

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



**ADAPTACIÓN DE GENOTIPOS DE MAÍZ TROPICAL DE CICLO TARDÍO  
EN RIEGO NORMAL Y DEFICITARIO**

**P O R**

**JUAN DIEGO MONTES GAMIÑO**

**T E S I S**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2009**

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. JUAN DIEGO MONTES GAMIÑO ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

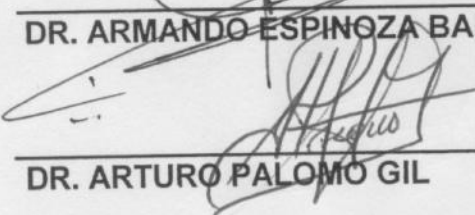
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**COMITÉ PARTICULAR**

**ASESOR PRINCIPAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA**

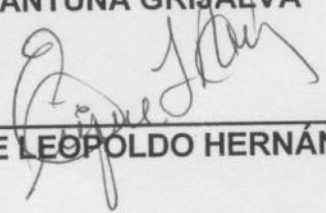
**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ARTURO PALOMO GIL**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. ORALIA ANTUNA GRIJALVA**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. JUAN DIEGO MONTES GAMIÑO 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**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. ORALIA ANTUNA GRIJALVA**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

## **DEDICATORIAS**

Este trabajo se lo dedico a todos aquellos que confiaron en mí ya que gracias ellos pude lograr una de mis principales metas en la vida:

### **A DIOS:**

Pues por haber concedido darme vida, y mantenerme así durante este tiempo y estar en estos momentos aquí, y mas que nada por haberme brindado unos padres maravillosos y una familia que en todos momentos estuvieron conmigo en las buenas y en las malas y me siento aun mas agradecido por mantenerlos con vida asta estos momentos de la finalización de mis estudios. Agradezco a dios por haber estado conmigo por que en todos momentos sentí que el estaba presente en todo lo que hacia y gracias a él las cosas me salieron bien, le doy las gracias por darme unos amigos que me brindaron sus compañía siempre.

Gracias dios.

### **A MIS PADRES:**

**A MI MADRE, GUADALUPE GAMJÑO RAMJREZ,** Por guiarme y apoyarme en todos los momentos de mi vida, sé que cuento con tigo ayer, hoy y siempre. Gracias.

**A MI PADRE, HUMBERTO MONTES CORTES,** Por apoyarme a salir adelante; siempre estuviste conmigo como ejemplo a seguir para ser una persona de bien. Gracias.

Por darme sus confianzas y paciencia durante todo este tiempo, por haberme brindado ese amor de padres que dichosamente los tengo, por sus comprensión y consejos, por los momentos que ellos estaban cuando yo mas

los necesitaba y gracias por ser mis padres los quiero con todo mi ser mil gracias.

**A MIS HERMANOS:**

***Humberto Montes Gamiño.***

***Margarita Montes gamiño.***

***Jesus Montes Gamiño.***

Gracias por todo el cariño que me han brindado, por aguantarme cuando estoy con ustedes, por compartir sus cosas conmigo, por darme mi lugar como hermano depositando sus confianza en que algún día les podré apoyar.

**A MI CUÑADA Y SOBRINAS.**

***Susy Garay Bruno.***

***Erika Monzerrat Montes Garay.***

***Karla Guadalupe Montes Garay.***

Que algún día anhelaban verme con una profesión dándome así fuerzas para seguir adelante, más que nada gracias por demostrarme siempre la confianza que me tienen.

## **AGRADECIMIENTOS**

A **DIOS** por dejar que disfrute de este momento en compañía de todos mis seres queridos.

A mi **ALMA TERRA MATER** por ser una casa siempre para mi, por compartir sus conocimientos conmigo y todas sus cosas que guarda dentro, por hacerme un profesional haciéndome sentir orgulloso de ella ya que fue mi pilar para poder ser una persona mejor cada día te llevo en el corazón.

**Al Dr. Armando Espinoza Banda**, por compartir parte de sus conocimientos conmigo, por platicar sus experiencias vividas en sus estudios exhortándome así a seguir adelante, por la paciencia que tuvo conmigo y que mediante su llamada de atención constante pude aprender a ser una persona cada día mejor con una misión y visión objetiva para desarrollar mis estudios de la mejor forma posible por ser una persona sencilla y por la confianza depositada, la amistad que me ha brindado en todo este tiempo de mi carrera mil gracias y que Dios me lo vendiga.

**Al Dr. Arturo Palomo Gil**, por brindarme un apoyo constante en toda mi estancia en la Universidad, Le agradezco su nobleza, sinceridad y humildad como persona.

**A la M.C. Oralia Antuna Grijalva**, por brindarme su apoyo y amistad en todos los aspectos desde una sonrisa hasta la ayuda para desarrollar mi tesis para que toda salga como lo establecido muchas gracias doctora por ser como es mil gracias.

**Al JNG. Enrique L. Hernández Torres** por la confianza depositada, la amistad y el apoyo brindado incondicional, para la realización de este trabajo.

**Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y al Proyecto Cooperativo para el Fondo Regional de Tecnología agropecuaria (FONTAGRO).** Este trabajo de tesis, incluye germoplasma del CIMMYT y asesoramiento del Dr. José Luis Araus Ortega, Dra. Jill Carirns, Ing. Raziel Antonio Ordoñez, y se desarrolló dentro del marco del convenio UAAAN-CIMMYT.

**Al M.C Edson Francisco Navarro Orona,** por brindarme su apoyo y amistad en todos los aspectos, sus consejos para que todo salga como lo establecido en mi tesis mil gracias.

**A mis profesores,** que me brindaron su conocimiento y amistad en toda mi formación académica gracias.

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 **Jng. Rubén Ramos Zamarripa** por brindarme su amistad y su apoyo.

**A M.C. Francisco Ariel Camacho Inzunza,** Por brindarme su amistad incondicional y sus consejos en el tiempo de mi estadia de mi carrera, gracias.

**A Ing. Gabriela Muñoz Davila,** por brindarme su amistad incondicional y sus consejos en el tiempo de mi estadia de mi carrera, gracias.

**A mis tios,** les agradezco mucho sus consejos que me dan para que yo salga adelante.

**A mis primos,** Yuli, Fernando, Luis, Fabian, Jose Juan, Elizabet que alguna manera ha estado junto a mí en los momentos de alegría y tristeza durante todo este tiempo de mi vida, solo me resta decirle mil gracias.

**A mis amigos,** Alfredo, Francisco, Lupita, Mony, Rene, Ananias, Carlos, Jesus, Armando, Patricia, Brenda (La güerita), Rigo, Fidel, kamo, jose Luis por brindarme su amistad incondicional y a aconsejarme para seguir adelante en la vida mil gracias.



# INDICE

DEDICATORIAS .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	IV
INDICE DE CUADROS .....	IX
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	4
1.2. Hipótesis.....	4
1.3. Metas.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1. Maíz tropical.....	5
2.2. Efecto de la sequía .....	8
2.3. Efecto de la temperatura .....	9
2.4. Riego deficitario .....	11
2.5 Acame de Raíz y Tallo .....	13
2.6 Senescencia 1 y 2 .....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1 Localización del area experimental.....	15
3.1.1 Ubicación geográfica .....	15
3.2. Material genético .....	16
3.3. Diseño experimental .....	17
3.4. Manejo agronomico .....	17
3.4.1 Preparación de terreno .....	17
3.4.2 Siembra .....	17
3.4.3 Fertilización .....	17
3.4.4 Riegos .....	17

3.4.5. Control de plagas.....	18
3.4.6. Control de maleza .....	18
3.4.7. Cosecha .....	19
3.5. Características evaluadas .....	19
3.5.1. Dias a floración masculina.....	19
3.5.2. Dias a floración femenina.....	19
3.5.3. Altura de planta.....	19
3.5.4. Altura de mazorca .....	19
3.5.5. Acame de Raíz .....	20
3.5.6. Acame de Tallo .....	20
3.5.7. Cobertura de Mazorca .....	20
3.5.8. Mazorcas podridas .....	20
3.5.9. Textura .....	20
3.5.10. Aspecto de mazorca .....	20
3.5.11. Rendimiento de mazorca .....	21
3.5.12. Temperatura.....	21
3.5.13. Senescencia 1 y 2 .....	21
3.6. Coeficiente de correlación .....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.3.1. Floración masculina y femenina.....	24
4.3.2. Altura de planta (AP) y mazorca (AM).....	25
4.3.3. Acame de Raíz (ART) y Tallo (ATT).....	25
4.3.4. Cobertura de mazorca (COB) .....	25
4.3.5. Porcentaje de mazorcas podridas (MP) .....	26
4.3.6. Textura (Tex) .....	26
4.3.7. Aspecto de mazorca (ASM) .....	27

4.3.8. Rendimiento de mazorca (RMZ) .....	27
4.3.9. Temperatura de la hoja (TEM) .....	28
4.3.10. Senescencia 1 y 2 (SEN 1 y 2).....	28
4.4.1. Coeficientes de correlaciòn.....	30
V. CONCLUSIONES .....	33
VI. RESUMEN .....	34
VII. BIBLIOGRAFIA.....	35
VII. APÉNDICE .....	36

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1.</b> Maíces de tierras bajas tropicales y área de las diferentes clases de madurez.....	7
<b>Cuadro 2.2.</b> Ambientes subtropicales y de altitud media con las áreas correspondientes a clases de madurez ara varios tipos de grano.....	8
<b>Cuadro 2.3.</b> Días a la floración, rendimiento de grano e índice de cosecha de cultivares de maíz de zonas bajas y de zonas altas cultivados en cinco ambientes de diferentes temperaturas estacionales en México.....	11
<b>Cuadro 3.1.</b> Datos tomados en la estación meteorológica del UAAAN-UL 2009.....	15
<b>Cuadro 3.2.</b> Material genético utilizado.....	16
<b>Cuadro 3.3.</b> Fecha de riego, lamina de riego aplicada en la evluación de 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados bajo dos condiciones de riego evaluados en la UAAAN-UL, 2009.....	18
<b>Cuadro 4.1.</b> Cuadrados medios de 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados en dos condiciones de riego evaluados en la UAAAN-UL, 2009.....	23

<b>Cuadro 4.2.</b> Efecto de la condición de riego en las variables evaluadas en 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío evaluadas en la UAAAN-UL, 2009.....	24
<b>Cuadro 4.3.</b> Medias de los 20 mejores tratamientos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados en dos condiciones de riego en la UAAAN-UL, 2009.....	30
<b>Cuadro 4.4.</b> Coeficientes de correlación fenotípica entre 14 variables agronómicas en 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío UAAAN-UL, 2009.....	32

# I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los tres cereales más importantes del mundo, junto con el trigo y el arroz. Este cultivo se constituye en un alimento básico para el hombre y en una importante planta forrajera para los animales, además de sus otras utilidades (Ortega, 1987).

En México, el maíz es el principal cultivo en área sembrada, producción, valor de la producción, número de productores y jornales que genera (Sierra *et al.*, 2003), además se cultiva en todas las entidades federativas (Luna, 2003).

La clasificación de los ambientes del maíz se basa en las regiones climáticas correspondientes a las latitudes en que es cultivado. Los países o regiones comprendidas entre la línea ecuatorial y los 30° N y 30° S constituyen el ambiente tropical el maíz cultivado en esa zona se conoce como maíz tropical. 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 (Dowswell *et al.* 1996).

La cosecha mundial de maíz estimada para el 2007-2008 en 766.7 millones de toneladas, 2.6 millones menos de lo proyectado (Agropanograma, 2009). El maíz tropical se cultiva en 66 países y es de importancia económica en 61 de ellos, cada uno de los cuales siembra mas de 50 mil 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<sup>-1</sup> comparado con una media mundial de más de 4 000 kg ha<sup>-1</sup>, en tanto el rendimiento medio del maíz en las zonas templadas es de 7000 kg ha<sup>-1</sup> (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. 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 38 millones de hectáreas en los ambientes tropicales de tierras bajas, 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).

Dowswell, *et al.*, (1996) remarcan que estas clases de genotipos de maíz no siguen estrictamente los parámetros de latitud y altitud ya que las temperaturas del período de crecimiento tienen una influencia considerable sobre la adaptación del genotipo y han descrito en detalle estos principales ambientes del crecimiento indicando las temperaturas media, mínima, máxima y promedio de las estaciones de crecimiento del maíz.

En la clasificación de los mega-ambientes del maíz, el CIMMYT ha incluido algunas características adicionales que influyen sobre la adaptación y la aceptación de los genotipos de maíz en un ambiente específico. Estas son: a) la clase de madurez-tardía, intermedia, temprana y extra temprana, dependiendo del período de crecimiento y de la disponibilidad de humedad; b) el tipo de grano preferido por los agricultores y los consumidores (duro, dentado o harinoso) y, c) el color del grano-blanco o amarillo (CIMMYT, 1994).

Algunos ambientes 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. La sequía, el exceso de humedad, la deficiencia de nitrógeno, los suelos ácidos, la toxicidad del aluminio y la salinidad son algunos de los estreses abióticos más comunes en los ambientes del maíz en zonas tropicales bajas. 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 (CIMMYT, 1994).

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 (FAO, 1979).

El propósito de esta investigación fue evaluar un grupo de 50 colectas de maíz tropical de origen diverso tanto en riego óptimo como deficitario y, seleccionar los más sobresalientes con base a su adaptación, potencial de rendimiento y características agronómicas.

## **1.1. Objetivos**

1. Evaluar y seleccionar los genotipos por su adaptación con base a su potencial de rendimiento y características agronómicas.
2. Comparar el potencial de rendimiento en riego normal y deficitario.

## **1.2. Hipótesis**

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

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

**H20:** Los genotipos exhibirán diferente potencial de rendimiento en ambos tipos de riego.

**H2a:** Los genotipos exhibirán igual potencial de rendimiento en ambos tipos de riego

## **1.3. Metas**

Seleccionar al menos los 10 genotipos por su adaptación y respuesta al tipo de riego.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Maíz tropical

La zona tropical del planeta queda comprendida entre el trópico de cáncer y el de capricornio al norte y sur del ecuador respectivamente, comprendida aproximadamente a unos 23.5° de latitud Norte y Sur. Aunque esta división no coincide con la climatológica ya que estas zonas se rigen por su patrón de lluvia y temperatura.

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

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 Dowsell, *et al.*, (1996).

La cosecha mundial de maíz estimada para el 2007-2008 en 766.7 millones de toneladas, 2.6 millones menos de lo proyectado Agropanograma (2009). El maíz tropical se cultiva en 66 países y es de importancia económica en 61 de ellos, cada uno de los cuales siembra mas 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<sup>-1</sup> comparado con una media mundial de más de 4 000 kg ha<sup>-1</sup>. El rendimiento medio del maíz en las zonas templadas es de 7000 kg ha<sup>-1</sup> (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 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, ii) tierras tropicales medias, entre 1 000 y 1 600 msnm, y iii) tierras tropicales altas, a mas de 1 600 msnm. La mayor parte del germoplasma subtropical 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) sub-tropicales de tierras bajas y de media altitud, y c) tropicales de tierras altas. Se estima que se cultivan 38 millones de hectáreas en los ambientes tropicales de tierras bajas, 17 millones de hectáreas en los ambientes subtropicales y de media altitud y 6,5 millones de hectáreas en tierras tropicales altas. Es necesario sin embargo remarcar que estas mayores clases de genotipos de maíz no siguen estrictamente los parámetros de latitud y altitud ya que las temperaturas del período de crecimiento tienen una influencia considerable sobre la adaptación del genotipo. Dowswell, Paliwal y Cantrell (1996) han descripto en detalle estos principales ambientes del

crecimiento indicando las temperaturas media, mínima, máxima y promedio de las estaciones de crecimiento del maíz.

En la clasificación de los mega-ambientes del maíz, el CIMMYT ha incluido algunas características adicionales que influyen sobre la adaptación y la aceptación de los genotipos de maíz en un ambiente específico. Estas son: a) la clase de madurez-tardía, intermedia, temprana y extra temprana, dependiendo del período de crecimiento y de la disponibilidad de humedad; b) el tipo de grano preferido por los agricultores y los consumidores - duro, dentado o harinoso; y c) el color del grano-blanco o amarillo. Esta clasificación se encuentra en la Cuadro 2.1, la cual indica el área sembrada con las distintas clases de madurez de germoplasma en los ambientes más importantes de las tierras bajas tropicales. Una clasificación similar del maíz que crece en los ambientes subtropicales y de altitud media se presenta en la Cuadro 2.1.

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

Clases de madurez	Días a madurez	Área ( <i>millones ha</i> )	Tipo de grano	Área ( <i>millones ha</i> )
Extra-temprana	80 – 90	2,5	Blanco duro o blanco dentado	0,5
Temprana	90 – 100	8,5	Amarillo duro	2,0
			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.

**Cuadro 2.2.** Ambientes subtropicales y de altitud media con las áreas correspondientes a clases de madurez ara 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 amarillo duro o amarillo dentado
Tardía	9,5	Blanco duro, blanco dentado o amarillo duro o amarillo dentado

Algunos ambientes 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. 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, el exceso de humedad, la deficiencia de nitrógeno, los suelos ácidos, la toxicidad del aluminio y la salinidad son algunos de los estreses abióticos más comunes en los ambientes del maíz en zonas tropicales bajas. 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. La sequía, la siembra demasiado profunda, la adaptación a las bajas temperaturas y, algunas veces, el daño de las heladas, son causa de los mayores estreses en los ambientes de maíz tropical de zona alta. El maíz en la zona tropical también está sometido a estreses bióticos tales como enfermedades, insectos y plagas, incluyendo la planta parásita *Striga*.

## 2.2. Efecto de la sequía

La sequía afecta la producción agrícola en cerca del 60% de las tierras de los trópicos (Sánchez, Nicholaidis y Couto, 1977). Las sequías reducen los rendimientos del maíz en cerca de 15% anualmente en las tierras bajas

tropicales y subtropicales, llegando a causar pérdidas estimadas en 16 millones de toneladas de grano (Edmeades, Bolaños y Lafitte, 1992). En algunos años y en algunas regiones particulares esas pérdidas pueden ser mucho mayores; El maíz en la zona tropical raramente es cultivado bajo riego y la variabilidad natural en la cantidad y distribución de la lluvia significa que el estrés de sequía puede ocurrir en cualquier momento del ciclo de su cultivo. 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, Pearson y Searle, 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. Es difícil, por lo tanto, comparar los niveles de las sequías a través de los años, aún si el mismo nivel de estrés apareció en un momento particular del crecimiento del cultivo.

### **2.3. Efecto de la 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 más 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.

El maíz cultivado en las zonas tropicales bajas puede a menudo estar en un ambiente con condiciones de temperatura del aire por encima de las óptimas. Cuando las hojas transpiran libremente, la temperatura de las mismas estará 1° o 2°C por debajo de la temperatura del aire evitando el daño a los tejidos. Si la transpiración se reduce a causa de un cierre parcial de los estomas, la temperatura de la hoja puede llegar a ser de 3° a 6°C superior a la temperatura del aire y si el cierre de los estomas es total, la temperatura de la hoja puede ser hasta 10°C mas alta que la temperatura del aire (Squire, 1990). La fotosíntesis disminuye a temperaturas de la hoja mayores de 40°C, aparentemente a causa del daño a las membranas fotoinhibición y el daño es más severo en condiciones de alta radiación. En un principio esta fotoinhibición es reversible, pero los daños pueden ser irreversibles si la duración de las altas temperaturas es prolongada o si la temperatura de las hojas excede de 45°C, llegando así en los casos extremos a la muerte de los tejidos.

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).

**Cuadro 2.3.** Días a la floración, rendimiento de grano e índice de cosecha de cultivares de maíz de zonas bajas y de zonas altas cultivados en cinco ambientes de diferentes temperaturas estacionales en México.

Ubicación	Temperatura media (°C)	Cultivares	Días a floración	Rendimiento (t/ha)	Índice de cosecha
Batán 1993	16,7	Tierra alta	80	5,1	0,38
		Tierra baja	106	4,7	0,33
Batán 1989	16,8	Tierra alta	75	4,2	0,29
		Tierra baja	104	2,7	0,20
Tierra baja	17,6	Tierra alta	nd	1,7	0,22
		Tierra baja	nd	7,2	0,41
Tlaltizapán	24,6	Tierra alta	57	0,4	0,08
		Tierra baja	59	8,4	0,48
Poza Rica	27,8	Tierra alta	56	0,1	0,03
		Tierra baja	55	5,7	0,47

Los cultivares de tierras altas son *H-32* y *Across 8201*. Los cultivares de tierras bajas son variedades experimentales del CIMMYT, poblaciones 21, 22, 26 y 28. Fuente: Lafitte y Edmeades, (1996).

## 2.4. 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).

Rázuri *et al.*, (2008) realizaron una investigación para evaluar el efecto del riego deficitario controlado a través de la aplicación de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y características morfológicas del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) cv. Presto, durante los meses de abril a agosto de 2005, producido en condiciones de campo en terrenos de la estación experimental del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad de Los Andes (IIAP ULA), en el estado Mérida, Venezuela. Los tratamientos consistieron en aplicar cuatro láminas de reposición de agua 100% ETc, 80% ETc, 70% ETc, 60% ETc., calculados a partir de los registros diarios de evaporación en un tanque evaporímetro tipo A y afectados por el coeficientes Kp (Coeficiente de tina, método FAO 33,1980). Aunque las diferencias por rendimiento, tamaño y peso de fruto entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas, los resultados indicaron que el rendimiento más elevado de tomate en las categorías total y comercial se logró con el tratamiento "T2" es decir afectando la ETc por el coeficiente de 0,80 con 62,71 Tn ha<sup>-1</sup> y 53,16 Tn ha<sup>-1</sup> respectivamente. La cantidad de agua aplicada por hectárea osciló entre 3.602 m<sup>3</sup>/ha y 2.530 m<sup>3</sup>/ha para los coeficientes de 1 y 0,6 respectivamente. En la comparación de los volúmenes de agua aplicados por hectárea se observó que el coeficiente 0,8 con que se obtuvo mayor producción, represento un ahorro del 22% con relación al coeficiente 1, que vendría a representar el requerimiento total de la evapotranspiración.

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 (Ruiz-Sánchez y Girona, 1995).



Saavedra (2006), en durazno, se cuantificó el efecto de tres láminas de agua (100%, 75% y 50% de los requerimientos) durante toda la temporada, además de restricciones del 75% y 50% para cada período (primavera, verano y otoño), La aplicación de restricciones hídricas en ciertos períodos no resultó interesante, ya que si bien se logró mantener la producción en todos los casos, ninguno de estos tratamientos logró una eficiencia mayor en el uso de agua que el tratamiento con el 75% de los requerimientos en todo el período.

## **2.5 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 % (Súber y Kang, 1978).

## **2.6 Senescencia 1 y 2**

La senescencia es el último estadio en el desarrollo ontogénico de una hoja. Comúnmente definimos la senescencia como un proceso de desmantelamiento 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 exportación del N y otros nutrientes liberados hacia otros órganos (v.g., semillas, tubérculos, etc); y -2 un proceso final de muerte celular una vez que la redistribución de nutrientes ha sido completada. 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 “reverdecir” aún después que han perdido el 90% de la clorofila y proteínas (v.g., 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. Guamet (2009).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del area experimental

##### 3.1.1 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 con deficiencia de lluvias en todas sus estaciones, además que cuenta con temperaturas semi-calidas con inviernos benignos. Las condiciones climaticas del sitio experimental se pueden observar en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1.** Datos tomados en la estación meteorológica del UAAAN-UL 2009.

	<b>Pres.</b>	<b>T. Max.</b>	<b>T. min</b>	<b>T. Med</b>	<b>W max</b>	<b>EP</b>
Mayo	0.69	32.3	19.8	26.05	4.94	10.11
Junio	2.12	33.9	22.0	15.83	4.92	10.51
Julio	1.95	33.2	22.9	16.29	5.14	10.91
Agosto	1.34	31.1	20.8	2.51	4.05	9.42
Septiembre	3.97	0	0	0	0	6.20

\*= Promedio, +=Acumulado Prec.= Precipitación en mm, T. Max.= Temperatura máxima (°C), T.Min.=Temperatura minima (°C), T. Med.= Temperatura media (°C), W. max.= Velocidad del viento maxima (km/hr), (%), EP= Evaporación potencial (mm).

El presente trabajo se realizó en el 2009 en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón, Coahuila como parte del programa de mejoramiento genético en maíz del departamento de fitomejoramiento.

### 3.2. Material genético

Consistió de 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío proveniente del Centro Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT) como parte del programa de mejoramiento del FONTAGRO dentro del programa global de maíz. Cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2.** Material genético utilizado.

GENEALOGIA		GENEALOGIA	
SINA	82	CUBA	85
PAZM	10036	VENE	1011
BRAZ	1277	CUBA	83
SNLP	101	MORE	100
VENE	648	PAZM	2079
COAH	60	PAZM	7128
CARIBENO MC 2		PAZM	8030
PAZM	10122	PAZM	14147
CUBA	84	CUBA	88
ARZM	06 050	PANA	64
MORE	111	CUBA	94
SNLP	104	COMPUEST TUXP	
SNLP	113	VERA	215
ARZM CRISCO		RDOM	272
PAZM	2076	SNLP	111
SONO	74	ARZM CRAMAN	
PAZM	4039	BRAZ	1721
BRAZ	1195	PAZM	14119
Pool 25 x CL-02450 (Best testcrosses)		PAZM	10026
PAZM	7112	BRAZ	1273
MORE	90	SNLP	105
BRAZ	2225	PAZM	14135
PUER	GP4	BRAZ	2315
BRAZ	1059	PAZM	8077
SINA	21	PAZM	2036

### **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 5 m de largo y 0.75 m entre surcos, y una distancia entre planta y planta de 0.25 m.

### **3.4. Manejo agronomico**

#### **3.4.1 Preparación de terreno**

La preparación de terreno consistió en un barbecho, rastra, nivelación y trazo de surcos, e instalación de sistema de riego usando sintillas de calibre 6000 con emisores a 20 cm como modelo de irrigación.

#### **3.4.2 Siembra**

Se realizó en seco y manualmente el día 25 de mayo del 2009, depositando dos semillas por golpe a 0.25 m de distancia, aclarándose a los 25 días a una planta para una población aproximada de 53 mil plantas por hectareas.

#### **3.4.3 Fertilización**

Se fertilizó con la fórmula 180-100-00 aplicándose el 50% de nitrógeno y todo el fósforo, y posteriormente en el primer cultivo se aplicó el resto del nitrógeno.

#### **3.4.4 Riegos**

Durante ciclo se riego con un sistema de riego presurizado con el cual se aplicó una lámina total de 24 y 20 cm para riego óptimo y para riego deficitario respectivamente, Cuadro 3.3.

**Cuadro 3.3.** Fecha de riego, lamina de riego aplicada en la evluación de 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardio evaluados bajo dos condiciones de riego evaluados en la UAAAN-UL, 2009.

Riego Optimo							Riego Deficitario						
Día	Fecha m/d	Hr. R†.	Ac.	Lam. Cm	Ap.	Lam. Cm	Ac.	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 hr de riego.

### 3.4.5. Control de plagas

Se realizo según la presencia y/o la infectación de plagas presentandose el gusano cogollero (*Spodotera frugiperda*) aplicando cipermetrina con una dosis de 100 g de ingrediente activo por hectarea i.a/ha. Y clorpirifos etil 720 g de ingrediente activo por hectarea i.a/ha., para la segunda plaga araña roja se aplico abamectina 9 g/ha.

### 3.4.6. Control de maleza

Para mantener libre de malezas el cultivo, al momento de la siembra se aplico un herbicida pre-emergente (Primagram gold a razon de 4 L/ha.). Ademas se aplico un cultivo a los 31 dds, y posteriormente antes de floración el control fue manual.

### **3.4.7. Cosecha**

La cosecha se realizo a mano los dias 24 y 25 de octubre, cosechandose el total de las mazorcas de la parcela. Posteriormente las mazorcas de cada parcela se depositaron al inicio de la misma para su pesado y calificados.

## **3.5. Características evaluadas**

### **3.5.1. Dias a floración masculina**

Se registro como el número de dias transcurridos desde la siembra asta la fecha en la cual el 50 por ciento de las plantas de la parcela se encontraban leberando polen.

### **3.5.2. Dias a floración femenina**

Se registro como el número de dias transcurridos desde la siembra asta la fecha en la cual el 50 por ciento de la plantas de la parcela tenian o mostraban estipmas 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 hasta el nudo donde inicia la panoja o espiga.

### **3.5.4. Altura de mazorca**

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

### **3.5.5. Acame de Raíz**

Se tomo al final del ciclo antes de la cosecha, registrandose el número de plantas con una inclinación  $30^{\circ}$  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 registro como el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tenían expuesta alguna parte de la mazorca. Esta variable se califico en una escala del 1 a 5 donde 1 es cobertura excelente y 5 es cobertura deficiente o mala.

### **3.5.8. Mazorcas podridas**

Se cuantifico 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 cosechada.

### **3.5.9. Textura**

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

### **3.5.10. Aspecto de mazorca**

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



### **3.5.11. Rendimiento de mazorca**

Se estimo con base al peso de campo de cada parcela transformandose de kilos por parcela a kg/ha.

### **3.5.12. Temperatura**

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

### **3.5.13. Senescencia 1 y 2**

Esta variable se cuantifico en dos fechas al final del ciclo el 02 y el 16 de septiembre a los 97 y 101 dds. Se califico en una escala de 1 a 10 donde cada unidad represento un 10 porciento. Dependiendo del estrato de la planta que mostraba la senescencia correlativamente de la base hacia los estratus superiores.

## **3.6. Coeficiente de correlación**

Se aplico la estadística para el calculo del coeficiente de correlación entre las variables evaluadas de acuerdo a la siguiente formula.

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2}}$$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se resume en los Cuadros 4.1, 4.2, 4.3, y 4.4. En el Cuadro 4.1, se presentan la significancia de cuadrados medios de 14 variables evaluadas en 50 genotipos de maíz cultivado bajo riego óptimo y deficitario, donde con excepción de acame de tallo (ATT) y aspecto de mazorca (AMZ) los cuales fueron no significativos, el resto de las variables fueron altamente significativas. Lo anterior implica que la condición de riego tuvo un efecto significativo en el comportamiento de los genotipos, ya que 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, el área foliar, el volumen de las raíces, el déficit de la presión de vapor atmosférica, la temperatura y la radiación (Edmeades, Bolaños y Lafitte, 1992).

Respecto a la fuente de variación de tratamientos (Trat), la cual explica el comportamiento promedio de los genotipos evaluados, se observa que con excepción de la variable temperatura (TEM) la cual fue no significativa, en el resto los genotipos mostraron una respuesta diferencial significativa y altamente significativa. Las diferencias encontradas se deben a que el origen de los genotipos son distintos, donde se encuentran materiales de origen mexicano, brasileño, cubano, venezolano, peruano y mejorado del CIMMYT, (Pool 25 x CL-02450).

No se observó un efecto significativo en la interacción de los tratamientos y la condición de riego (**CRxTrat**) para la mayoría de las variables con excepción de floración femenina (FF) y altura de mazorca (AM) que fueron altamente significativas.

**Cuadro 4.1.** Cuadrados medios de 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados en dos condiciones de riego evaluados en la UAAAN-UL, 2009.

F.V	CR	Rep (CR)	Blo(CR*Rep)	Trat	CRxTrat	Error	C.V %	Media
GL	1	4	54	49	49	142		
FM	345.61**	7.42*	9.06**	186.03**	3.39	2.58	2.19	73.42
FF	1404.00**	55.00	57.11	155.55**	147.61**	46.63	8.78	77.70
AP	4.25**	0.73**	0.14**	0.25**	0.06	0.05	8.68	2.61
AM	1.04**	0.15*	0.11**	0.22**	0.10**	0.05	12.64	1.78
ART	11.60**	2.24**	0.54**	1.00**	0.28	0.31	32.42	1.74
ATT	0.42	0.44	0.27	0.32*	0.20	30.72	39.72	1.17
COB	0.12**	0.05	0.04	0.16**	0.03	0.03	13.04	1.33
MP	6343.40**	520.07*	183.27*	623.58**	154.92	122.86	51.8	21.39
TEX	71.54**	4.68**	0.74	7.77**	0.97	0.74	27.79	3.10
AMZ	0.52	4.31**	0.91**	2.59**	0.4	0.31	18.25	3.05
RMZ(x10 <sup>6</sup> )	45.8**	53.5**	6.81**	13.69**	1.42	1.73	25.65	5130.65
TEM	8.63**	2.12*	1.46**	0.93	0.82	0.7	2.91	28.77
SEN1	2.03**	1.13**	0.06**	0.12**	0.04	0.03	9.41	1.86
SEN2	0.27**	2.93**	0.12**	0.09**	0.04	0.03	6.71	2.65

\*,\*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Planta, ART= Acame de Raíz, ATT= Acame de Tallo, COV= Cobertura, MP= % de Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AMZ= Aspetto de Mazorca, RMZ= Rendimiento de Mazorca, TEM= Temperatura, SEN1= Senescencia 1, SEN2= Senescencia2.

Con respecto al efecto de la condición de riego los genotipos en promedio en el riego óptimo presentaron mayor altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), cobertura (COB), pudrición de mazorca (MP) y rendimiento de mazorca (RMZ), en contraste con el riego deficitario los genotipos fueron de ciclo mas tardío, con mayor acame de raíz y tallo, con mayor temperatura en la hoja y mayor efecto de la senescencia. Los efectos 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 adelantó los procesos de senescencia foliar. Rázuri *et al.*, (2008), no encontró diferencias significativas en rendimiento en tres niveles de riego en tomate.

**Cuadro 4.2.** Efecto de la condición de riego en las variables evaluadas en 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío evaluadas en la UAAAN-UL, 2009.

Variable†	Condición de Riego	
	Óptimo	Deficitario
FM	72.3 b	74.5 a
FF	75.5 b	79.9 a
AP	2.74 a	2.50 b
AM	1.85 a	1.73 b
ART	1.55 b	1.94 a
ATT	1.55 b	1.94 a
COB	1.36 a	1.32 b
MP	26.0 a	16.80 b
TEX	3.59 a	2.62 b
AMZ	3.10 a	3.01 a
RMZ	5521.40 a	4739.90 b
TEM	28.61 b	28.95 a
SEN1	1.79 b	1.95 a
SEN2	2.62 b	2.68 a

† FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Planta, ART= Acame de Raíz, ATT= Acame de Tallo, COV= Cobertura, MP= % de Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AMZ= Aspecto de Mazorca, RMZ= Rendimiento de Mazorca, TEM= Temperatura, SEN1= Senescencia 1, SEN2= Senescencia2.

#### 4.3.1. Floración masculina y femenina

El periodo de floración masculina fue de 63.5 a 105 días, donde el genotipo T43 (MORE-111) y la más precoz el T03 (Pool25xcl-02450); en tanto la femenina osciló de 69.3 a 101.8, donde el T44 (MORE-90) fue la más tardía y, el T03 (Pool25xcl-02450) repiten como la de mayor precocidad.

Dentro de los mejores 20, se observa que el periodo de floración masculina como femenina no existe significancia entre la media general (MG) y la media de los seleccionados (MS). Se observa que el T03 (Pool25xcl-02450) es también el más precoz y el de mayor rendimiento.

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

Se observa que el genotipo de mayor altura de planta fue el T29 (PAZM 2036), y la de menor altura de planta fue el T06 (PAZM 8077), en tanto el genotipo de mayor altura de mazorca fue el T50 (CUBA 83) y el de menor altura de mazorca fue el T06 (PAZM 8077).

Dentro de los 20 mejores, se detectan diferencias significativas en la altura de planta (AP) y mazorca (AM) entre la media general (MG) y la media de los seleccionados (MS).

#### **4.3.3. Acame de Raíz (ART) y Tallo (ATT)**

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

El genotipo con menor acame de raíz fue el T03 (Pool25xcl-02450) con un valor transformado de 0.78 que equivale a 0.8%, en tanto el genotipo que presentó mayor porcentaje de acame de raíz fue el T50 (VERA 215) con 3.01 transformado, que equivale a 48.3%; respecto al acame de tallo, el genotipo que se observó con menor acame de tallo fue el T50 (VERA 215) 0.86 y el mayor acame de tallo fue el T18 BRAZ-1273 con 1.98 que equivalen a 18.2% respectivamente. Comparativamente la media del general fue estadísticamente igual a la media de los seleccionados Cuadro 4.3.

#### **4.3.4. Cobertura de mazorca (COB)**

Esta variable es importante para la producción del grano porque 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 a 5, donde 1 es cobertura excelente y 5 es cobertura deficiente o mala. Se observa en el Cuadro 1A. Que la media general de cobertura de los 50 genotipos fue de 1.35, con un máximo de 1.85 y un mínimo de 1.20 respectivamente; el genotipo que presentó una excelente cobertura fue el T03 (Pool25xCL-02450), estadísticamente igual a 12 genotipos y, el de mala o deficiente cobertura fue el T40 (MORE-100).

En los 20 seleccionados la media fue de 1.3, estadísticamente igual a la media general (MG), lo cual indica que los genotipos tienen buena cobertura.

#### **4.3.5. Porcentaje de mazorcas podridas (MP)**

La pudrición de mazorca es la enfermedad más común en todo el mundo, en climas cálidos húmedos y secos (De León, 1984). Este problema se reporta en la mayoría de los países que cultivan maíz y puede ocasionar daños ligeros, moderados y severos (Ortega y De León, 1971). Las enfermedades que atacan el grano y la mazorca pueden reducir considerablemente el rendimiento, la calidad, y el valor alimenticio (Jugenheimer, 1981).

El porcentaje de mazorca podrida se observa que el T44 (MORE 90) con un 64.8%, y un 2.3% el T03 Pool25xcl-02450. En promedio los 50 genotipos registraron 21.4% y, en los 20 mejores genotipos, se observó un 15.0% estadísticamente iguales; el amplio rango en la susceptibilidad en esta variable es un indicativo de la variación existente en los materiales evaluados.

#### **4.3.6. Textura (Tex)**

Se calificó 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 uno es cristalino, el 2.5 es cuando presentaba el 50 % de cristalino y el 50 % de dentado y el 5 dentado.

En promedio, los genotipos presentaron una textura de 3.1, lo cual indica un predominio del tipo dentado y, en los 20 mejores esta textura fue más evidente (3.7). Solo dos de los 20 mejores presentaron una textura de tipo cristalino (T36 y T06) y, diez mostraron una textura de tipo dentado. Lo anterior coincide con CIMMYT, (1998) en afirmar que el tipo dentado es el preferido por el agricultor, pues es el tipo de maíz cultivado más comúnmente para grano y ensilaje.

#### **4.3.7. Aspecto de mazorca (ASM)**

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 5 es muy deficiente.

Los genotipos evaluados presentaron un amplio rango para esta variable, pues osciló de 0.83 a 4.75, lo cual permite inferir que existen mazorcas con buen aspecto. En general el promedio del ASM fue de 3.1 y, en los 20 mejores el ASM mejoró con un valor medio de 2.7. Dentro de los mejores 20 genotipos, 15 presentan valores menores a “3” y, dentro de éstos, solo el T03 presentó una calificación cercana al óptimo (1.17).

#### **4.3.8. Rendimiento de mazorca (RMZ)**

El RMZ también presentó una variación importante, pues el mayor potencial se observó para el T03 con 10560 Kg/ha, en contraste el T43 solo produjo 71.1 Kg/ha. En promedio (MG) los 50 genotipos produjeron 5130.7 Kg/ha, en comparación con los 20 mejores donde el RMZ fue de **6578.7** Kg/ha. El T03 como cruza simple (Pool 25 x CL-02450) con 10560 Kg/ha, fue estadísticamente igual a los genotipos (colectas) T32 (ARZM 06050), T11 (SINA 82) y T50 (VERA 215) y, superiores al resto. Así mismo se advierte que T03 además fue de ciclo precoz, de buen porte, tolerante al acame de raíz y

tallo, con buena cobertura, con el menor porcentaje en pudrición de la mazorca, buen aspecto de mazorca y de textura tipo cristalino.

Si se considera que en promedio del total del peso de la mazorca, el peso del olote oscila del 18 al 22%, por lo que el rendimiento de grano del T03 oscilaría de 8659.3 a 8236.8 Kg/ha respectivamente.

#### **4.3.9. Temperatura de la hoja (TEM)**

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

No se observaron diferencias entre los genotipos para esta variable, pues la magnitud de la temperatura osciló de 28.0 a 29.7°C, y para una media general de 28.8°C.

#### **4.3.10. Senescencia 1 y 2 (SEN 1 y 2)**

La senescencia es el último estadio en el desarrollo ontogénico de una hoja. Comúnmente definimos la senescencia 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. Por ejemplo, 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, (Zavaleta-Mancera et al. 1999).

En el presente trabajo la variable se tomo en dos etapas, la primera 15 días después de floración y la segunda 15 días después. En la (SEN1), no se



observò diferencias significativas observandose un maximo de 2.3 que representa un 20.3% y un minimo de 1.5, que es un 10.5%. En la segunda toma de senescencia (SEN 2), los genotipos fueron diferentes, y se detectò un maximo de 3.03 que representa un 30.03 % y un minimo de 2.37 que es un 20.37 % de la senescencia.

La media de los 20 genotipos fue menor y estadísticamente diferente a la media de los 50 genotipos en la SEN2, lo cual es una razón que reafirma la superioridad de los selectos, lo cual esta acorde con las expectativas teòricas (Zavaleta-Mancera et al. 1999).

**Cuadro 4.3.** Medias de los 20 mejores tratamientos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados en dos condiciones de riego en la UAAAN-UL, 2009.

TRAT	FM	FF	AP	AM	ART	ATT	COB	MP	TEX	AMZ	RMZ	TEM	SEN1	SEN2
03	68.30	69.3	2.38	1.48	0.78	1.05	1.20	2.33	2.42	1.17	10560.0	28.6	1.57	2.40
32	71.00	75.8	2.45	1.84	2.05	1.01	1.20	15.17	1.25	2.08	8213.3	28.8	1.78	2.40
11	68.20	71.0	2.55	1.74	1.78	0.90	1.33	12.83	5.0	2.33	7893.3	28.6	1.93	2.77
50	79.30	85.0	3.08	2.22	2.55	0.86	1.33	18.50	4.58	3.08	7706.6	28.3	1.80	2.37
28	72.00	75.3	2.76	1.84	1.71	1.15	1.20	12.33	3.08	2.25	7404.4	28.0	1.83	2.57
47	84.60	91.3	2.86	2.13	1.78	0.93	1.46	29.17	4.58	3.25	6328.9	29.6	1.80	2.40
27	71.60	78.5	2.54	2.05	0.93	1.05	1.20	17.17	3.5	2.50	6320.0	28.9	1.75	2.43
29	79.00	82.2	3.15	2.11	2.05	1.28	1.26	15.17	5.0	3.33	6320.0	28.2	1.92	2.47
16	69.16	73.5	2.61	1.70	1.26	1.01	1.20	18.83	2.5	2.67	6204.5	28.9	1.85	2.67
2	73.00	78.0	2.93	1.99	1.66	1.00	1.58	11.42	5.0	2.58	6177.8	28.2	1.95	2.57
10	70.50	74.5	2.53	1.73	2.05	1.01	1.60	18.33	3.75	2.92	6080.0	28.9	1.52	2.53
31	72.33	76.2	2.72	1.94	1.53	1.26	1.51	11.17	4.58	2.58	5991.1	28.7	1.90	2.57
5	71.00	75.2	2.59	1.85	2.01	1.23	1.58	20.33	4.33	2.83	5964.4	29.0	1.97	2.85
23	70.33	74.5	2.79	1.76	1.48	0.93	1.20	11.00	2.5	2.67	5946.7	29.1	1.90	2.73
26	71.16	75.3	2.39	1.61	1.13	1.16	1.26	13.50	2.92	2.83	5920.0	28.5	1.82	2.67
6	69.66	71.0	2.23	1.45	1.3	1.18	1.20	10.50	1.75	2.67	5840.0	29.3	2.00	2.73
36	71.66	75.3	2.89	2.02	1.51	1.18	1.20	12.17	4.17	2.75	5751.1	29.4	2.07	2.73
30	72.16	78.2	2.61	1.8	1.51	1.01	1.26	13.17	2.92	3.25	5688.9	28.4	1.82	2.40
24	72.83	78.5	2.54	1.86	1.71	1.16	1.20	19.67	4.58	2.92	5635.5	28.8	1.95	2.82
42	75.00	80.8	2.82	1.97	2.28	1.06	1.33	17.00	5.00	3.17	5626.6	28.7	2.00	2.63
<b>MS</b>	<b>72.60</b>	<b>77.0</b>	<b>2.70</b>	<b>1.90</b>	<b>1.70</b>	<b>1.10</b>	<b>1.30</b>	<b>15.00</b>	<b>3.70</b>	<b>2.70</b>	<b>6578.7</b>	<b>28.7</b>	<b>1.90</b>	<b>2.60</b>
<b>MG</b>	73.40	77.7	2.61	1.78	1.74	1.17	1.35	21.40	3.10	3.06	5130.7	28.8	1.87	2.65
<b>Min</b>	63.50	69.3	2.23	1.21	0.78	0.86	1.20	2.33	0.17	0.83	71.1	28.0	1.52	2.37
<b>Max</b>	105.0	101.8	3.25	2.22	3.01	1.98	1.85	64.67	5.00	4.75	10560.0	29.7	2.30	3.03
<b>DMS</b>	<b>3.79</b>	<b>16.1</b>	<b>0.53</b>	<b>0.53</b>	<b>1.33</b>	<b>1.09</b>	<b>0.41</b>	<b>26.14</b>	<b>2.03</b>	<b>1.31</b>	<b>3104.8</b>	<b>1.97</b>	<b>0.41</b>	<b>0.41</b>

DMS= Diferencia Mínima Significativa al 0.05 de probabilidad. FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, ART= Acame de Raíz, ATT= Acame de Tallo, COB= Cobertura, MP= % de Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AMZ= Aspetto de Mazorca, RMZ= Rendimiento de Mazorca, TEM= Temperatura, SEN1= Senescencia 1, SEN2= Senescencia2; MG y MS= Media general y de los 20 seleccionados.

#### 4.4.1. Coeficientes de correlación

Floración masculina (FM) correlaciona positiva y significativamente con floración femenina (FF) y con acame de raíz (ART), con valores 0.60 y 0.62, lo cual sugiere que a medida que se atrase la FM la planta será más susceptible al ART. Floración Femenina (FF) correlaciona positiva y significativamente con

Altura de mazorca (AM), MP y AMZ con valores de 0.67, 0.69 y 0.64 respectivamente. El aspecto de mazorca estuvo influenciado por la MP (0.77\*\*), y esta a su vez, al parecer influyo negativamente (-0.61\*\*) en el RMZ. Sencencia 1 correlaciono con la SEN2 lo cual parece logico dado que al parecer las plantas que inician este proceso fisiologico tambien se mantienen hasta el final.

**Cuadro 4.4.** Coeficientes de correlación fenotípica entre 14 variables agronomicas en 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío. UAAAN-UL, 2009.

	FM	FF	AP	AM	ART	ATT	COB	MP	TEX	AMZ	RMZ	TEM	SEN1	SEN2
FM	1	<b>0.60**</b>	0.59**	0.16	<b>0.62**</b>	-0.02	0.21	0.29*	-0.1	0.04	-0.55**	0.07	0.10	-0.10
FF		1	0.55**	<b>0.67**</b>	0.40**	-0.01	0.50**	<b>0.69**</b>	0.14	<b>0.64**</b>	0.44**	0.09	0.11	-0.25
AP			1	0.57**	0.57**	-0.1	0.35**	0.13	0.42**	0.12	-0.1	-0.11	0.11	-0.27*
AM				1	0.26	-0.16	0.27	0.24	0.49**	0.43**	0.07	-0.05	0.13	-0.32*
ART					1	0.12	0.31*	0.33*	0.13	0.19	-0.36**	0.002	0.20	0.13
ATT						1	0.11	0.35**	-0.003	0.29*	-0.29*	0.07	0.41**	0.46**
COB							1	0.59**	0.15	0.52**	-0.34**	0.10	0.06	0.01
MP								1	-0.11	<b>0.77**</b>	<b>-0.61**</b>	0.29*	0.22	0.19
TEX									1	0.14	0.29*	-0.06	-0.05	-0.21
AMZ										1	0.55**	0.06	0.21	0.19
RMZ											1	-0.16	-0.27*	0.43**
TEM												1	0.18	0.17
SEN1													1	<b>0.64**</b>
SEN2														1

\*,\*\* Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Planta, ART= Acame de Raíz, ATT= Acame de Tallo, COB= Cobertura, MP= % de Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AMZ= Aspetto de Mazorca, RMZ= Rendimiento de Mazorca, TEM= Temperatura, SEN1= Senecencia 1, SEN2= Senecencia2.

## V. CONCLUSIONES

- Los genotipos en el riego óptimo presentaron mayor AP, AM, COB, MP y RMZ, en contraste con el deficitario fueron de ciclo más tardío, mayor ART y ATT, mayor TEM en la hoja y mayor SEN.
- El T03 como cruza simple (Pool 25 x CL-02450) con 10560 Kg/ha, fue estadísticamente igual a los genotipos (colectas) T32 (ARZM 06050), T11 (SINA 82) y T50 (VERA 215) y, superiores al resto.
- El aspecto de mazorca estuvo influenciado por la MP (0.77\*\*), y esta a su vez, al parecer influyó negativamente (-0.61\*\*) en el RMZ.

## VI. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicada en periferico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe, Torreón Coahuila México, durante el ciclo primavera 2009. El objetivo de este experimento fue Evaluar y seleccionar los genotipos por su adaptación con base a su potencial de rendimiento y características agronómicas, y comparar el potencial de rendimiento en riego normal y deficitario. Consistió de 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío proveniente del Centro Internacional de Maíz y Trigo (CIMMYT) dentro del programa global de maíz. Se utilizó un diseño una distribución de tratamientos en alfa latice con 30 bloques y 5 tratamientos por bloque, en 3 repeticiones. La parcela experimental fue de 5 m de largo y 0.75 m entre surcos, y una distancia entre planta y planta de 0.25 m. Las variables evaluadas fueron: (FM) Floración Masculina, (FF) Floración Femenina, (AP) Altura de Planta, (AM) Altura de Planta, (ART) Acame de Raíz, (ATT) Acame de Tallo, (COB) Cobertura, (MP) % de Mazorcas Podridas, (TEX) Textura, (AMZ) Aspecto de Mazorca, (RMZ) Rendimiento de Mazorca, (TEM) Temperatura, (SEN1) Senescencia 1, (SEN2) Senescencia2. El análisis estadístico para las variables agronómicas con el paquete SAS (SAS Institute, Inc.; SAS.B. 2009). Los genotipos en el riego óptimo presentaron mayor AP, AM, COB, MP y RMZ, en contraste con el deficitario fueron de ciclo más tardío, mayor ART y ATT, mayor TEM en la hoja y mayor SEN. El genotipo T03 fue el de mayor rendimiento estadísticamente. El aspecto de mazorca estuvo influenciado por la MP (0.77\*\*), y esta a su vez, al parecer influyó negativamente (-0.61\*\*) en el RMZ.

**Palabras claves:** Rendimiento de mazorca, Selección, Pudrición de mazorca, Aspecto de mazorca.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Agropanorama (2009)** Producción mundial de maíz 2007/08.  
[http://www.agropanorama.com/news/001\\_enero](http://www.agropanorama.com/news/001_enero)  
2008/05\_28a100/01\_global\_producciónmundialM.
- Atiken Y (1974)** Flowering time, climate and genotype. Melbourne University Press. Melbourne Australia. 193 p.
- CIMMYT (1988)** Maize production regions in developing countries. Maize Program, CIMMYT. Mexico, DF.
- CIMMYT (1994)** 1993/94 world maize facts and trends. Mexico, DF.
- 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. 114 p.
- Dowswell, CR, Paliwal, RL and Cantrell, RP 1996.** Maize in the third world. Boulder, CO, USA, Westview 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, p. 93-111. Washington, DC, ASTA.
- Edmeades, G O, Bolaños, J, Lafitte, H R 1990.** Selecting for drought tolerance in maize adapted to the lowland tropics. In *Proc. 4th Asian Reg. Maize Workshop*, Islamabad, Pakistan, p. 34. Bangkok, CIMMYT-ARMP.
- 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: 1225-1232.

- 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.
- Guiamet J J (2009)**. Instituto de Fisiología Vegetal, Universidad Nacional de La Plata, La senescencia foliar: incógnitas del desmantelamiento celular, <http://www.safv.com.ar/Giamet101004.pdf>. 1-5 pp.
- Jugenheimer, R W (1981)** Maíz, Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivos y Producción de Semillas. Limusa. México, D.F., México. Pp. 357-442.
- Lafitte, H R, Edmeades, G O (1996)** Temperature effects on radiation use and biomass partitioning in diverse tropical maize cultivars. *Field Crops Res.* (in press).
- Luna F M (2003)** ¿Porqué no se deja de producir maíz en México? *In: El campo no aguanta más.* R Schwentesius, M A Gómez, J L Calva (coords). UACH. Chapingo, Edo. de Méx. pp: 115-132.
- Norman, M J T, Pearson, C J, Searle, P G E (1995)** The ecology of tropical food crops. New York, NY, USA, Cambridge University Press. 430 pp.
- Ortega, A (1987)** Insectos Nocivos del maíz, una guía para su identificación en el campo. México, D. F.: CIMMYT., 106 p.
- Ortega, A, and De León, C (1971)** Plant Protection. In: A. Carballo, And D. Bork (eds.). Proceeding of the First Maize Workshop. CIMMYT. El Batán, Edo. de México. pp. 95-102.



- Paulsen, G M** (1994) High temperature responses of crop plants. *In* K.J. Boote, J.M. Bennett, T.R. Sinclair and G.M. Paulsen, eds. *Physiology and determination of crop yield*, p. 365-389. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.
- Poehlman, J M**, (1979) *Breeding Field Crops*. 2<sup>nd</sup> ed. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Porter J R, R Delecolle** (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, G Romero D, E R Romero C (2008)** José D. Hernández<sup>1</sup> y José G. Rosales<sup>1</sup>Efecto del riego deficitario controlado en la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo riego localizado. *Agricultura Andina* Volumen 14: 31-48.
- Rázuri, L (1986)** *Diseño de riego por goteo*. CIDIAT, Mérida.
- Ruiz-Sánchez, M y C Girona, I (1995)** Investigaciones sobre Riego deficitario Controlado en Melocotonero *In*: Zapata, M. y Segura, P. Eds. *Riego Deficitano Controlado*. Madrid, Mundiprensa. pp 67-95.
- Saavedra P A (2006)** Ensayo de riego deficitario controlado en palto (*Persea americana* Mill), cv. Hass en la localidad de Quillota. Freddy. Universidad Católica De Valparaíso Facultad De Agronomía Área De Fruticultura Taller de Licenciatura, Chile.69p.
- Sánchez, PA, Nicholaides, JJ, Couto, W** (1977) Physical and chemical constraints to food production in the tropics. *In* G. Bixler and L.W. Shenilt, eds. *Chemistry and world food supplies: the new frontiers*, CHEMRAWN II, p. 89-105. Los Baños, Philippines, IRRI.

**Sierra M M**, A Palafox C, O Cano R, F A Rodríguez M, A Espinoza C, A Turrent F, N Gómez M, H Córdova O, N Vergara A, R Aveldaño S, J A Sandoval R, S **Barrón F**, J Romero M, F Caballero H, M González C, E Betanzos M (2003) H-553C, híbrido de maíz de calidad proteínica para el trópico húmedo de México. *Rev. Fitotec. Mex* 26(1):117-119.

**Squire, G R** (1990) *The physiology of tropical crop production*. Oxon, UK, CAB International. 236 pp.

**Zavaleta-Mancera H A**, Franklin 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.

## **VII. APÉNDICE**

**Cuadro 1A.** Medias de 50 genotipos de maíz tropical de ciclo tardío evaluados bajo dos condiciones de riego en la UAAAN-UL, 2009.

TRAT	FM	FF	AP	AM	ART	ATT	COB	MP	TEX	AMZ	RMZ	TEM	SEN1	SEN2
3	68.3	69.33	2.4	1.5	3.5	1.1	1.2	2.33	2.42	1.17	10560	28.57	1.57	2.4
32	71	75.83	2.5	1.8	18	1	1.2	15.17	1.25	2.08	8213.3	28.83	1.78	2.4
11	68.2	71	2.6	1.7	6.9	0.9	1.33	12.83	5.00	2.33	7893.3	28.63	1.93	2.77
50	79.3	85	3.1	2.2	26	0.9	1.33	18.5	4.58	3.08	7706.6	28.27	1.8	2.37
28	72	75.33	2.8	1.8	15	1.2	1.2	12.33	3.08	2.25	7404.4	28	1.83	2.57
47	84.7	91.33	2.9	2.1	24	0.9	1.46	29.17	4.58	3.25	6328.9	29.57	1.8	2.4
27	71.7	78.5	2.5	2.1	14	1.1	1.2	17.17	3.50	2.5	6320	28.93	1.75	2.43
29	79	82.16	3.2	2.1	16	1.3	1.26	15.17	5.00	3.33	6320	28.22	1.92	2.47
16	69.2	73.5	2.6	1.7	8.4	1	1.2	18.83	2.50	2.67	6204.5	28.87	1.85	2.67
2	73	78	2.9	2	1.8	1	1.58	11.42	5.00	2.58	6177.8	28.2	1.95	2.57
10	70.5	74.5	2.5	1.7	5.7	1	1.6	18.33	3.75	2.92	6080	28.9	1.52	2.53
31	72.3	76.16	2.7	1.9	16	1.3	1.51	11.17	4.58	2.58	5991.1	28.67	1.9	2.57
5	71	75.16	2.6	1.9	2.9	1.2	1.58	20.33	4.33	2.83	5964.4	28.97	1.97	2.85
23	70.3	74.5	2.8	1.8	12	0.9	1.2	11	2.50	2.67	5946.7	29.1	1.9	2.73
26	71.2	75.33	2.4	1.6	14	1.2	1.26	13.5	2.92	2.83	5920	28.47	1.82	2.67
6	69.7	71	2.2	1.5	4.7	1.2	1.2	10.5	1.75	2.67	5840	29.27	2	2.73
36	71.7	75.33	2.9	2	20	1.2	1.2	12.17	4.17	2.75	5751.1	29.43	2.07	2.73
30	72.2	78.16	2.6	1.8	17	1	1.26	13.17	2.92	3.25	5688.9	28.42	1.82	2.4
24	72.8	78.5	2.5	1.9	13	1.2	1.2	19.67	4.58	2.92	5635.5	28.83	1.95	2.82
42	75	80.83	2.8	2	23	1.1	1.33	17	5.00	3.17	5626.6	28.67	2	2.63
8	71	75.66	2.6	1.8	5.2	1.1	1.26	31.33	3.75	3.17	5608.9	28.97	2	2.8
17	70.7	74.16	2.5	1.7	9.3	1.2	1.4	25.83	1.25	2.83	5591.1	29	1.58	2.67
41	73.5	80.33	2.7	1.8	21	1.5	1.46	28.17	4.33	3.5	5573.3	28.1	1.83	2.53
13	72.5	78.33	2.7	1.8	6.5	1.3	1.26	18	3.33	2.92	5457.8	29.1	1.95	2.6
19	70.3	73.66	2.5	1.8	12	1	1.4	24.5	2.25	3.17	5271.1	29.3	1.98	2.83
45	72.8	78.33	2.5	1.7	24	0.9	1.2	16.67	3.50	2.67	5253.3	28.93	1.78	2.5
38	71.8	74	2.8	1.8	19	0.9	1.2	18	4.17	2.67	5128.9	28.48	1.67	2.5
34	74.5	78.33	2.5	1.7	17	1	1.33	20	1.00	3.25	5120	28.77	1.8	2.6
4	69.7	74	2.5	1.6	2.7	1	1.56	20	1.75	2.92	5057.8	28.87	1.75	2.58
7	71	76	2.4	1.7	3.9	1	1.26	25.5	3.33	2.92	4995.6	29.5	1.58	2.43

25	71.2	75.66	2.6	1.8	14	1.7	1.4	26.67	3.5	2.92	4995.6	29.63	1.93	2.77
1	70	73.33	2.4	1.6	0	1.7	1.26	22	2.5	3.33	4977.8	28.87	2.27	2.98
18	70	72.5	2.6	1.5	9.1	2	1.26	26	5.00	3.58	4977.8	28.9	1.82	2.83
14	71	75.16	2.8	1.8	8.2	1.5	1.45	17.67	2.67	3.25	4960	28.17	1.87	2.73
20	69.2	75.5	2.3	1.5	11	1	1.26	21.67	1.75	2.83	4862.2	28.33	1.65	2.63
33	72.2	79	2.6	1.8	17	1.5	1.26	26.33	1.75	3.17	4817.8	28.17	1.88	2.57
46	72.2	77	2.4	1.6	24	1.2	1.2	19.5	1.75	2.92	4791.1	28.1	1.92	2.8
39	74.8	80	2.7	2	21	1	1.4	9.33	4.58	3.42	4524.5	28.63	1.93	2.67
21	72.2	77	2.6	1.7	11	1.2	1.26	19.17	3.25	3.17	4391.1	29.03	2.08	2.68
22	63.5	69.5	2.3	1.5	12	1.5	1.45	36	1.25	3.42	4257.8	28.97	2.3	3.03
9	71.2	76.5	2.7	1.8	5.9	1	1.4	18.5	2.42	3.25	3920	28.87	1.98	2.87
37	75	81	2.5	1.8	20	0.9	1.26	23.5	1.75	3.42	3777.8	28.73	1.68	2.57
15	72.2	75.83	2.4	1.6	8.3	1.1	1.33	21.83	1.75	3.5	3582.2	28.77	1.67	2.67
48	71.5	78.83	2.5	1.7	26	1.5	1.63	35.5	3.50	3.92	3351.1	28.93	1.85	2.58
35	71.3	74.83	2.5	1.6	18	1.3	1.31	19.67	5.00	3.83	3244.5	28.4	1.57	2.75
49	74.7	79.83	2.5	1.9	26	1.1	1.38	27.17	3.5	4.08	2488.9	28.7	1.87	2.75
40	87.7	96.16	3.3	2	22	0.9	1.85	52.17	2.58	4.75	1617.8	28.47	1.88	2.6
12	78.7	89.5	2.4	2.2	8	1.6	1.33	43.67	1.00	4.58	1182.2	28.77	2.18	2.92
44	87.8	101.8	3	2	22	1.5	1.75	64.67	3.50	4.75	1111.1	29.7	2.02	2.62
43	105	73.83	2.9	1.2	24	1.3	1.2	11.17	0.17	0.83	71.1	28.87	1.98	2.83
Minimum	63.5	69.33	2.23	1.21	0.78	0.86	1.2	2.33	0.17	0.83	71.1	28	1.52	2.37
Maximum	105	101.83	3.25	2.22	3.01	1.98	1.85	64.67	5.00	4.75	10560	29.7	2.3	3.03
Media	73.44	77.70	2.61	1.78	1.74	1.17	1.35	21.40	3.10	3.06	5130.67	28.78	1.87	2.65