SCE= Senescencia, TEM= Temperatura.

En el Cuadro 5.2., se presentan las significancias de cuadrados medios de 14 variables evaluadas en 70 genotipos de maíz cultivado bajo riego deficitario. Con la excepción de mala cobertura (MCOB) que fue no-significativa, el resto de las variables fueron diferentes y significativas ( $P \leq 0.01$ ). Bajo el sistema de riego deficitario, los genotipos expresaron también sus diferencias, aun y cuando en promedio fueron entre dos y cuatro días mas tardíos, fueron de menor porte, mayor tendencia al acame de raíz, mayor pudrición de mazorca y menor rendimiento.

Cuadro 5.2. Cuadrados medios, coeficiente de variación (CV) y medias de 14 características evaluadas en 70 entradas bajo riego deficitario. UAAAN-UL 2009.

F.V	Rep	Blo(Rep)	Trat	EE	C.V (%)	Media
G.L	2	18	69	120		
FM(días)	55.9 <sup>ns</sup>	22.4 <sup>ns</sup>	385.4 <sup>**</sup>	10.1	4.52	70.5
FF(días)	437.5 <sup>ns</sup>	170.3 <sup>ns</sup>	497.3 <sup>**</sup>	150.1	16.36	74.8
AP(cm)	4626.1 <sup>**</sup>	1521.8 <sup>**</sup>	3054.5 <sup>**</sup>	458.7	10.7	198.6
AM(cm)	325.4 <sup>ns</sup>	1463.5 <sup>*</sup>	2052.9 <sup>**</sup>	796.3	23.2	121.3
AR(%)	0.1 <sup>ns</sup>	0.8 <sup>ns</sup>	0.8 <sup>*</sup>	0.5	28.9	2.5
AT(%)	0.5 <sup>ns</sup>	0.4 <sup>ns</sup>	0.5 <sup>**</sup>	0.2	29.1	1.4
MCOB(%)	0.1 <sup>ns</sup>	0.2 <sup>ns</sup>	0.2 <sup>ns</sup>	0.2	30.4	1.5
NMC	195.3 <sup>**</sup>	27.9 <sup>*</sup>	35.1 <sup>**</sup>	14.1	36.2	10.3
MPO(%)	27.2 <sup>*</sup>	4.3 <sup>ns</sup>	7.3 <sup>**</sup>	2.9	23.3	7.3
TEX (1-2)	0.2 <sup>*</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.2 <sup>**</sup>	0.1	15.5	1.5
ASM(1-5)	1.7 <sup>ns</sup>	1.2 <sup>ns</sup>	2.3 <sup>**</sup>	0.8	26.7	3.3
RG (x10 <sup>5</sup> )Kg/ha	21.68 <sup>*</sup>	5.36 <sup>ns</sup>	62.7 <sup>**</sup>	3.2	25.2	2258.5
SCE(1-10)	6.6 <sup>**</sup>	1.1 <sup>*</sup>	2.4 <sup>**</sup>	0.5	8.6	8.6
TEMP(°C)	49.1 <sup>**</sup>	7.5 <sup>ns</sup>	2.3 <sup>ns</sup>	2.8	5.5	30.6

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. . FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, AR= Acame de Raíz, AT= Acame de Tallo, MCOB= Mala Cobertura, NMC= Número de Mazorcas Cosechadas, MPo= Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AsM= Aspecto de Mazorca, RG= Rendimiento de Grano, SCE= Senescencia, TEM= Temperatura.

En el Cuadro 5.3, se presentan las significancias de cuadrados medios del análisis de varianza combinado de 14 variables evaluadas en 70 genotipos de maíz cultivado bajo riego óptimo y deficitario. Con excepción de textura (TEX) que fue no significativo, el resto de las variables resultaron altamente significativas. Lo anterior significa que estas variables fueron afectadas por la condición de riego, ya que el impacto de un periodo 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, el área foliar, el volumen de las raíces, el déficit de la presión de vapor atmosférica, la temperatura y la radiación Edmeades, *et al.* (1992).

Con respecto a tratamientos (Trat), en donde explica el comportamiento promedio de los genotipos evaluados, se observa que en 12 de las 14 variables evaluadas fueron altamente significativas con excepción de las variables de mala cobertura (MCOB) y temperatura (TEM) las cuales fueron no significativas, en el resto de los genotipos mostraron una respuesta diferencial significativa y altamente significativa. Estas diferencias encontradas se deben a que existen genotipos de origen de diferentes regiones, donde se encuentran materiales de origen Oaxaqueño, Uruguay, Morelos, Arizona, Guatemala, Guanajuato, Celaya y mejorado del CIMMYT, Pool 16 x CML-419 (Best testcrosses).

No se observó un efecto significativo en la interacción de los tratamientos y la condición de riego (LOCxTrat) para la mayoría de las variables con excepción de floración masculina (FM), acame de tallo (AT) y rendimiento de grano (RG) que fueron significativos y altamente significativos Cuadro 5.3.

Cuadro 5.3. Cuadrados medios de 14 variables y 70 genotipos evaluados en riego normal y deficitario, UAAAN-UL, 2009.

F.V	Amb	Rep(Amb)	Blo(Amb*Rep)	Trat	Amb*Trat	Error	C.V	Media
G.L	1	4	36	69	69	240		
FM(días)	1317.9*	28.6*	23.7**	870.04**	15.0*	9.89	4.57	68.7
FF(días)	3846.28**	249.37 <sup>ns</sup>	209.04 <sup>ns</sup>	741.04**	175.63 <sup>ns</sup>	212.4	20.28	71.8
AP(cm)	76329.1**	3043.1**	1423.6**	5395.4**	236.4 <sup>ns</sup>	372.5	9.1	212.1
AM(cm)	29183.3**	890.6 <sup>ns</sup>	1122.9 <sup>ns</sup>	3558.2**	1088.7 <sup>ns</sup>	848.7	22.4	129.6
AR(%)	85.07**	0.19 <sup>ns</sup>	0.60*	1.43**	0.38 <sup>ns</sup>	0.41	30.9	2.1
AT(%)	17.8**	0.6*	0.4**	0.89**	0.31*	0.2	27.04	1.6
MCOB(%)	10.02**	0.06 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	0.13	25.6	1.4
NMCo	666.2**	98.6**	42.8**	78.4**	14.2 <sup>ns</sup>	13.3	31.4	11.6
MPO(%)	129.3**	13.8**	4.2*	11.5**	3.4 <sup>ns</sup>	2.56	23.6	6.7
TEX(1-2)	0.09 <sup>ns</sup>	0.19*	0.05 <sup>ns</sup>	0.48**	0.04 <sup>ns</sup>	0.05	16.06	1.5
AsM(1-5)	4.2**	1.3 <sup>ns</sup>	1.3**	3.5**	0.6 <sup>ns</sup>	0.6	22.7	3.4
RG(x10 <sup>6</sup> )(kg/ha)	32.6**	1.186*	1.052**	11.99**	3.05**	0.42	25.7	2537.2
SCE(1-10)	57.9**	3.4**	0.7*	3.6**	0.4 <sup>ns</sup>	0.4	7.01	9.0
TEM(°C)	261.9**	25.5**	4.4**	1.2 <sup>ns</sup>	1.6 <sup>ns</sup>	1.7	4.3	29.8

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, AR= Acame de Raíz, AT= Acame de Tallo, MCOB= Mala Cobertura, NMCo= Número de Mazorcas Cosechadas, MPo= Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AsM= Aspecto de Mazorca, RG= Rendimiento de Grano, SCE= Senescencia, TEM= Temperatura.

En cuanto al efecto de las condiciones de riego los tratamientos fueron más precoz en riego normal pero con mayor altura de planta (AP), y de mazorca (AM), acame de tallo (AT), número de mazorcas cosechadas (NMCo), con un buen aspecto de mazorca (AsM), con muy buen rendimiento de grano (RG), y con un mayor índice de senescencia, en contraste con el riego deficitario los tratamientos fueron más tardíos, con mayor acame de raíz (AR), mala cobertura (MCOB), mazorcas podridas (MPO), y mayor efecto de temperatura. Excepto la variable de textura que fue estadísticamente igual al 0.05 de probabilidad. Los defectos descritos anteriores se explican en función de que en riego deficitario a partir de los 50 dds se aplicó solo la mitad del agua respecto al riego óptimo, por lo que en estrés hídrico promovió el desarrollo de plantas con menor vigor y adelanto los procesos de senescencia foliar Cuadro 5.4.

Cuadro 5.4. Efecto en las condiciones de riego en las variables evaluadas en 70 genotipos de maíz subtropical de ciclo precoz evaluados en la UAAAN-UL, 2009.

Variable	Condición de Riego	
	Óptimo	Deficitario
<b>FM</b>	66.9 b	70.5 a
<b>FF</b>	68.8 b	74.9 a
<b>AP</b>	225.6 a	198.6 b
<b>AM</b>	137.9 a	121.3 b
<b>AR</b>	1.6 b	2.5 a
<b>AT</b>	1.9 a	1.5 b
<b>MCoB</b>	1.3 b	1.6 a
<b>NMCo</b>	12.9 a	10.4 b
<b>MPO</b>	6.2 b	7.3 a
<b>TEX</b>	1.5 a	1.5 a
<b>AsM</b>	3.5 a	3.3 b
<b>RG</b>	2815.9 a	2258.6 b
<b>SCE</b>	9.4 a	8.6 b
<b>TEM</b>	29.0 b	30.6 a

FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, AR= Acame de Raíz, AT= Acame de Tallo, MCoB= Mala Cobertura, NMCo= Número de Mazorcas Cosechadas, MPo= Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AsM= Aspecto de Mazorca, RG= Rendimiento de Grano, SCE= Senescencia, TEM= Temperatura

### **5.1. Floración masculina (FM) y femenina (FF)**

Se observó que el periodo de floración masculina en promedio osciló de 58 a 113 días donde el genotipo T21 (URUG 288) fue el más precoz y T49 (MORE 105) fue el más tardío (Cuadro 5.5); en tanto que la floración femenina osciló de 39 a 123 días, donde el genotipo T68 (MORE 98) fue el más precoz y T49 (MORE 105) fue el más tardío.

Dentro de los 14 mejores, se observa que en el periodo de floración masculina y femenina osciló en promedio de 64 y 68 días respectivamente; resaltan el tratamiento T70 (GUAT 1008) como el más precoz del grupo (60 y 61 días) y con el menor intervalo de floración. En contraste el T38 fue el más tardío del grupo con 73 y 80 días de FM y FF respectivamente. El grupo selecto con 64 días es significativamente diferente a la media general (69 días), Cuadro 5.5.

### **5.2. Altura de planta (AP) y mazorca (AM)**

El porte de los 70 genotipos evaluados osciló en promedio de 212 a 130 cm para altura de planta y mazorca respectivamente. Comparativamente con los del grupo selecto no fue significativo pues este rango fue de 207 a 129cm. En general, se observó un amplio rango entre los 70 genotipos, pues solo para AP osciló de 157 a 291cm y para AM de 64 a 191 cm, lo que da una idea de la amplia variación del material evaluado. El T42 (URUG 199) presentó la menor altura de planta, mientras que el genotipo T68 (MORE 98) la mayor altura de planta. Así mismo, para altura de mazorca T68 (MORE 98) y T15 (MORE 122) fueron el más bajo y alto respectivamente. (Cuadro A1).

Dentro de los 14 mejores, se observan diferencias significativas tanto en altura de planta (AP), como en altura de mazorca (AM). Respecto a AP, el genotipo T10 presentó la mayor AP con 252 cm, significativamente igual a T11 y T38 y diferentes al resto. Para AM, el T38 presentó la mayor AM (169 cm),

estadísticamente igual a los T11, T10 y T17 y diferentes al resto. Ambas promedios MG y MS fueron estadísticamente iguales.

### **5.3. Acame de raíz (AR) y tallo (AT)**

El acame de raíz en maíz es definido por Poehlman (1979) como caída o quiebra de las plantas antes de la cosecha, estimándose las pérdidas de producción entre 5 y 25 %. El acame o caída de la planta debido a la pudrición del tallo incrementa las pérdidas durante la cosecha y sobre todo hace la cosecha más difícil.

En general, se observó un amplio rango para ambas variables; Acame de raíz, osciló de 0.9 a 3.5 y acame de tallo de 1.0 a 2.9. El T70 (G18 SEQC6 F2), presentó el menor acame de raíz y, T40 (MORE 124) el mayor acame. Respecto al acame de tallo, los genotipos T38 (GUAT 1168) y T42 (URUG 199) presentaron menor y mayor acame. Los valores máximos de ambos tipos de acame convertidos a porcentaje equivalen a 11.0 y 7.9 por ciento respectivamente.

En los 14 mejores el acame de raíz y tallo son relativamente bajos, pues la media oscila de 1.7 y 1.5 que representan 2.4% y 1.8% respectivamente.

### **5.4. Mala cobertura de mazorca (MCOB)**

Esta variable es de importancia y de tomar en cuenta para la producción de grano pues valora el daño de insectos, enfermedades y pájaros. Una mala cobertura tiene un efecto negativo en la producción de grano. Esta variable se calificó en una escala del 1 al 5, donde el 1 es cobertura excelente y el 5 es cobertura deficiente o mala. Los datos originales se transformaron por raíz cuadrada y se presentan en los Cuadros A1 y 5.5. No se observaron diferencias significativas en la media general con la del grupo selecto, ambas promediaron 1.4. El rango es muy corto con 1.9 y 1.1 como máximo y mínimo respectivamente.;

el genotipo que presento una excelente cobertura de mazorca fue el T4 ((G15XZAPCH Core)xG15]xZAPCHI Core) y T34 (GUAT 1162) y la peor cobertura el T25 (URUG 1159).

En los 14 seleccionados la mala cobertura oscilo de 1.1 a 1.9 con una media de 1.4, lo cual indica que los genotipos tienen un buen porcentaje de cobertura.

### **5.5. Número de mazorcas cosechadas (NMCo)**

Esta variable se califico de acuerdo al conteo de número de mazorcas cosechadas por parcela y al momento de la cosecha. El T52 (MORE 95) presento el menor número de mazorcas y T70 (G18 SEQ. C6 F2) el mayor número.

En los 14 mejores seleccionados el número de mazorcas oscilo de 2.2 a 20.2 por parcela, Cuadro A1. El T70 fue el que obtuvo mayor número de mazorca con un promedio de 20. La media de los seleccionados (MS) de 16 y la MG que fue de 12 estadísticamente iguales.

### **5.6. Mazorcas podridas (MPO)**

La pudrición de mazorca es la enfermedad más común en todo el mundo, y en diferentes climas tanto cálidos, húmedos y secos (De León, 1984). Las enfermedades que atacan el grano y la mazorca pueden reducir considerablemente el rendimiento, la calidad y el valor alimenticio (Jugenheimer, 1981).

Se observó un rango amplio en la respuesta de los genotipos a la pudrición de la mazorca. En promedio, mostraron un valor transformado de 6.6 que equivale a un 43 por ciento, con un valor mínimo y máximo de 1.6 y 9.2 (de 2 a 84%), donde el T23 (Pool 16 x CML-419) mostró el menor porcentaje, en lo general y dentro del grupo seleccionados. En promedio los 70 genotipos mostraron un valor



transformado de 6.8 (45.7%), estadísticamente diferente a la media de los 14 mejores genotipos con 5.5 (29.8%). El T10 y T23 fueron los mejores respecto a esta característica.

### **5.7. Textura (TEX)**

Esta variable se calificó después de la cosecha, calificando el tipo de grano, como cristalino y dentado, en una escala de 1, 2.5 y 5, donde el 1 es cristalino, el 2.5 es cuando presenta el 50% de cristalino y el 50% de dentado y el 5 es dentado.

Los genotipos presentaron un promedio de 1.2 a 2.2 de TEX, esto indica un promedio del tipo cristalino con una media de 1.5 estadísticamente igual a la media de los 14 mejores genotipos.

### **5.8. Aspecto de mazorca (AsM)**

Esta variable considero el daño por enfermedad e insectos, tamaño de mazorca, llenado del grano y uniformidad, en una escala de 1 a 5, donde 1 es óptimo y 5 es muy deficiente.

Los genotipos evaluados presentaron un amplio rango para esta variable, pues osciló de 1.4 a 5, esto significa que existen mazorcas con muy buen aspecto hasta deficientes. La media de los selectos (MS) fue de 2.5, estadísticamente diferentes a la MG con un promedio de 3.4. El genotipo T23 ((Pool 16 x CML-419)) como testigo, presentó el mejor aspecto con un promedio de 1.4, estadísticamente igual al T11 (GUAT 1010) con 3.1.

## **5.9. Rendimiento de grano (RG)**

Esta variable también presentó una variación importante, ya que el de mayor potencial de rendimiento de grano se observó en el genotipo T10 (GUAT 1008) con 7074 Kg/ha, y el genotipo que presentó menor rendimiento de grano fue el T15 (MORE 122) con 211 Kg/ha. En promedio general (MG) los 70 genotipos en promedio produjeron 2,573 Kg/ha, estadísticamente diferentes a la media del grupo de los 14 mejores donde el RG fue de 4,790 Kg/ha. El genotipo T10 (GUAT 1008), fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos. El mejor testigo T23 produjo 6,922 kg/ha.

## **5.10. Temperatura (TEM)**

Los factores del medio físico que mayor influencia tienen en el crecimiento y desarrollo de los cultivos son la temperatura, fotoperiodo (Atiken, 1974; Porter y Delecolle, 1988) y la vernalización (Fisher, 1983). Entre estos, la temperatura es el factor de mayor importancia sobre la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que determina la tasa de producción y extensión foliar que forma el dosel vegetal, a través del cual los cultivos interceptan la radiación solar y realizan la acumulación de materia seca.

Esta variable osciló con una magnitud de 28.3 a 31°C, con una media general de 29.8°C, no detectándose diferencias significativas en esta variable. La no diferencia se debe muy probablemente a que fue un año muy lluvioso como se observa en la Figura 1.

### **5.11. Senescencia (SCE)**

La senescencia es el último estadio en el desarrollo ontogénico de la hoja. Se define como un proceso de desmantelamiento celular, que finaliza con la muerte de células, tejidos u órganos. La senescencia foliar es un proceso de importancia económica.

Esta variable se tomo a los 30 días después de la floración donde se observó un mínimo de 7.2 y un máximo de 10. En cuanto a los 14 mejores la media fue mayor con una observación de 8.9 y estadísticamente diferente a la media de los 70 genotipos.

Cuadro 5.5 Media de los 14 mejores tratamientos (T) de maíz subtropical de ciclo precoz evaluados en dos regímenes de riego en la UAAAN-UL, 2009.

T	FM	FF	AP	AM	AR	AT	MCOB	NMCo	MPO	TEX	AsM	RG	SCE	TEM
10	71	75	252	161	1.5	1.2	1.4	18	3.1	2	2.5	7074	7.8	31
23	62	63	212	128	1.5	1.4	1.3	19	1.6	1.6	1.4	6922	8.7	30
57	62	65	202	125	2	1.5	1.5	17	5.6	1.2	2.4	5449	9.2	30
27	60	65	181	113	2.6	1.9	1.3	18	6.9	1.2	2.9	5083	9.5	30
11	69	75	233	164	1.9	1.1	1.3	13	5.8	1.9	3.1	4874	8.3	30
54	61	64	194	118	1.8	2	1.3	18	6.6	1.2	2.3	4862	9.2	30
70	60	61	176	100	0.9	1.8	1.7	20	4.3	1.5	1.8	4800	9.5	29
17	74	78	221	153	1.2	1.1	1.3	15	4.3	1.9	3.2	4586	8.2	31
38	73	80	249	169	1.5	1	1.2	13	4.9	2	3.2	4063	7.5	29
30	60	64	188	107	2.2	1.7	1.4	15	6.5	1.6	2.5	4024	9.8	29
62	62	66	195	116	1.3	1.7	1.3	14	6.3	1.2	2.6	3926	8.7	30
50	60	65	213	128	2.3	1.7	1.7	17	6.5	1.2	2.2	3836	9.5	29
51	62	67	193	112	1	1.2	1.3	14	7.8	1.2	2.8	3811	9.3	30
24	59	64	189	115	2	2	1.7	15	6.6	1.2	2.6	3753	9.5	30
<b>MS</b>	<b>64</b>	<b>68</b>	<b>207</b>	<b>129</b>	<b>1.7</b>	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>	<b>16</b>	<b>5.5</b>	<b>1.5</b>	<b>2.5</b>	<b>4790</b>	<b>8.9</b>	<b>30</b>
Min	58	39	157	64	0.9	1	1.1	2	1.6	1.2	1.4	211	7.2	28
Max	113	123	291	191	3.5	2.9	1.9	20	9.2	2.2	5	7074	10	31
MG	69	72	212	130	2.1	1.7	1.4	12	6.8	1.5	3.4	2537	9	30
<b>DMS</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>33</b>	<b>0.7</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>4</b>	<b>1.8</b>	<b>0.3</b>	<b>0.9</b>	<b>742</b>	<b>0.7</b>	<b>2</b>

DMS= Diferencia Mínima Significativa al 0.5 de probabilidad. FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, AR= Acame de Raíz, AT= Acame de Tallo, MCoB= Mala Cobertura, NMCo= Número de Mazorcas Cosechadas, MPo= Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AsM= Aspecto de Mazorca, RG= Rendimiento de Grano, SCE= Senescencia, TEM= Temperatura, MG Y MS= Media general y de los 14 seleccionados.

## VI. CONCLUSIONES

De los resultados se puede concluir que:

- Los genotipos fueron diferentes en ambas condiciones de riego.
- Los genotipos en el riego óptimo fueron más precoces pero presentaron mayor AP, AM, AT, NMCo, RG, AsM y mayor rendimiento.
- En riego deficitario fueron de ciclo más tardío, con mayor AR, con peor cobertura, mayor número de mazorcas podridas y, menor rendimiento.
- El genotipo con mayor rendimiento de grano (RG) fue el T10 (GUAT 1008) con 7074 Kg/ha; de ciclo intermedio, de altura promedio, muy buen aspecto de mazorca.
- El T23 Pool 16 x CML-419 con 6922.3 Kg/ha fue el mejor testigo.
- Los genotipos con menor rendimiento fueron; T49 (MORE 105) con 361 Kg/ha, T8 (OAXA 712) con 302 Kg/ha, y T15 (MORE 122) con un rendimiento de 211.2 Kg/ha.
- Las condiciones climáticas prevalecientes durante el ciclo de cultivo fueron limitantes no permitieron ejercer una mayor presión en los tratamientos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aldrich, S. R., Scott, W.O. Leng, E.R. (1975). "Modern corn production." 2nd ed. Champaign, IL, USA, A L Publications
- Atiken (1974). "Flowering time, climate and genotype. Melbourne University Press." Melbourne Australia: Pp. 193.
- Blum, A. (1988). "Plant breeding for stress environments." Boca Raton, FL, USA, CRC Press.: Pp. 222
- CIMMYT. (1988). "Maize production regions in developing countries. Maize Program, CIMMYT." México, DF
- CIMMYT. (1994 1993/94 ). "world maize facts and trends." Mexico, DF
- David., B. P. M. S. (1981). "El Maíz, Manuales para educación agropecuaria." Editorial Trillas. S. A. de C. V.: Pg. 9 – 12
- De León, C. (1984). "Enfermedades del maíz. Una guía para su identificación en el campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo." Tercera Edición. El Batán, Texcoco, Edo. De México: Pp. 114
- Dowswell, C. R., Paliwal, R.L. Cantrell, R.P. (1996). "Maize in the third world." Boulder, CO, USA, West views Press
- Edmeades, G. O., Bolaños, J 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." Washington, DC, ASTA.: Pp. 93-111

- Ellis, R. H., Summerfield, R.J., Edmeades, G.O. Roberts, E.H. (1992). "Photoperiod, temperature, and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize." *Crop Sci.*, 32:: Pp. 1225-1232
- Falconer, D. S. (1989). "Introduction to quantitative genetics." 3rd ed. London, Longman
- 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. Documento 33 Serie Riego y Drenaje
- Fischer, R. A. (1983). "Wheat. In: SYMPOSIUM on potential productivity of field crops under different environments. W. H. Smith, S. J. Bnta (eds.). International Rice Research Institute." Los Baños Philippines: Pp. 129-154
- Grant, R. F., B.S. Jackson, J. R. Kiniry, and G. F. Akin. (1989). "Water deficit timing effects on Yield components in maize." *Agron. J.* 81:: Pp. 61-65.
- Guiamet, J. J. (2009). "Instituto de Fisiología Vegetal, Universidad Nacional de la Plata, La senescencia foliar: incógnitas del desmantelamiento celular." Pp. 1-5
- Jugenheimer, R. W. (1981). "Maíz, Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivos y Producción de Semillas." Limusa. México, D. F., México: Pp. 357-442
- Núñez, F. G., R. Faz C., y F. E. Contreras G (2006). "Selección de híbridos de maíz para forraje. Producción y utilización del maíz forrajero en la Región Lagunera." INIFAP-CAELALA

- Paulsen, G. M. (1994). "High temperature responses of crop plants. In K.J. Boote, J.M. Bennett, T.R. Sinclair G.M. Paulsen, eds. Physiology and determination of crop yield." Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.: Pp. 365-389
- Poehlman J. M. (1979). "Breeding Field Crops. ." 2nd ed. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut
- Porter J. R, R. D. (1988). "Interaction of temperature whit other environmental factor in controlling the development of plant. In: Plant and temperature. S. P. Long, F. I. Woodward (eds). Symposia of the Society for Experimental Biology. Num. XXXXII. The company of Biologists Limited, Department of Zoology, University of Cambridge, Great Britain." Pp. 133-156
- Rázuri, L. (1986). "Diseño de riego por goteo." CIDIAT, Mérida
- Robert W. Jugenheimer, P. D. (1985). "Maíz, Variedades Mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas,." Editorial Limusa: Pg. 69, 274-275
- Ruíz-Sánchez y Girona, M. y. C. G., I (1995). "Investigaciones sobre Riego deficitario Controlado en Melocotonero In: Zapata, M. Seguera, P. Eds. Riego Deficitario Controlado." Madrid, Mundiprensa: Pp. 67-95
- SAS Institute, I. (2002). "SAS/STAT user's guide, version 9.0, 3rd ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC."
- Squire, G. R. (1990). "The physiology of tropical crop production." Oxon, UK, CAB International.: Pp. 236
- Steel, R. G. D. a. J. H. T. (1960). "Principles and procedures of statistics.". Mc GRAW-HILL BOOK COMPANY, INC: Pp 473



Westgate, M. E. (1994). ". Seed formation in maize during drought. In K.J. Boote, J.M. Bennett, T.R. Sinclair G.M. Paulsen, eds. Physiology and determination of crop yield, ." Madison, WI, USA, American Society of Agronomy: Pp. 361-364

Zavaleta-Mancera H. A., F. K. A., Ougham H. J., Thomas H., Scott I. M., (1999). "Regreening of senescent Nicotiana leaves. I. Reappearance of NADPH protochlorophyllide oxidoreductase and light-harvesting chlorophyll a/b-binding protein." J.Exp.bot. 50: 1677 – 1682

Zuber, M. S., and M.S. Kang (1978). "Corn lodging slowed by sturdier stalks. Crop Soils 30." Pp. 13-15.

## VIII. APENDICE

CUADRO A1. Medias de 70 genotipos de maíz subtropical de ciclo precoz evaluados bajo dos regímenes de riego en la UAAAN-UL, 2009.

TRAT	FM	FF	AP	AM	AR	AT	MCOB	NMCo	MPO	TEX	AsM	RG	SCE	TEM
1	67.3	72.7	234.7	151.2	2.3	1.4	1.4	10.7	6.8	1.6	4.1	1000.3	8.5	29.4
2	67.2	72.0	210.0	132.7	1.9	1.4	1.4	9.7	8.3	1.7	4.3	1148	8.8	30.9
3	66.3	73.5	224.3	138.2	2.3	1.5	1.4	10.3	6.2	1.5	3.2	2059.5	8.7	29.8
4	59.2	61.2	213.0	128.3	1.5	1.6	1.1	16.3	4.3	2.1	2.6	3667.7	10.0	30.2
5	71.2	78.7	223.0	144.5	2.5	1.5	1.6	9.3	7.3	1.8	4.4	1103.2	8.7	30.7
6	70.8	78.5	228.3	150.7	2.1	1.6	1.3	9.2	7.6	1.6	4.1	1299.3	8.8	31.0
7	68.7	78.0	247.3	166.0	2.8	1.4	1.4	8.5	8.1	1.6	4.5	805.5	8.8	30.2
8	72.7	85.0	215.3	147.5	2.3	1.2	1.4	4.5	8.1	1.6	5.0	302	8.5	30.3
9	70.5	77.0	221.8	141.2	2.5	1.4	1.6	9.8	7.1	1.6	4.1	856.7	8.8	29.1
10	70.8	74.5	252.3	161.2	1.5	1.2	1.4	17.7	3.1	2.0	2.5	7073.8	7.8	30.8
11	69.3	74.7	233.2	163.8	1.9	1.1	1.3	12.8	5.8	1.9	3.1	4873.7	8.3	29.8
12	68.3	74.8	225.0	143.7	2.0	1.5	1.2	7.2	6.2	1.6	4.4	956.8	8.7	29.6
13	70.5	77.5	235.8	151.8	2.5	1.6	1.3	5.8	8.4	1.6	4.8	709	9.0	30.5
14	61.2	64.8	183.7	120.7	1.4	1.5	1.3	14.5	5.5	2.2	3.3	3352.8	9.7	29.8
15	93.2	110.8	281.2	191.3	3.4	1.5	1.4	2.7	8.6	1.6	5.0	211.2	7.8	29.9
16	59.7	63.5	173.8	92.8	2.1	1.7	1.4	11.0	6.3	1.2	3.0	1816.8	10.0	29.6
17	74.3	78.2	221.3	152.5	1.2	1.1	1.3	15.3	4.3	1.9	3.2	4586.2	8.2	30.5
18	58.5	62.0	186.8	117.7	1.9	2.4	1.6	14.7	6.6	1.2	2.6	2880.3	9.8	29.6
19	72.0	81.2	229.3	161.3	2.9	1.7	1.3	6.3	8.3	1.6	4.8	802.2	8.8	30.3
20	68.2	73.0	246.5	160.0	2.0	1.3	1.3	10.8	7.7	2.0	3.8	2767.5	8.0	29.7
21	58.3	60.2	188.3	102.7	1.9	1.9	1.7	13.2	7.4	1.2	3.0	3213.7	9.8	29.8
22	74.7	84.3	230.5	160.5	1.5	1.2	1.3	10.0	5.9	1.8	4.1	1194.7	7.8	29.8
23	62.0	63.0	212.2	128.0	1.5	1.4	1.3	19.2	1.6	1.6	1.4	6922.3	8.7	29.8
24	59.0	64.3	189.0	114.8	2.0	2.0	1.7	14.8	6.6	1.2	2.6	3752.5	9.5	29.8
25	62.2	66.8	173.7	99.0	1.6	2.6	1.9	8.0	8.8	1.2	4.1	1926.3	10.0	30.3
26	58.8	63.2	176.5	100.8	2.1	2.1	1.4	12.5	8.9	1.8	3.5	2650.7	9.8	28.9
27	60.0	64.5	181.3	113.0	2.6	1.9	1.3	17.8	6.9	1.2	2.9	5083	9.5	30.1
28	60.5	67.5	200.2	116.7	1.8	1.9	1.7	12.5	6.8	1.2	2.8	3212.3	9.8	29.0

29	61.8	66.3	190.8	105.0	1.9	1.9	1.6	13.2	7.3	1.2	2.8	3069.8	9.5	29.9
30	60.3	64.2	188.2	107.3	2.2	1.7	1.4	15.0	6.5	1.6	2.5	4024.3	9.8	28.6
31	61.3	64.7	178.5	105.5	1.8	1.8	1.7	13.5	7.7	1.2	2.8	3466.7	9.7	30.2
32	69.5	77.5	269.2	182.5	1.9	1.1	1.5	9.7	6.3	2.1	3.6	2045.3	8.7	29.5
33	62.0	67.3	199.2	120.2	3.0	2.0	1.7	13.8	7.6	1.2	3.1	2681.3	10.0	29.8
34	71.2	75.5	214.3	135.7	2.3	1.4	1.1	13.7	5.0	1.4	3.2	2040.7	9.3	29.4
35	62.7	67.8	184.7	111.8	1.7	2.3	1.3	14.0	7.4	1.2	2.7	2543.2	9.7	29.8
36	61.0	64.0	189.5	117.2	2.4	2.6	1.3	13.5	5.9	1.3	2.9	1957.8	10.0	29.1
37	60.5	66.2	180.5	103.2	1.8	2.1	1.5	12.8	7.3	1.2	2.9	2817	10.0	29.8
38	72.7	79.7	248.8	168.7	1.5	1.0	1.2	12.5	4.9	2.0	3.2	4062.5	7.5	28.9
39	61.2	65.7	189.2	115.0	2.5	1.8	1.6	12.7	7.4	1.2	3.1	2585.7	9.7	30.1
40	112.0	60.0	288.5	102.7	3.5	1.5	1.3	2.8	8.3	1.8	5.0	507.8	8.0	30.0
41	61.7	65.7	196.7	115.0	2.2	1.9	1.2	14.0	5.6	1.3	2.5	3188	9.5	30.6
42	62.3	70.8	157.2	99.5	1.8	2.9	1.6	6.8	7.4	1.8	4.8	755.3	10.0	30.0
43	65.7	71.7	191.0	122.2	1.8	1.7	1.3	10.5	7.4	1.2	3.5	3154.7	9.7	29.3
44	64.3	69.2	190.0	119.7	2.5	1.9	1.3	11.7	7.3	1.2	3.3	1993.3	9.0	29.9
45	72.8	79.2	224.3	150.7	1.3	1.1	1.3	12.3	5.3	1.8	3.3	2430.8	7.2	30.4
46	62.0	66.0	196.7	133.3	1.7	2.6	1.4	15.0	7.4	1.3	2.7	2664.2	9.0	29.5
47	61.2	66.3	175.3	107.5	1.8	2.0	1.4	13.8	7.5	1.4	3.1	3062.7	9.7	30.2
48	64.0	69.3	172.3	108.0	1.8	1.2	1.5	12.2	8.3	1.2	3.7	1651.8	9.5	29.5
49	112.8	123.2	284.2	135.8	3.0	1.5	1.4	4.2	6.7	1.9	5.0	361	7.3	30.3
50	60.2	65.0	212.7	128.2	2.3	1.7	1.7	16.5	6.5	1.2	2.2	3835.7	9.5	29.2
51	61.7	66.5	192.5	112.3	1.0	1.2	1.3	13.5	7.8	1.2	2.8	3810.7	9.3	30.2
52	109.7	81.0	273.8	137.2	3.1	1.7	1.3	2.2	9.2	1.6	5.0	367.8	7.5	30.2
53	61.3	67.8	177.5	107.8	1.4	1.2	1.3	13.2	7.5	1.2	3.3	3547.3	9.7	29.8
54	61.3	64.3	194.2	118.3	1.8	2.0	1.3	18.2	6.6	1.2	2.3	4861.5	9.2	29.5
55	60.5	64.2	191.2	117.7	2.1	1.8	1.4	13.2	6.8	1.2	2.5	2837.8	9.8	29.5
56	62.3	67.5	197.5	117.7	2.2	1.9	1.5	14.7	6.8	1.2	3.2	2770.7	9.5	29.8
57	62.0	65.0	202.2	125.3	2.0	1.5	1.5	17.2	5.6	1.2	2.4	5448.8	9.2	29.9
58	61.0	66.2	167.0	96.5	2.1	2.2	1.6	8.2	6.1	1.5	3.5	1177.3	10.0	30.1
59	79.0	89.5	245.8	171.3	1.9	1.1	1.7	10.0	8.8	1.5	4.4	1683.2	8.3	30.0
60	95.0	84.7	277.8	148.3	2.4	1.6	1.6	8.2	6.9	1.5	4.4	930.7	7.3	28.3

61	64.7	68.7	189.2	113.0	2.1	2.0	1.5	12.3	7.2	1.3	3.3	2957.5	9.2	29.4
62	61.5	65.5	194.7	116.2	1.3	1.7	1.3	14.2	6.3	1.2	2.6	3926.3	8.7	30.4
63	79.5	86.8	258.7	190.5	2.0	1.3	1.5	13.0	7.7	1.9	4.0	2079.2	7.8	29.9
64	78.7	88.2	224.0	167.2	2.3	1.4	1.4	8.8	4.7	1.4	3.8	587.3	9.2	29.6
65	71.2	79.7	247.8	167.3	2.2	1.2	1.7	9.2	8.0	1.7	4.4	1635	8.2	30.2
66	64.3	71.8	213.7	123.8	2.0	1.8	1.6	10.2	6.1	1.7	2.9	2415.7	9.5	29.5
67	64.8	71.3	192.2	120.5	1.9	2.2	1.7	10.3	7.7	1.3	3.4	2856.5	9.5	29.2
68	110.3	38.8	291.2	63.8	3.0	1.6	1.3	3.0	2.9	1.2	4.5	527.5	7.5	29.3
69	65.8	71.2	180.2	113.0	2.0	2.0	1.3	14.3	8.3	1.3	3.1	3257.7	9.2	30.0
70	59.8	61.0	176.2	100.0	0.9	1.8	1.7	20.2	4.3	1.5	1.8	4800	9.5	29.3
<b>MS</b>	<b>68.8</b>	<b>71.9</b>	<b>212.1</b>	<b>129.6</b>	<b>2.1</b>	<b>1.7</b>	<b>1.4</b>	<b>11.6</b>	<b>6.8</b>	<b>1.5</b>	<b>3.4</b>	<b>2537.2</b>	<b>9.0</b>	<b>29.8</b>
Min	58.3	38.8	157.2	63.8	0.9	1.0	1.1	2.2	1.6	1.2	1.4	211.2	7.2	28.3
Max	112.8	123.2	291.2	191.3	3.5	2.9	1.9	20.2	9.2	2.2	5.0	7073.8	10.0	31.0
<b>DMS</b>	<b>3.6</b>	<b>16.6</b>	<b>21.9</b>	<b>33.1</b>	<b>0.7</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>4.2</b>	<b>1.8</b>	<b>0.3</b>	<b>0.9</b>	<b>741.9</b>	<b>0.7</b>	<b>1.5</b>

DMS= Diferencia Mínima Significativa al 0.5 de probabilidad. FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, AR= Acame de Raíz, AT= Acame de Tallo, MCoB= Mala Cobertura, NMCo= Número de Mazorcas Cosechadas, MPo= Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AsM= Aspecto de Mazorca, RG= Rendimiento de Grano, SCE= Senescencia, TEM= Temperatura, MS= Media general.

Cuadro A2. Codificación en lenguaje SAS\* del diseño alfa látice.

---

Instrucciones SAS

---

```
Options nodate pageno=1;
data a;
input blo rep Trat fm ff ap am ar at MCoB tex amz mzp rend sen1
sen2 temp ;
cards;

;
proc glm data=a;
class blo rep Trat;
model fm--temp=rep blo(rep) Trat/ss3;
random rep blo (rep)/test;
means Trat/lsd;
run;
```

---

\* SAS/STAT user's guide, version 9.0, 3rd ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC.