

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**RESPUESTA DE COLECCIONES DE MAÍZ SUBTROPICAL
DE CICLO TARDÍO EN LA COMARCA LAGUNERA**

POR:

ALFONSO SANTIAGO GAYTÁN

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

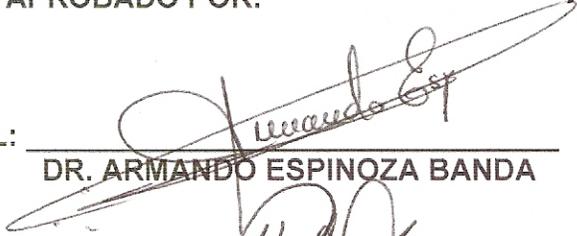
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. ALFONSO SANTIAGO GAYTÁN ELABORADO BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

ASESOR PRINCIPAL:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

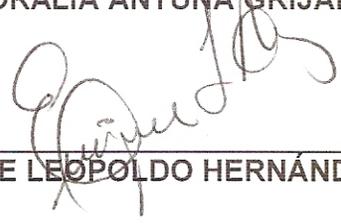
ASESOR:


DR. ARTURO PALOMO GIL

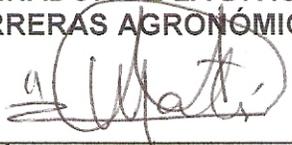
ASESOR:


MC. 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

TORREÓN, COAH, MÉXICO

MAYO DEL 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. ALFONSO SANTIAGO GAYTÁN SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

PRESIDENTE:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

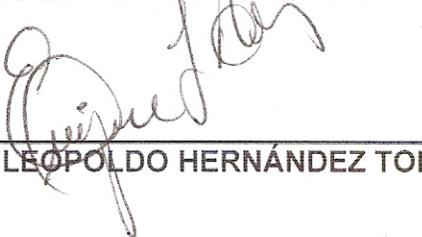
VOCAL:


DR. ARTURO PALOMO GIL

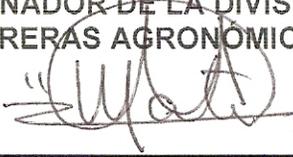
VOCAL:

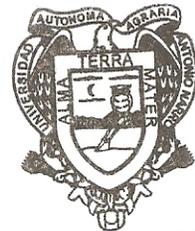

MC. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

VOCAL SUPLENTE:


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS


MC. VÍCTOR MARTINEZ CUETO



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DEL 2010.

AGRADECIMIENTOS:

A MI "ALMA TERRA MATER":

¡GRACIAS!, Por cobijarme entre sus brazos, formarme como profesionista, por permitir terminar mis estudios de licenciatura y haber hecho realidad mis sueños; asimismo concluir sin problemas una etapa tan importante de mi vida.

Al:

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), del Banco Interamericano de Desarrollo FTG/RF-0822-RG. Por hacer posible la realización de este trabajo de investigación y por la ampliación de mis conocimientos en el cultivo del Maíz.

A MIS ASESORES:

Dr. Armando Espinoza Banda, Dr. Arturo Palomo Gil, Dr. Oralia Antuna Grijalva, Ing. Enrique Leopoldo Hernández Torres, por todo el apoyo incondicional brindado, por contribuir con sus conocimientos, por la asesoría, por el tiempo, esfuerzo, dedicación y sobre todo por su gran enseñanza, demostrando en todo momento su confianza.

A MIS MAESTROS:

Por ser parte fundamental en el proceso de aprendizaje dándome la herramienta esencial para poder enfrentarme a la vida, por transmitirme sus conocimientos durante estos cuatro años y medio vividos en la universidad. A todos ustedes ¡GRACIAS! Por esos momentos que para mi vida fueron muy importantes, aprendí de cada uno algo más que una materia.

DEDICATORIAS:

A DIOS:

At Dios Padre, el eterno creador del Universo, ¡GRACIAS!, por llenar mi vida de dicha y bendiciones, porque a pesar de que muchas veces puse mis intereses por encima de Ti, nunca me faltaste, por darme la vida, por guiarme con energía y permitirme llegar hasta este momento tan importante en mi vida; por estar siempre conmigo, en todo momento, por darme la fortaleza necesaria para levantarme en mis caídas y seguir adelante para no defraudar en quienes creyeron en mí, sin ti no hubiese podido sobrevivir.

A MIS PADRES:

¡Con amor, admiración y respeto!

Sra. Ma. Magdalena Gaytán Ramírez.

Dr. José Luis Santiago López.

Papá, mamá, nombres tan sencillos de pronunciar pero que siempre enaltecen de orgullo mi hablar por la fortuna de ser hijo suyo, quienes con amor formaron en mí un hombre de bien, intelectual y moralmente; por sus consejos siempre oportunos en el momento indicado, por su gran apoyo incondicional que siempre me han brindado en los proyectos y demás metas que me he propuesto a realizar en mi vida; por brindarme las fuerzas necesarias y los medios suficientes para poderme desarrollar intelectual y moralmente, a pesar de la distancia, siempre sentí su mano protectora, su voz de aliento y respaldo, siempre los he sentido aquí a mi lado. Con todo mi amor, cariño y henchido el pecho de orgullo les doy ¡GRACIAS! por ser parte fundamental en mi vida y en mi carrera profesional, que es la mejor de las herencias que un padre puede brindar, sin importar los esfuerzos y sacrificios que pudieran pasar

A MI FAMILIA:

Por estar siempre conmigo, quienes de una u otra forma, me apoyan día a día, aconsejan y están pendientes de mí de una forma inimaginable, cada uno ha puesto un granito de arena para formar la persona que hoy soy, mi agradecimiento a ustedes es eterno e infinito; sé que puedo contar con cualquiera de ustedes, que estarán allí para lo que necesite, cuando lo necesite.

A MIS COMPAÑEROS (AS):

El ambiente que conlleva ser estudiante, comprende de nuevo contar con nuevos compañeros, en este caso de diferentes partes de la república, que vienen igualmente a cumplir sueños y metas, a todos estos compañeros y amigos: Yolanda, Edith, Alondra, Benito, Armando Edgar, Fernando Corona, Fernando Morales, Nelson, Arcelio, Julio Alberto, Miguel Ángel, Jacobo, Romeo, Rusbel, Juan Regulo, Fidel, Fláloc, Jesús, Yeimi, Eliut, Miguel, Juan Antonio, Frubiel, Rigoberto, Jeremias, Victor, José Chester, les quiero dar las ¡GRACIAS!, por su apoyo absoluto e ilimitado en todo lo que conlleva convivir y compartir una estadia lejos de casa. ¡Muchisimas gracias!, por sus consejos y paciencia, los llevaré a todos en mi pensamiento.

A MIS AMIGOS (AS):

La amistad es un tesoro invaluable y los amigos, son aquellas piezas de oro que cualquier buscador de tesoros anhela encontrar, yo me siento profundamente agradecido por todos aquellos amigos que me han acompañado a lo largo de mi carrera profesional y no solamente en ella si no que también en mi vida.

Filia Gabriela, Maricela, Reyna Isabel, quienes fueron no solo mis mejores amigas sino también mis hermanas, gracias por reir y llorar conmigo, me supieron escuchar y dar su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Metas.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen y distribución del maíz.....	4
2.2 Genética del maíz.....	4
2.3 Maíz tropical.....	6
2.4 Importancia de colecciones.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Localización de la Comarca Lagunera.....	12
3.2 Localización del Experimento.....	12
3.3 Materiales Genéticos.....	13
3.4 Diseño Experimental.....	14

3.5	Manejo Agronómico.....	14
3.5.1	Preparación de terreno.....	14
3.5.2	Siembra.....	14
3.5.3	Fertilización.....	14
3.5.4	Riego.....	14
3.5.5	Control de Plagas.....	15
3.5.6	Control de Malezas.....	15
3.5.7	Cosecha.....	15
3.6	Características Evaluadas.....	15
3.6.1	Días a Floración Masculina.....	15
3.6.2	Días a Floración Femenina.....	15
3.6.3	Altura de Planta.....	15
3.6.4	Altura de Mazorca.....	15
3.6.5	Acame de Raíz.....	16
3.6.6	Acame de Tallo.....	16
3.6.7	Cobertura de Mazorca.....	16
3.6.8	Mazorcas Podridas.....	16
3.6.9	Textura.....	16
3.6.10	Aspecto de Mazorca.....	16
3.6.11	Rendimiento de Mazorca.....	16
3.6.12	Temperatura.....	16
3.6.13	Senescencia 1, 2.....	17
3.7	Coeficiente de Correlación.....	17

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1	Floración Masculina (FM) y Femenina (FF).....	19
4.2	Altura de Planta (AP) y Mazorca (AM).....	19
4.3	Acame de Raíz (ART) y Tallo (ATT).....	20
4.4	Cobertura de Mazorca (COB).....	20
4.5	Mazorcas Podridas (%MP).....	21
4.6	Textura (TEX).....	21
4.7	Aspecto de Mazorca (AMz).....	22
4.8	Rendimiento de Mazorca (RMz).....	22
4.9	Temperatura (TEM).....	22
4.10	Senescencia (SEN 1 y SEN 2).....	23
4.10.1	Coeficiente de Correlación.....	24
V.	CONCLUSIONES.....	26
VI.	RESÚMEN.....	27
VII.	LITERATURA CITADA.....	28
VIII.	APÉNDICE.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

3.1	Condiciones climáticas del ciclo experimental UAAAN – UL.....	12
3.3	Material Genético utilizado.....	13
3.5.4	Fecha y Láminas de riego aplicados en la evaluación de los Genotipos.....	14
4.1	Significancia de cuadrados medios de 14 variables evaluadas en 60 genotipos de maíz bajo condiciones de riego.....	18
4.3	Coefficientes de correlación fenotípica entre 14 variables en 60 genotipos de maíz evaluados bajo condiciones de riego.....	24
1A	Valores medios de 60 genotipos de origen subtropical de ciclo tardío evaluados bajo condiciones de riego.....	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.

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 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⁻¹ comparado con una media mundial de más de 4 000 kg ha⁻¹, en tanto el rendimiento medio del maíz en las zonas templadas es de 7000 kg ha⁻¹ (CIMMYT, 1994). El rendimiento del maíz tropical, cuando se le 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

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.

Para diseñar el aprovechamiento de algunas formas dentro de la diversidad genética regional, nacional y mundial de una especie, es necesario conocer de manera detallada la variación existente (Castillo, 2002). En el caso del maíz, es conveniente valorar la variación entre poblaciones y con ello clasificar la diversidad genética, lo que permite hacer un uso sistemático de las poblaciones a través de delinear procedimientos para un mejor aprovechamiento de los materiales nativos y/o introducidos.

El presente trabajo consistió en evaluar y caracterizar un grupo de 60 colecciones de diferente origen geográfico proporcionados por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) con el propósito de seleccionar los genotipos por su adaptación y con base a su potencial de rendimiento y características agronómicas

1.1 Objetivos

Evaluar y caracterizar un grupo de 60 colecciones de diferente origen y seleccionar los genotipos por su adaptación y con base a su potencial de rendimiento y características agronómicas.

1.2 Hipótesis

H0: Los genotipos se comportan diferentes agronómicamente, en rendimiento y adaptación.

Ha: Los genotipos tienen, se comportan de forma similar agronómicamente, en rendimiento y adaptación.

1.3 Metas

Detectar y seleccionar al menos un 20 por ciento de las colectas (Genotipos) sobresalientes en características agronómicas, adaptación y rendimiento.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen y Distribución del maíz

La planta del maíz es un pasto anual gigante de la familia de las gramíneas. Forma parte de la familia Maydae que tiene cinco géneros, tres americanos y dos orientales, y es la única especie del género *Zea*. En la nomenclatura científica se le conoce como *Zea mays*. Su domesticación data de entre 5,000 y 10,000 años A.C. Es de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy día su cultivo está muy difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU es otro de los países que destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz. Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues ahí se encontraron sus hallazgos más antiguos.

2.2 Genética del maíz

El maíz se ha tomado como un cultivo muy estudiado para investigaciones científicas en los estudios de genética. Continuamente se está estudiando su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y otra paterna (masculina) por lo que se pueden crear varias recombinaciones (cruces) y crear nuevos híbridos para el mercado.

Los objetivos de estos cruzamientos van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción. Por ello, se selecciona en masa aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas, plagas y que desarrollen un buen porte para cruzarse con otras plantas de maíz que aporten unas características determinadas de lo que se quiera conseguir como mejora de cultivo. También se selecciona según la forma de la mazorca de maíz, aquellas sobre todo que posean un elevado contenido de granos sin deformación.

El rendimiento en grano del cultivo de maíz es función de la interacción entre el genotipo y el ambiente. En base a ello, las recomendaciones de siembra deberán considerar aquellos híbridos que mejor aprovechan la oferta climática de la estación, para cada localidad en particular. Para el cinturón maicero de Estados Unidos, el incremento del rendimiento entre 1930 y 1982 estuvo relacionado con el aumento de ciclo total (alargamiento del llenado sin modificar la fecha a floración) (Cavaliere, 1985; Crosbie, 1982; Duvick, 1984). Por otra parte, Stivers (1971) encontró que tanto híbridos demasiado cortos como demasiado largos rendían menos que los de ciclo óptimo.

El número de granos en cultivos de maíz y por lo tanto su rendimiento, se encuentra relacionado con las condiciones fisiológicas durante un período de 30-40 días alrededor de floración. Las variaciones en el número de granos de cultivos sometidos a diversos niveles de disponibilidad nitrogenada o hídrica se

pueden explicar mediante las variaciones en la tasa de crecimiento durante este período (Andrade et al., 2002).

El crecimiento de los cultivos depende de la cantidad de radiación solar interceptada y de la eficiencia con que dicha radiación es utilizada para producir biomasa. La fertilización nitrogenada suele incrementar tanto la intercepción de la radiación por el canopeo como la eficiencia de uso de la misma (Uhart y Andrade, 1995).

2.3 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 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 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⁻¹ comparado con una media mundial de más de 4 000 kg ha⁻¹. El rendimiento medio del maíz en las zonas templadas es de 7000 kg ha⁻¹ (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 más 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. Dowsell, et al., (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.

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 9, la cual indica el área sembrada con las distintas clases de madurez de germoplasma en los ambientes más importantes de las tierras bajas tropicales.

2.4 Importancia de las colecciones

Uno de los más grandes recursos naturales en las Américas es la tremenda diversidad genética existente en maíz, un producto de miles de años de evolución bajo domesticación e hibridación.

Estudios de nudos cromosomáticos en maíz por McClintock et al. (1981) y Kato (1984), y los restos arqueológicos de la planta descubiertos en la cueva de Tehuacán (MacNeish, 1964; Mangelsdorf et al., 1964), indican que el maíz fue domesticado en la parte centro-sur de México., hace 7000 años.

El maíz en México más que en otros países de América, tienen una extraordinaria diversidad genética, ha tenido un papel importante en el desarrollo de las variedades modernas altamente productivas, en especial de la

faja maicera de los E.U. (Wellhausen et al., 1952; Mangelsdorf, 1974; Brown and Goodman, 1977; Goodman and Bid, 1977).

Kuleshov (1933) informo sobre la diversidad mundial de los fenotipos del maíz, encontró que el maíz tenía una extraordinaria diversidad de propiedades morfológicas y biológicas.

Wu (1939), Hayes y Johnson (1939) y Johnson y Hayes (1940) también obtuvieron resultados similares, lo cual enfatizo el valor de la diversidad genética de las líneas puras cuando se usaban en híbridos.

Hayes e Immer (1942) enunciaron que la “La diversidad genética puede tener igual o mayor valor que la amplitud combinatoria”. Se han dedicado considerables esfuerzos en varios países para desarrollar híbridos de maíz cristalino por dentado. Algunos de los híbridos que comprenden estas líneas de germoplasma diferente han manifestado un elevado grado de heterosis. En general, las líneas cristalinas contribuyen a la maduración precoz, buena germinación y vigor inicial, mientras que el rendimiento de grano, resistencia al acame, madurez tardía y en gran tamaño de la planta, no ahijamiento y la resistencia al hongo *Ustilago zaeae* se derivan de las líneas dentadas.

Browm (1953) concluye que las variedades alternas evolucionadas de progenitores diversos, proporcionan fuentes más deseables de germoplasma que las variedades menos heterogéneas. Cuando se reúnen varias razas diferentes de maíz en una combinación híbrida, son necesarias varias

generaciones de producción y selección para obtener cualquier recombinación genética importante.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la Comarca Lagunera

La comarca lagunera es una región agrícola y ganadera de México, se localiza entre los meridianos 101° 104° al Oeste de Greenwich, y los paralelos 24° 59' y a los 26° 53' latitud Norte. Abarca cinco municipios en el estado de Coahuila y diez en el estado de Durango, ambos en la parte norte del país. Su extensión territorial es de 4 637 km².

El clima según especificación de Koppen, es caliente-desértico (árido muy seco). La temperatura media anual es de 21° C (Salinas et al., 1988). Las condiciones climáticas del ciclo experimental se pueden observar en el Cuadro 3.1.

Fecha	Prec.	T. Max.	T. Mín.	T. Med.	W. Max.	Ep.
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 (mm), T Max.= Temperatura Máxima (°C), T. Mín.= Temperatura Mínima, T. Med.= Temperatura Media (°C), VV Max= Velocidad del Viento Máxima (km/hr), ET= Evapotranspiración de referencia (mm), EP= Evaporación potencial (mm). Datos tomados en la estación meteorológica de la UAAAN-UL.

3.2 Localización del Experimento

El experimento se estableció en el área experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en el ciclo verano 2009.

3.3 Materiales Genéticos

El experimento consistió en la evaluación de 60 genotipos de maíz subtropical de ciclo tardío provenientes del Centro de Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), como parte del programa de mejoramiento del FONTAGRO dentro del programa global de maíz. Cuadro 3.3.

Genealogía		Genealogía		Genealogía		Genealogía	
OPV-Drought Axel W/Azul-#		CHIS GP12		URUG	1064	OPV-Drought Axel W-#	
VP047		CUBA	134	LPS C7		BRVI	120
BRAZ	2131	URUG	1148	URUG	1087	RDOM	25
CUBA	304	BRAZ	BA145	ZM523B-#		VERA	26
CHIS	GP15	V032=ZEWBc1F2/99SADVEA-F2		URUG	424	MORE	81
GUAD	307	GUAD	302	CUBA	314	URUG	1061
ARZM 071	14	CUBA	301	ARZM 026	16	PUER	321
BLJUNI		ARZM	13 080	VENE	306	BRAZ	2282
DTPY C9		TUXP	1	TUXP		NAYA	338
DTPW C9		MORE 99		TUXPEÑO SEQ. C8 F2		GUATEM GP6-1A	
URUG	695	BRAZ	2159	OPV-Drought Axel WxY-#		OPV- DTPY/LINTROP	
RDOM	359	CUBA	T-51	RDOM	330	ZM523A-#	
SANN	349	ARZM	16 027	S yn01E2		CUBA	111
GUAD	311	BRAZ	PE011	POPOAX MC 2		BOZM	1608
VERA	31	CELAYA OPACO 2 PC 2		CUBA	310	SLUC	303

3.4 Diseño Experimental

Se utilizó una distribución de tratamientos en Alfa Látice con 36 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.

3.5 Manejo Agronómico

3.5.1 Preparación de terreno. La preparación del terreno consistió en un barbecho, rastra, nivelación y trazo de surcos, así como la instalación de cintilla calibre 6000, con emisores a 20 cm, como modelo de irrigación.

3.5.2 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, posteriormente aclarándose a los 25 días después de la siembra dejando una planta, para una población aproximada de 53, mil plantas por hectárea.

3.5.3 Fertilización. Se fertilizó con la fórmula 180-100-00, aplicando el 50% de Nitrógeno al momento de la siembra así como todo el Fósforo, posteriormente en el primer cultivo se aplicó el 50% de Nitrógeno restante.

3.5.4 Riego. Durante el ciclo se utilizó un sistema de riego presurizado, con el cual se aplicó una lámina de riego de 24 cm, al día 9 de agosto, del ciclo del cultivo

Día	Fecha	Horas Riego	Horas Acum.	Lámina Aplicada (cm)	Lámina Acumulada (cm)
1	MAYO 29	12	12	3	3
2	MAYO 31	12	24	3	6
3	JUNIO 15	12	36	3	9
4	JUNIO 27	12	48	3	12
5	JULIO 15	12	60	3	15
6	JULIO 27	12	72	3	18
7	AGOSTO 09	12	84	3	21
8	AGOSTO 19	6	90	1.5	22.5
9	AGOSTO 20	6	96	1.5	24.0

3.5.5 Control de Plagas. Se realizó según la presencia y/o la infestación de plagas, presentándose el Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), aplicando Cipermetrina con una dosis de 100 g de I.A. /ha, y Clorpirifos etil 720 g de I.A. /ha, para la segunda plaga, Araña Roja (*Tetranychus urticae*) se aplicó Abamectina 9 g de I.A. /ha.

3.5.6 Control de Malezas. Para mantener el cultivo libre de malezas, al momento de la siembra se aplicó un Herbicida pre-emergente (Primagram Gold) a razón de 4 L/ha. Además se aplicó un cultivo a los 31 dds, y posteriormente antes de la floración el control fue manual.

3.5.7 Cosecha. La cosecha se realizó a mano los días 24 y 25 del mes de Octubre, cosechándose el total de las mazorcas de su respectiva parcela, posteriormente las mazorcas de cada parcela se depositaron al inicio de la misma para ser pesados y calificados.

3.6 Características Evaluadas.

3.6.1 Días a Floración Masculina. Se registró como el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en la cual el 50% de las plantas de las parcelas se encontraban liberando pólen.

3.6.2 Días a Floración Femenina. Se registró como el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en donde el 50% de las plantas de las parcelas mostraban estigmas de 2 - 3 cm de largo.

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

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

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

3.6.6 Acame de Tallo. Se registró como el número de plantas con tallos rotos debajo de la mazorca, antes de la cosecha.

3.6.7 Cobertura de Mazorca. Se registró como el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tenían expuesta alguna parte de la mazorca. Esta variable se calificó en una escala de 1 – 5, donde 1 es cobertura excelente y 5 es cobertura deficiente o mala.

3.6.8 Mazorcas Podridas. Se cuantificó 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.

3.6.9 Textura. Se califico después de la cosecha, tomando en cuenta el tipo de grano, cristalino y/o dentado de la mazorca, calificándolo en una escala de 1, 2.5 y 5, donde el 1 es cristalino, el 2.5 es cuando presentaba el 50 % de cristalino y el 50 % de dentado y 5 corresponde a dentado.

3.6.10 Aspecto de Mazorca. Se calificó después de la cosecha considerando el daño por enfermedad e insectos, tamaño de mazorca, llenado del grano y uniformidad, de acuerdo a una escala de 1 – 5 donde 1 es óptimo y 5 es muy deficiente.

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

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

3.6.13 Senescencia 1,2. Esta variable se cuantificó en 2 fechas al final del ciclo, el 02 y el 16 de Septiembre, a los 97 y 101 dds. Se calificó en una escala de 1 – 10, donde cada unidad representó el 10%. Dependiendo del estrato de la planta que mostraba la senescencia correlativamente de la base hacia los estratos superiores de la planta.

3.7 Coeficiente de Correlación.

Se aplicó la estadística para el cálculo de coeficiente de correlación entre las variables evaluadas de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$r = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x - \bar{x})} \sqrt{\Sigma(y - \bar{y})}}$$

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo se resumen en los Cuadros 4.1, 4.2, y 4.3. En el Cuadro 4.1, se presentan las significancias de los cuadrados medios, donde con excepción de la variable Temperatura (Tem), en la que no se observa diferencias significativas, en el resto de las variables los tratamientos fueron diferentes significativa (Sen1) y altamente significativas.

Las diferencias que se observan en los tratamientos para las diferentes variables, se deben a la diversidad en el origen de los genotipos evaluados, pues existen materiales de origen Mexicano, Centro y Sudamérica, así como del Caribe (Cuba).

De acuerdo a la magnitud del Coeficiente de Variación (CV), diez de las catorce variables estuvieron en el rango de 2.8 a 25.0 %, lo cual se encuentra dentro de los valores aceptables para este tipo de experimentos y variables. En contraste las cuatro restantes tienen valores superiores al 30 %, lo cual se explica por la naturaleza cualitativa de las mismas.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios de 60 genotipos de maíz subtropical de ciclo tardío evaluados bajo condiciones de riego en el campo experimental de la UAAAN – UL, 2009.

F.V.	REP	BLO(REP)	TRAT	ERROR	C.V.	MEDIA
G.L.	2	33	59	85	%	
FM	3.21	7.66**	169.9**	3.79	2.84	68.55
FF	132.23	104.41	241.34**	84.59	12.81	71.77
AP	0.137**	0.077**	0.147**	0.015	5.12	2.46
AM	0.086**	0.027**	0.215**	0.011	6.54	1.64
ART	4.53**	0.5*	0.83**	0.28	37.6	1.41
ATT	0.14	0.25	0.4**	0.18	34.19	1.26
COB	0.19**	0.04	0.05	0.03	14.34	1.37
MP	0.1	2.44	6.05**	2.62	39.06	20.83
TEX	2.8	1.58*	4.11**	0.97	37.44	2.63
AMz	0.33	1.31**	1.81**	0.42	22.64	2.86
RMz (x10⁶)	3.98	8.28**	12.99**	1.08	25.01	4163.84

TEM	25.06**	1.89*	1.14	1.14	3.73	28.65
SEN1	0.14	0.23**	0.12*	0.07	12.67	2.16
SEN2	0.31**	0.06**	0.04**	0.01	4.6	3.05

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, ART= Número de Acame de Raíz, ATT= Número de Acame de Tallo, COB= Número de Mala Cobertura, %MP= Número de Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AMz= Aspecto de Mazorca, RMz= Rendimiento de Mazorca, TEM= Temperatura, SEN1= Senescencia uno, SEN2= Senescencia dos.

En el Cuadro 4.2, se presentan los valores medios de los 20 mejores genotipos (Colectas) para las variables evaluadas.

4.1. Floración masculina (FM) y femenina (FF)

El período de floración FM tanto como FF fue amplio, pues en la primera osciló de 58 a 105 días, en tanto que para FF fue de 60 a 108 días. Lo cual indica que en el material evaluado existe una gran diversidad en cuanto a ciclo de cultivo. Los genotipos mas tardíos fueron el T02 y T03 con 105.7 y 108.7 respectivamente. Estos contrastan con el genotipo T08 el cual fue el más precoz con 58 y 60 días.

Respecto al período ó intervalo de floración de los 20 mejores, se observa que oscilaron de 65.4 a 67.7 días lo cual es característico en genotipos con mayor rendimiento.

4.2. Altura de planta (AP) y mazorca (AM)

En cuanto a la altura de planta y mazorca se observan que hubo gran variabilidad, la primera (AP) correspondió de 1.8m a 3.4m, y en AM fue de 2.5m a 1.0m. Esto indica que en los materiales evaluados existe también diferencia en cuanto a las alturas respectivas.

El material que más se distinguió en la altura fue el T14 con 3.4m y 2.5m, para ambas variables. El material que mostró menor altura fue el T10 de 1.8m a 1.0m respectivamente.

Lo que respecta a ambas alturas en los 20 mejores, se observa una media de 2.4m a 1.6m para AP y AM las cuáles son estadísticamente iguales a la media general; esto contrasta con el valor máximo tratado del T27 el cuál registró 3.1m a 2.4m para AP y AM correspondiente.

4.3 Acame de Raíz (ART) y Tallo (ATT)

El acame de maíz es una de las principales causas de la pérdida de rendimiento, Zuber y Kang (1978) reportan entre el 5 y 25 por ciento de pérdidas. En los maíces dulces (Moraima y Watson, 2003) reportan pérdidas al momento de la cosecha debido a la caída de las plantas. Por ello es recomendable que los mejoradores incluyan dentro de sus evaluaciones la selección para resistencia al acame.

Los materiales evaluados, en general, se observó un intervalo de 0 a 44% de acame de raíz (ART) y dentro de éstos, seis mostraron resistencia al acame. Asimismo nueve de los 60 genotipos mostraron una susceptibilidad mayor al 20%, resaltando el T03 con 44.4%.

Con respecto al acame de tallo (ATT), se observó un intervalo de 0 a 41.2, dentro de éstos, cinco mostraron resistencia al AT. Así como sólo tres de los 60 genotipos mostraron una susceptibilidad mayor al 20%, en donde el T07 resalta con 41.2 %.

4.4 Cobertura de Mazorca (COB)

Esta variable es importante para la protección del grano contra daños de insectos, enfermedades y pájaros. Una mala cobertura tiene un efecto negativo en la producción de grano. En el cuadro 4.2 se observa que la media de cobertura en los 60 tratamientos fue de 1.5, con un máximo de 2.3 y un mínimo de 1.0 respectivamente, teniendo estos valores dentro del rango de buenas mazorcas, donde 1 representa aquellas mazorcas con buena cobertura y valores de 5 gradualmente se califican como mala cobertura.

En los 20 genotipos seleccionados la media fue de 1.6, el máximo fue 2.3, y el mínimo con 1.0, lo cual indica que estas mazorcas presentan buena cobertura

4.5 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 T26 con un 1.7%, y el T14 con un 62.7%. En promedio los 50 genotipos registraron 20.8%. En cuanto a los 20 genotipos seleccionados se observó un porcentaje de 20.9%, estadísticamente no hay significancia, ya que presenta un rango muy amplio en la susceptibilidad en esta variable.

4.6 Textura (TEX)

Se calificó después de la cosecha, considerando el tipo de grano, cristalino y/o dentado de la mazorca, 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 60 genotipos evaluados presentaron una textura de 2.6, sólo cuatro mostraron textura de tipo cristalino (T60, T15, T41, T33), lo cual indica un predominio del tipo dentado y, en los 20 mejores esta textura fue más evidente (2.9). Solo uno de los 20 mejores presentaron una textura de tipo cristalino (T60) y, tres mostraron una textura de tipo dentado. Lo anterior coincide con CIMMYT, (1998) en afirmar que el tipo de grano dentado es el preferido por el agricultor, pues es el tipo de maíz cultivado más comúnmente para grano y ensilaje.

4.7 Aspecto de Mazorca (AMz)

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 1.2 a 4.8, lo cual permite inferir que existen mazorcas con buen aspecto. En general el promedio del ASM fue de 2.9 y, en los 20 mejores el ASM mejoró con un valor medio de 2.1. Dentro de los mejores 20 genotipos, solo dos presentan valores a 3 (T27, T46) y, dentro de éstos, solo el T54 presentó una calificación cercana al óptimo (1.2).

4.8 Rendimiento de Mazorca (RMz)

El RMz también presentó una variación importante, pues el mayor potencial se observó para el T54 con 11751.1 Kg/ha, en contraste el T02 solo produjo 71.1 Kg/ha. En promedio (MG) los 60 genotipos produjeron 4163.8 Kg/ha. En cuanto a los 20 mejores donde el RMz fue de T54 sobresalió nuevamente con 11751 Kg/ha. El T54 como cruza simple con 11751 Kg/ha, fue estadísticamente igual a los genotipos (colectas), T11 y T50 superiores al resto. Así mismo se advierte que T03 además fue de ciclo tardío, 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 - dentado.

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 T54 oscilaría de 2115.18 a 2585.22 Kg/ha respectivamente.

4.9 Temperatura (TEM)

Los factores del medio físico que mayor influencia tienen sobre 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 que mayor importancia tiene 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 27.3 a 30.5°C, y para una media general de 28.6°C.

4.10 Senescencia (SEN 1 Y SEN 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 tomó en dos etapas, la primera fue 15 días después de la floración y la segunda 15 días después de la primera lectura tomada. En la (SEN1), no se observó diferencias significativas observándose un máximo de 9.0 que representa un 20.3% y un mínimo de 2.0, que es un 10.5%. En la segunda toma de senescencia (SEN 2), los genotipos fueron diferentes, y se detectó un máximo de 10.0% y un mínimo de 5.0% de la senescencia.

La media de los 20 genotipos mejores fue menor (4.1, 8.6) y estadísticamente diferente a la media de los 60 genotipos (9.0, 10.0), lo cual es una razón que

reafirma la superioridad de los selectos, lo cual está acorde con las expectativas teóricas (Zavaleta-Mancera et al. 1999).

4.10.1 Coeficiente de Correlación

En el Cuadro 4.3, se concentran los valores de correlación entre las variables medidas en 60 genotipos criollos de maíz subtropical. Floración masculina, correlacionó alta y positivamente con Floración femenina (0.69), Altura de mazorca (0.71), y negativamente con Número de mazorcas cosechadas (- 0.86) y Rendimiento de mazorca (-0.47).

También se observó una alta correlación positiva entre altura de planta y altura de mazorca (0.87), lo cual es una relación biológica natural. Otra correlación positiva fue la de número de mazorcas cosechadas con mazorcas podridas (0.84). Asimismo la relación negativa y significativa entre el aspecto de la mazorca y el rendimiento de mazorca (-0.87). Esta última relación indica que entre más pobre sea el aspecto de la mazorca, afecta negativamente el rendimiento.

Cuadro 4.3. Correlación fenotípica de 15 variables agronómicas evaluadas en 60 genotipos de maíz Subtropical.

	FM	FF	AP	AM	AR	AT	COB	NMzC	%MP	TEX	AMz	RMz	TEM	SEN1	SEN2
FM	1	0.69**	0.55	0.71**	0.37	0.04	-0.11	-0.56*	0.12	0.14	0.39	-0.47*	0.05	-0.22	-0.26
FF		1	0.38	0.51	0.35	-0.06	-0.23	-0.42	0.24	0.17	0.58	-0.41	0.03	-0.20	-0.25
AP			1	0.87**	0.42	0.00	0.03	-0.12	0.03	0.39	0.09	0.00	0.00	-0.41	-0.38
AM				1	0.47	0.03	-0.07	-0.29	0.12	0.32	0.27	-0.22	0.05	-0.28	-0.34
ART					1	0.01	-0.22	-0.26	0.19	0.11	0.3	-0.26	0.17	-0.16	-0.15
ATT						1	-0.00	-0.33	-0.00	-0.08	0.16	-0.33	-0.01	0.38	0.27
COV							1	0.18	-0.05	0.06	-0.28	0.32	-0.15	-0.11	-0.21
NMzC								1	0.84**	-0.12	0.14	-0.10	0.13	0.16	0.03
MP									1	-0.10	0.43	-0.36	0.12	0.19	-0.04
TEX										1	0.00	0.23	-0.07	-0.30	-0.37
AMZ											1	-0.78**	0.11	0.23	0.07
RMZ												1	-0.18	-0.37	-0.30
TEM													1	0.23	0.12
SEN1														1	0.5
SEN2															1

*, **= 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, COB= Cobertura, NMzC= Número de Mazorcas Cosechadas, %MP= Porcentaje de Mazorcas Podridas, TEX= Textura de Mazorca, AMz= Aspecto de Mazorca, RMz= Rendimiento de Mazorca, TEM= Temperatura, SEN1= Senescencia 1, SEN2= Senescencia 2.

Cuadro 4.2. Valores medios de los mejores 20 genotipos de origen subtropical de ciclo tardío, evaluados bajo condiciones de riego en el campo experimental de la UAAAN-UL, 2009.

TRAT	FM	FF	AP	AM	ART	ATT	COB	%MP	TEX	AMz	RMz	TEM	SEN1	SEN2
54	63	64	2.5	1.5	14.3	1.6	2	4.7	2.5	1.2	11751	27.3	4	8
42	65.3	66.3	2.5	1.6	4.8	0	1.7	6	4.2	1.5	9618	27.9	3	7
60	67.7	70	2.4	1.3	7.7	4.5	1.3	6.7	5	1.7	8222	28.5	2	6.5
59	63.7	64.7	2.4	1.4	0	5	2	16	2.8	1.7	7822	28.2	4	9
53	63	65.3	2.4	1.5	6.3	3.3	2	20.7	3.3	2	7644	28.3	6	10
40	70	72.3	2.8	2	3	4.8	1.7	5.3	4.2	2	7484	28.5	5	7.5
58	64	68	2.4	1.4	10	4.8	2	15	3.3	2.5	7307	28.7	4	8.5
9	61.3	62.3	2.2	1.2	10.5	1.8	2.3	12.7	1.5	1.8	7022	28.1	3	9
55	61.7	63.3	2.4	1.4	0	3.9	1.7	7	2.5	1.8	6791	27.7	6	9.5
52	63.3	64	2.3	1.5	6.3	0	1.7	18.3	2	1.7	6756	28	5	9.5
11	63	64.3	2.1	1.2	19	5.8	1.7	6.3	2.5	2	6436	28.1	4	9
27	76	83.3	3.1	2.4	11.7	5	1.3	28	4.2	3	5956	27.7	4	8
18	63.7	65.7	2.1	1.4	0	1.5	1	9.7	1	1.8	5849	29.1	5	9.5
39	69.3	70.3	2.4	1.5	13.3	1.7	1.3	11	4.2	2.5	5653	28.8	3	7
22	65	68.7	2.6	1.8	3.2	3.3	1	8	1	2.2	5476	28.1	3	9
57	59.3	62.7	2.2	1.2	22.2	1.9	1.7	20	2.8	2.5	5209	28.7	6	9.5
23	63.3	65.7	2.7	1.8	16.7	23.8	1.7	17	4.2	2.5	5138	28	5	9
31	69.3	71	2.6	1.9	15.9	1.7	1	26	2.5	2.5	4942	28.7	5	8.5
13	60.3	63	2.2	1.3	4.8	1.8	1.7	34.7	1	2.3	4907	29	2	10
46	76.3	80	2.6	1.8	11.1	6.3	1.3	11.7	3.3	3	4622	29.4	3	8
Media	65.4	67.7	2.4	1.6	9	4.1	1.6	14.2	2.9	2.1	6730	28.3	4.1	8.6
Max.	105.7	108.7	3.4	2.5	44.4	41.2	2.3	62.7	5	4.8	11751	30.5	9	10
Min.	58	60	1.8	1	0	0	1	1.7	1	1.2	71	27.3	2	5
DMS	6.7	31.8	0.4	0.4	1.8	1.5	0.7	46.7	3.4	2.3	3606	3.7	1	0.5

TRAT= Tratamiento FM= Floración Masculina, FF= Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, ART= Número de Acame de Raíz, ATT= Número de Acame de Tallo, COB= Número de Mala Cobertura, %MP= Número de Mazorcas Podridas, TEX= Textura, AMz= Aspecto de mazorca, RMz= Rendimiento de Mazorca, TEM= Temperatura, SEN1= Senescencia uno, SEN2= Senescencia dos, Med= Media, Max= Máximo, Min= Mínimo, DMS= Diferencia Mínima Significativa.

IV. CONCLUSIONES

Los genotipos fueron diferentes en trece de las quince variables evaluadas.

El tratamiento con mayor rendimiento es el T54 con 11751.1 Kg/ha y fue uno de los genotipos más precoces, con menor acame de raíz y tallo, buena cobertura de mazorca, menor porcentaje de mazorcas podridas, con textura cristalina y buen aspecto de mazorca.

De acuerdo a la meta trazada, se detectó que sólo el 5% de los genotipos presentaron el mejor rendimiento y características agronómicas.

El aspecto de mazorca afectó el rendimiento negativamente.

V. RESÚMEN

Se evaluaron 60 genotipos de maíz de origen subtropical de ciclo tardío en el campo experimental de la UAAAN-UL, con el propósito de seleccionar los más sobresalientes en rendimiento y características agronómicas. Las siembra se realizo el 25 de mayo del 2009 en el ciclo verano, en surcos sencillos en parcelas de 5 metros de largo y 0.75 entre surco y a 0.25 metros entre planta y planta. El diseño fue en látice simple con tres repeticiones. Se tomaron datos de Floración masculina (FM), Floración femenina (FF), Altura de planta (AP), Altura de mazorca (AM), Número de acame de raíz (ART), Número de acame de tallo (ATT), Número de mala cobertura (COB), Número de mazorcas podridas (MP), Textura (TEX), Aspecto de mazorca (AMz), Rendimiento de mazorca (RMz), Temperatura (TEM), Senescencia 1y 2 (SEN 1 y 2). Los resultados indican diferencias estadísticas entre los genotipos. El tratamiento T54 fue el más sobresaliente en rendimiento y en características agronómicas. La pudrición de mazorca afecto el aspecto de la mazorca y negativamente el rendimiento. De acuerdo a la meta trazada, se detectó que sólo el 5% de los genotipos presentaron el mejor rendimiento y características agronómicas. El aspecto de mazorca afecto el rendimiento negativamente.

Palabras claves: Rendimiento de mazorca, Selección, Pudrición de mazorca, Acame de raíz, Acame de Tallo, Aspecto de mazorca.

VI. LITERATURA CITADA

- Andrade F.H., L. Echarte, R.Rizzalli, A. Della Maggiora y M. Casanovas. 2002. Kernel number prediction in maize under nitrogen or water stress. *Crop Sci.* 42: 1173-1179.
- Andrade, F. A. Cirilo, S.Uhart y M. Ortegui (1996) *Ecofisiología del cultivo de maíz*. Editorial Médica Panamericana. Crecimiento del cultivo, pág.47-76. Determinación del rendimiento, pág.81-96. Relaciones fuente/destino, pág. 101-117.Requerimientos hídricos, pág. 121-142.
- Brown, W. L. 1953. Sources of germplasm for hybrid corn. *Proc. 8 th Corn Res. Conf.*, pp. 11-16 Amer. Seed Trade Assoc.
- Brown, W.L. and M.M. Goodman. 1977. Races of corn. P. 49-88. In G.F. Sprague (Ed) *corn improvement*. 2nd ed. Agron. Monogr.18. ASA, Madison, WI. Una estrategia para desarrollar la producción de maíz basada en la diversidad genética local. *Memorias del XIX Congreso Nacional de Citogenética*, del 1 al 5 de octubre del Saltillo, Coahuila. p 238.
- Castillo, G.B., E., Herrera C., V. Moreno F., J. Romero P., R. Ortega P., P. Ramirez V., M. M. Goodman, M. E. Smith, A. Ramírez H. y F. Espejel T. 2002.
- Echeverria H. y H. Sainz Rozas. 2000. Nitrógeno, las opciones. *Revista fertilizar*. Número especial siembra directa. Año 5 pág. 4-15.

Hayes H.K., and Immer, F.R. 1942. *Methods of Plant Breeding*. McGraw-Hill, New York-

Hayes, K. H and I. J. Johnson. 1939. The breeding of improved selfed lines of corn. *Amer. Soc. Agron.* 31:710-724.

Johnson I J and H. K. Hayes (1940) the value in hybrid combinations of inbred lines of corn selected from single crosses by the pedigree method of breeding. *J. Am. Soc. Agron.* **32**: 479-485

Kato Y., T.A.1984. Chromosome morphology and the origin of maize and its reces. *Evolutionary Biology* 17:219-253.

Kuleshov, N.N. 1981. Maíces de México, Guatemala, Cuba, Panamá y Colombia. En: *Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia*, Bukasov, S.M. 1981. Versión al español de Jorge León, de la traducción inglesa de M.H. Byleveld. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Pp.262p.

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.

Mangelsdorf, P C., R. S. MacNeish and W C. Galinat (1964) Domestication of Corn. *Science* 20 March: Vol. 143. no. 3612, p. 1310.

McClintock, B., T.A. Kato and A. Blumenschein. 1981. Chromosome constitution of races of maize. Colegio de posgraduados, Chapingo, México.

- ORTEGA, A. Insectos Nocivos del maíz, una guía para su identificación en el campo. México, D. F.: CIMMYT. 1987, 106 p.
- Otegui M. E; y Bonhomme R. 1998. Grain yield components in maize: I. Ear growth and kernel set. *Field Crops Res.* 56: 247-256.
- Plenet D., A. Mollier y S. Pellerin. 2000. Growth analysis of maize crops under phosphorus deficiency. II. Radiation-use efficiency, biomass accumulation and yield components. *Plant Soil* 224: 259-272.
- Plenet D., A. Mollier y S. Pellerin. 2000. Growth analysis of maize crops under phosphorus deficiency. II. Radiation-use efficiency, biomass accumulation and yield components. *Plant Soil* 224: 259-272.
- Sahagún C., J., y C. Villanueva V. 1997. Teoría de las variedades sintéticas formadas con híbridos de cruza simple. *Rev. Fitotec. Mex.* 20:69- 79.
- Sahagún C., J., y C. Villanueva V. 1997. Teoría de las variedades sintéticas formadas con híbridos de cruza simple. *Rev. Fitotec. Mex.* 20:69- 79
- 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.

Tadeo R., M. 1994. Nuevos Híbridos. PUMA 1157 y PUMA 1159, Maíces de la UNAM. *In: Agrosíntesis* 23 (2)21-24.

Uhart S.A. y F.H. Andrade. 1995. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. *Crop Sci.* 1376-1383.

Uhart S.A. y F.H. Andrade. 1995. Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. *Crop Sci.* 1376-1383.

Wu S. 1939. The relationship between the origin of selfed lines of corn and their value in hybrid combinations. *Agron. J* 31:131-140.

VIII. APÉNDICE

Cuadro IA. Valores medios de 60 genotipos de origen subtropical de ciclo tardío evaluados bajo condiciones de riego en el campo experimental de la UAAAN – UL, 2009.

TRAT	FM	FF	AP	AM	ART	ATT	COB	%MP	TEX	AMz	RMz	TEM	SEN1	SEN2
54	63	64	2.5	1.5	14.3	1.6	2	4.7	2.5	1.2	11751.1	27.3	4	8
42	65.3	66.3	2.5	1.6	4.8	0	1.7	6	4.2	1.5	9617.7	27.9	3	7
60	67.7	70	2.4	1.3	7.7	4.5	1.3	6.7	5	1.7	8222.2	28.5	2	6.5
59	63.7	64.7	2.4	1.4	0	5	2	16	2.8	1.7	7822.2	28.2	4	9
53	63	65.3	2.4	1.5	6.3	3.3	2	20.7	3.3	2	7644.4	28.3	6	10
40	70	72.3	2.8	2	3	4.8	1.7	5.3	4.2	2	7484.4	28.5	5	7.5
58	64	68	2.4	1.4	10	4.8	2	15	3.3	2.5	7306.6	28.7	4	8.5
9	61.3	62.3	2.2	1.2	10.5	1.8	2.3	12.7	1.5	1.8	7022.2	28.1	3	9
55	61.7	63.3	2.4	1.4	0	3.9	1.7	7	2.5	1.8	6791.1	27.7	6	9.5
52	63.3	64	2.3	1.5	6.3	0	1.7	18.3	2	1.7	6755.6	28	5	9.5
11	63	64.3	2.1	1.2	19	5.8	1.7	6.3	2.5	2	6435.5	28.1	4	9
27	76	83.3	3.1	2.4	11.7	5	1.3	28	4.2	3	5955.5	27.7	4	8
18	63.7	65.7	2.1	1.4	0	1.5	1	9.7	1	1.8	5848.9	29.1	5	9.5
39	69.3	70.3	2.4	1.5	13.3	1.7	1.3	11	4.2	2.5	5653.3	28.8	3	7
22	65	68.7	2.6	1.8	3.2	3.3	1	8	1	2.2	5475.6	28.1	3	9
57	59.3	62.7	2.2	1.2	22.2	1.9	1.7	20	2.8	2.5	5208.9	28.7	6	9.5
23	63.3	65.7	2.7	1.8	16.7	23.8	1.7	17	4.2	2.5	5137.8	28	5	9
31	69.3	71	2.6	1.9	15.9	1.7	1	26	2.5	2.5	4942.2	28.7	5	8.5
13	60.3	63	2.2	1.3	4.8	1.8	1.7	34.7	1	2.3	4906.7	29	2	10
46	76.3	80	2.6	1.8	11.1	6.3	1.3	11.7	3.3	3	4622.2	29.4	3	8
15	69	71.3	2.8	2	25	4.8	1.3	13.3	5	2.8	4568.9	28.7	3	9.5
56	59.7	62.3	2.1	1.2	12.1	11.8	2	18.3	2.8	2.5	4462.2	28.3	7	9.5
41	68.7	70	2.5	1.8	15	12.7	1.3	19.3	5	2.8	4426.7	27.7	6	10
28	69	70	2.6	1.9	23.3	7.9	1.3	13	3.3	2.5	4408.9	29.7	5	8.5
25	65	66.7	2.3	1.5	0	9.5	1	24	2.5	3	4284.4	27.9	4	10
4	60.3	63.3	2.1	1.3	12.7	8.3	1	38	1.5	2.7	4142.2	28.5	4	9.5
30	68.3	70	2.7	1.8	17.5	14.8	1.3	3.3	2.5	2.7	4106.7	28.7	6	10
10	58.7	65	1.8	1	21.7	1.7	1.7	38	1	2.3	4071.1	29.7	6	10
20	63.3	69	2.5	1.6	15.7	12.8	1	2	4.2	2.7	3982.2	29.9	7	10
26	67.3	69.3	2.7	1.7	6.3	10	1.3	1.7	2	2.5	3982.2	28.7	2	9.5
38	70.3	73.7	2.7	1.8	19	4.8	1	18.7	4.2	2.8	3964.5	28.6	3	9.5

19	73.3	77	2.5	1.7	14.8	1.6	2.3	29	2	2.8	3911.1	29.6	3	9
34	67.3	69.7	2.4	1.6	6.7	3.2	1	29.3	1	2.5	3857.8	27.7	4	10
7	60.7	63.7	2.3	1.5	2	41.2	2	14	2.5	1.8	3822.2	28.1	5	10
6	62	67	2.1	1.4	19.3	25	1.7	48.3	1	3	3448.9	28.7	9	9.5
12	59.3	62.3	2.3	1.4	1.7	17.5	1.3	39.3	1	3.2	3342.2	28.7	7	9
43	66.3	69.7	2.4	1.6	3.9	0	1	11.3	1.5	3.2	3324.4	30.5	4	10
33	69.7	70.7	2.6	1.7	2.4	7.9	1.3	7.3	5	3.2	3217.8	28	6	9.5
1	61	64.3	2.3	1.5	1.6	6.3	1.3	26.7	1	2.7	3128.9	28.5	6	10
5	71	74.7	3	2.1	10.6	12.7	2	55	3.3	3.5	3093.3	28.7	6	9.5
8	58	60	2	1.1	0	14	1.7	41.7	1	2.8	2951.1	29	9	9.5
21	65.3	69.3	2.5	1.6	5.6	7	1	6	1.5	2.8	2666.7	28.7	3	10
16	70.3	73.3	2.6	1.6	0	13	1.3	22.7	1	3.3	2631.1	29.3	3	10
35	72	78	2.4	1.5	8.8	0	1	20.3	2.5	3.7	2560	28.8	3	7.5
45	70.7	72	2.4	1.6	4.8	0	1.3	30.3	4.2	3.8	2560	28.7	6	9
37	67.7	70	2.2	1.5	5.3	1.8	1.3	17.3	2.5	3.3	2417.8	29.3	7	10
17	64	69.7	2.1	1.4	18.3	7.9	1.3	33.3	2.5	3.5	2382.2	28.3	5	10
47	71	77.7	2.6	1.8	7.4	8.3	1.3	20.3	1	4	2222.2	28	2	9
50	69.3	71.7	2.6	1.7	21.7	16.7	1.3	12.3	2	3.5	2080	28.5	3	10
36	71.3	76	2.6	1.8	3.2	7.9	1.7	10.3	2.8	4.2	1848.9	28.2	4	9
32	70.7	75	2.4	1.8	7.9	10	1.3	17.3	1.5	3.8	1768.9	30.3	3	9.5
24	79.3	88.3	2.7	2.1	8.3	7.9	1.7	40.3	2	3.8	1760	30.3	3	6.5
51	82	87.7	2.7	2.1	36.7	6.1	1	32.7	4.2	4.3	1635.5	28.8	4	7
29	70	73	2.3	1.4	33.3	8.3	1.3	6	3.3	4	1564.4	28.6	8	9.5
14	84.7	94	3.4	2.5	10.5	9.5	1	62.7	4.2	4.7	1546.7	29.1	3	7.5
44	82	92.3	2.9	2.2	7.9	5.3	1.7	36	4.2	4.3	1493.3	28.7	3	5
48	72	82	2.1	1.5	27	1.6	1	24.7	1	4	1422.2	29.1	3	9.5
49	76.3	82.7	2.3	1.7	12.7	4.4	1.3	41	1.5	4.5	1386.7	28.3	4	10
3	91.7	108.7	2.8	2.1	44.4	7.6	1.3	23.3	3.3	4.8	711.1	28.9	5	8.5
2	105.7	80.7	3	2.3	9.3	13.3	2	16.7	1.7	1.7	71.1	28.3	6	8
Media	68.5	71.8	2.5	1.6	11.4	7.5	1.5	20.8	2.6	2.9	4163.8	28.6	4.5	9
DMS	6.7	31.8	0.4	0.4	1.8	1.5	0.7	46.7	3.4	2.3	3606.3	3.7	1	0.5
Max.	105.7	108.7	3.4	2.5	44.4	41.2	2.3	62.7	5	4.8	11751.1	30.5	9	10
Min.	58	60	1.8	1	0	0	1	1.7	1	1.2	71.1	27.3	2	5

FM= Floración Masculina, FF=Floración Femenina, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, AR= Acame de Raíz, AT= Acame de Tallo, COB= Cobertura, NMzC= Número de Mazorcas Cosechadas, %MP= Porcentaje de Mazorcas Podridas, TEX= Textura de Mazorca, AMz= Aspecto de Mazorca, RMz= Rendimiento de Mazorca, TEM= Temperatura, SEN1= Senescencia 1, SEN2= Senescencia 2.