

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO  
NARRO UL**

**DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS**



**TESIS**

**CARACTERIZACIÓN DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES Y  
LÍNEAS PROGENITORAS DE MAÍZ EN CONDICIONES DE  
VERANO**

**ALEXIS ARTURO JIMENEZ PONCE**

**PRESENTA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

Torreón, Coahuila diciembre 2012

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. ALEXIS ARTURO JIMÉNEZ PONCE ELABORADA BAJO LA  
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

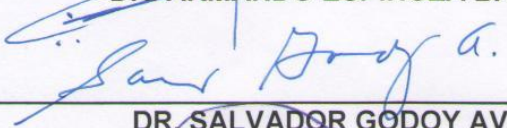
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR:

Asesor  
Principal:

  
DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

Asesor:

  
DR. SALVADOR GODOY AVILA

Asesor:


  
DR. JOSE LUIS PUENTE MANRIQUEZ

Asesor:

  
ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNÁNDEZ TORRES

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

  
Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2012

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

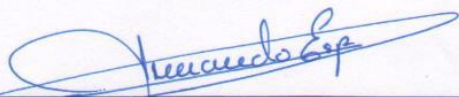
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. ALEXIS ARTURO JIMÉNEZ PONCE QUE SOMETE A LA  
CONSIDERACION 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. SALVADOR GODOY ÁVILA**

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSE LUIS PUENTE MANRIQUEZ**

**VOCAL SUPLENTE:**

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

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS**



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2012

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios Padre de Todo** y a la **Virgen de Guadalupe** y doy gracias por darme vida, bendición, salud, fuerza y una excelente **Madre** para cumplir mis objetivos y metas.

A mi escuela la **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** unidad laguna. A mi **ALMA TERRA MATER** por darme las armas suficientes para enfrentarme a la vida.

A mis asesores de tesis **Dr. Armando Espinoza Banda**, **Dr. Salvador Godoy Avila**, **M.C. E. Leopoldo Hernández Torres** y al **Dr. José Luis Puente Manríquez** por brindarme confianza, empeño y dedicación para hacer que este documento sea abstracto, discrepante, sugestivo y servidero para la sociedad.

## **DEDICATORIAS**

Esto es para mis padres por darme la vida, en especial a mi **Madre: Alejandra Isabel Ponce Martínez**, por ser la mejor madre en todos los aspectos, por darme esos apoyos, consejos y tanta fuerza para ser alguien en la vida, por todos esos esfuerzos y sacrificar bastantes cosas por darme lo que necesito para luchar en la vida igual que tú lo haces, eres mi ejemplo a seguir. **GRACIAS MADRE TE AMO.**

Esto también es en especial para esa compañera de mi corazón, mi hermosa novia y futura esposa: **Ana Jardón Gonzales**, que supo esperarme y tenerme tanta paciencia para soportar todo el tiempo que no estuvimos separados durante toda la Carrera, algo de admirar y que nunca me espere, te doy las gracias por ser tan sincera conmigo y saberme esperar. **GRACIAS TE AMO.**

Esto es también para mis grandes amigos que eh tenido en la vida, por acompañarme, apoyarme y aconsejarme, les dedico esto por su amistad y estar conmigo en las buenas y en las malas. **GRACIAS.**

**“EL QUE PERSEVERA ALCANZA”**

**“YA BASTA DE SUFRIR, ES TIEMPO DE SONREIR”**

# INDICE DE CONTENIDO

## Contenido

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIAS</b> .....	ii
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	iii
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	vi
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	1
<b>1.1. Objetivo</b> .....	3
<b>1.2. Hipótesis</b> .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
2.1. Origen del maíz.....	5
2.2. Clasificación taxonómica del maíz.....	6
2.3. Descripción botánica y morfología del maíz .....	6
2.3.1. Características del cultivo .....	7
2.4. Mejoramiento genético .....	7
2.5. Heterosis.....	8
2.6. Formación de híbridos .....	10
2.7.1. Tipos de híbridos.....	12
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	13
3.2. Condiciones Ambientales.....	13
3.3. Localización del Experimento.....	13
3.4. Material Genético .....	13
3.4.1. Líneas .....	13
3.5. Evaluación de Campo.....	15
3.5.1. Siembra y Tamaño de la Parcela .....	15
3.5.2. Preparación del terreno.....	15
3.5.3. Riegos.....	15

3.5.4. Fertilización .....	15
3.5.5. Control de Maleza .....	15
3.5.6. Control de Plagas.....	16
3.5.7. Cosecha.....	16
<b>3.6. Variables Evaluadas .....</b>	<b>16</b>
3.6.1. Días a Floración Masculina y Femenina .....	16
3.6.2. Altura de Planta y Mazorca .....	16
3.6.3. Número Total de Mazorcas .....	17
3.6.4. Diámetro de Mazorca .....	17
3.6.5. Numero de Hileras de Mazorca .....	17
3.6.6. Granos por Hilera.....	17
3.6.7. Longitud de Mazorca .....	17
3.6.10. % de Humedad.....	18
3.6.11. Pudrición de Mazorca (%) .....	18
3.6.12. Aspecto de la Mazorca.....	18
3.6.13. Cobertura de Mazorca .....	18
3.6.14. Kilogramos por Hectárea de Mazorca .....	19
3.6.15. Kilogramos por Hectárea de Grano .....	20
3.7. Diseño Experimental.....	20
3.8. Análisis Estadístico .....	20
3.8.1. Comparación de Medias .....	21
3.8.2. Caracterización agromorfológica.....	21
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
4.1. Significancia de cuadrados medios .....	22
4.2. Análisis de componentes principales (ACP) .....	23
4.3. Peso ó importancia de las variables por componente principal (CP).....	23
4.4. Dispersión de los genotipos evaluados por efecto de los dos primeros componentes. ....	24
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>VI. ANEXOS.....</b>	<b>28</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>30</b>





## INDICE DE CUADROS

No. de Cuadros		Pagina
<b>Cuadro 1.</b>	Grupos de líneas utilizadas para el apareamiento genético-II de Carolina del Norte.	<b>14</b>
<b>Cuadro 2.</b>	Progenitores y cruzas generadas de acuerdo al diseño-II de Carolina del Norte.	<b>14</b>
<b>Cuadro 3.</b>	Escala de calificación para la cobertura de mazorca.	<b>19</b>
<b>Cuadro 4.</b>	Partición de de los grados de libertad para los análisis	<b>20</b>
<b>Cuadro 4.1.</b>	Significancia de cuadrados medios de 15 variables en 36 tratamientos en condiciones de verano. UAAAN-UL, 2011.	<b>22</b>
<b>Cuadro 4.2.</b>	Número de componentes principales (CP) y porcentaje de varianza de los datos.	<b>23</b>
<b>Cuadro 4.3.</b>	Peso ó importancia de las variables por componente principal (CP)	<b>24</b>

## INDICE DE FIGURAS

No. de Figura		Pagina
<b>Figura 4.1.</b>	Dispersión de 36 genotipos de acuerdo a sus dos componentes principales y sus vectores variables. UAAAN-UL 2011.	<b>26</b>

## INDICE DE ANEXOS

<b>No. de Anexo</b>		<b>Pagina</b>
<b>ANEXO A.1.</b>	Valores medios de 15 variables evaluadas en 36 genotipos de maíz. UAAAN-UL 2011.	<b>28</b>
<b>Cuadro A2.</b>	Coeficiente de correlación entre 15 variables evaluadas en 36 genotipos de maíz. UAAAN-UL, 2011.	<b>29</b>

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue caracterizar agromorfológicamente los híbridos experimentales de maíz (*Zea mays L.*), progenitores e híbridos comerciales y seleccionar los más sobresalientes en rendimiento de grano y características agronómicas de 36 genotipos, compuestos de 24 cruzas, 10 líneas progenitoras y dos testigos comerciales, durante el año 2011. Los grupos se cruzaron bajo el esquema de apareamiento genético del diseño II de Carolina del Norte. Las cruzas fueron evaluadas en el Campo Experimental de la UAAAN-UL en Torreón, Coahuila, México; durante el ciclo de verano 2011. El diseño experimental fue un látice 6x6 con 3 repeticiones. La parcela experimental consistió en 24 plantas distribuidas en una superficie de 2.25 m<sup>2</sup> (3 x 0.75) obteniendo un total de 108 parcelas; esto con el propósito de estudiar las características morfológicas y fisiológicas de cada craza, así como identificar las características con mayor variación. Las 15 variables agronómicas evaluadas fueron: Floración Masculina y Femenina (FM y FF), Altura de planta (AP), Altura de mazorca (AM), Diámetro de mazorca (DM), Numero de hileras (NH), Granos por hilera (GH), Longitud de mazorca (LM), Pudrición (PUD), Numero de mazorcas (NMZ), Aspecto de mazorca (ASM), Cobertura de mazorca (COB), SPAD, Rendimiento de mazorca (REM) y Rendimiento de grano (REG). En la evaluación se observan diferencias altamente significativas para 12 de las 15 variables evaluadas. Las diferencias que se observan se deben en principio a que los tratamientos incluyen genotipos de formación diferente. Es obvio que las líneas sean diferentes a sus cruzas y a los testigos. Además de las diferencias genéticas implícitas.

**PALABRAS CLAVES:** Agromorfológicas, Selección, Rendimiento, *Zea mays L.*

## I. INTRODUCCION

Desde los primeros tiempos del cultivo del maíz en América, los indios pusieron especial cuidado en la selección de las mazorcas destinadas a sembrar en la siguiente temporada. La continuada selección originó muchas variedades y razas nuevas. Estas fueron seleccionadas conforme a su adaptabilidad a diferentes suelos y climas. El hombre cultivó muchos de estos tipos de maíz o los adaptó a sus objetivos. En 1905 los botánicos iniciaron nuevos métodos en la producción de diferentes clases de maíz en los E.U.A. Se descubrió entonces, experimentalmente, que cuando el polen de una planta de maíz fecundaba las mazorcas de la misma mata los granos así originados producían una gran variedad de plantas distintas; algunas eran muy pobres, mientras que otras presentaban caracteres aceptables. Con la repetición de este proceso, y guardando sólo las mejores plantas como semillas para cada raza, se obtuvieron líneas puras.

Actualmente no hay ningún país en la América Latina que no siembre maíz. En las tierras bajas del trópico se pueden producir varias cosechas al año; en otras regiones se da una, por lo general. El maíz constituye, con el frijol el alimento fundamental en el país de México y la América Central. En los E.U.A., el maíz se produce en escala gigantesca. Las plantaciones de maíz cubren más de la décima parte de las tierras laborales de los E.U.A. La cosecha anual medida es superior a 100 millones de ton. Y su valor, varias veces mayor que el de la producción anual de oro y plata en todo el mundo. Así pues, tanto en valor como en área cultivada, el maíz supera a todas las otras producciones agrícolas de los E.U.A. Aparte de los E.U.A., los principales países productores son: China, la U.R.S.S., Brasil, México, Francia, Yugoslavia, Rumania, Italia, Rep. Sudáfrica y Argentina.

El maíz es el cultivo más importante de México por varias razones: se produce alrededor de 18.2 millones de toneladas en una superficie de 8.5 millones de hectáreas y es el que presenta un mayor número de productores, 3.2 millones, en su mayoría ejidales. Alrededor del 90% de la producción es de maíz blanco y se destina al consumo humano. Existen dos tipos de productores de maíz: El primer grupo, donde se encuentra la mayoría, posee predios entre cero y cinco hectáreas y aportan el 56.4% de la producción total. En general más de la mitad de su producción se destina al consumo. Sus rendimientos fluctúan entre 1.3 y 1.8 toneladas por hectárea. El segundo grupo solo está el 7.9% de los productores, con predios arriba de cinco hectáreas por productor y aportan el 43.6% de la producción. Sus rendimientos van de 1.8 a 3.2 toneladas por hectárea.

En la Comarca Lagunera, se siembran aproximadamente, 24 000 ha de maíz forrajero y el 90% se siembra con híbridos comerciales para grano de compañías multinacionales desarrollados para otras regiones del país, por lo general se considera que los híbridos altamente productores de grano son también mejores en la calidad del forraje, por lo que un alto porcentaje de mazorca o un alto índice de cosecha favorecen los incrementos en la calidad del forraje.

El mejoramiento moderno del maíz ha dado como resultado una serie continua de híbridos mejorados. El maíz es uno de los principales cultivos en América. El negocio de la semilla de maíz es bastante competitivo y el maíz posee un formidable potencial para efectuar modificaciones genéticas por lo tanto, el maíz merece más atención que cualquier otro cultivo por parte de los investigadores (Anón, 1971).

Los fitomejoradores del maíz deben incorporar muchas características deseables en sus híbridos. Tres rasgos muy importantes que es necesario considerar son los rendimientos elevados, la madurez adecuada y la excelente resistencia al acame.

Los resultados de la investigación han demostrado sistemáticamente que los híbridos nuevos han mejorado mucho en cuanto a la fuerza de la raíz, la resistencia del tallo a la pudrición causada por hongos, la resistencia al calor y la sequia, la capacidad de tolerar cantidades inadecuadas de nitrógeno, la resistencia a barrenador europeo del maíz y diferentes plagas, y la capacidad de soportar las consecuencias nocivas de las tasas elevadas de densidad de población. Es la suma de estas mejoras genéticas lo que permite a los híbridos nuevos superar el rendimiento de los viejos, sean buenas o malas condiciones.

### **1.1. Objetivo**

Caracterizar agromorfológicamente los híbridos experimentales, progenitores e híbridos comerciales.

Seleccionar los más sobresalientes en rendimiento de grano y características agronómicas.

### **1.2. Hipótesis**

H0: Los híbridos y sus líneas difieren en potencial de rendimiento y características agronómicas.

Ha: Los híbridos y sus líneas no-difieren en potencial de rendimiento y características agronómicas.

**Metas.**

Seleccionar al menos un híbrido superior en rendimiento de grano y características agronómicas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen del maíz

La planta del maíz es un pasto anual gigante de la familia de las gramíneas. 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 en día su cultivo se ha difundido por todo el resto de países y en especial en toda Europa donde ocupa una posición muy elevada. EEUU se destaca por su alta concentración de en el cultivo de maíz. Los hallazgos más antiguos del maíz han sido encontrados en la zona de Mexico y los principales países productores son: China, la U.R.S.S., Brasil, México, Francia, Yugoslavia, Rumania, Italia, Rep. Sudáfrica y Argentina (Bernal, 2008).

El maíz ha evolucionado con el paso del tiempo, teniendo en cuenta que hoy en día se aprovecha al máximo toda la planta a través del proceso de ensilaje este cultivo ha sido y seguirá siendo en la actualidad alimento para el pueblo mexicano y es considerada la planta mas domesticada. En general la mayoría de las plantas se producen solas en la naturaleza, pero este cereal es altamente domesticado ya que necesita la mano del hombre para sobrevivencia. La inexistencia del maíz en estado silvestre es debido a la capacidad de la planta para reproducirse en forma natural, teniendo en la mazorca concentradas ordenadamente las semillas y protegidas por hojas que sin la intervención del hombre para separarlas y dispersarlas para su reproducción, el maíz dejaría de existir en un lapso de un corto tiempo (Figuroa y Aguilar; 1997).



## 2.2. Clasificación taxonómica del maíz

Reino-----Vegetal  
División-----Tracheopyta  
Subdivisión-----Pteropsidae  
Clase-----Angiosperma  
Subclase-----Monocotiledónea  
Grupo-----Glumiflora  
Orden-----Graminales  
Familia-----Gramineae  
Tribu-----Maydeae  
Genero-----Zea  
Especie-----Mays

## 2.3. Descripción botánica y morfología del maíz

El maíz es una planta monoica (produce hojas masculinas y femeninas en distintos órganos de la planta), con flores femeninas en mazorcas laterales, con floración masculina, que ocurre normalmente, de uno a dos días, antes de la floración femenina. Es de polinización libre y cruzada con gran producción de polen (25 a 35 mil granos por ovulo); granos en hileras incrustadas en la cruza; mazorca en su totalidad cubierta por hojas; grano del tipo cariopsis; metabolismo fotosintético tipo C (Purseglore, 1972; Fischer y Palmer, 1984).

En cuanto a su importancia nutritiva, es considerado como uno de los cereales básicos en la alimentación humana, debido al aporte en calorías y proteínas. El grano de maíz está constituido aproximadamente por el 77% de almidón, 2% de azúcares, 9% de proteínas, 5% de pentosanas y 2% de cenizas (Jugenheimer, 1985).

### 2.3.1. Características del cultivo

La variabilidad genética del maíz en México ha sido el foco de numerosos estudios que han descrito las razas y las relaciones raciales, con base en caracteres morfológicos y de polimorfismo con isoenzimas, describen de las razas de maíz de todo México. El rescate, conservación y utilización de las razas del maíz es de gran importancia por su riqueza fitogenética y para la producción, de grano y propósitos especiales (Martin *et al.*, 2006).

### 2.4. Mejoramiento genético

El mejoramiento de las plantas se define como el arte y la ciencia que permite explotar la herencia de las plantas (Poehlman, 1983) dicho mejoramiento se practica desde que el hombre aprendió a seleccionar las mejores plantas, por lo cual la selección se convirtió en el primer método mejoramiento.

La selección recurrente han sido diseñados para mejorar las poblaciones base para su uso directo o como fuente de líneas endogámicas, buscando el incrementar el comportamiento promedio de la población base, la frecuencia de genes favorables, así como el mantenimiento de una adecuada variabilidad genética que permita continuar con la selección; todo esto con la posibilidad de derivar líneas con aptitud combinatoria.

El mejoramiento moderno del maíz ha dado como resultado una serie continua de híbridos mejorados. El maíz es una de los principales cultivos en América. El negocio de la semilla de maíz es bastante competitivo y el maíz posee un formidable potencial para efectuar modificaciones genéticas por lo tanto, el maíz merece más atención que cualquier otro cultivo por parte de los investigadores (Anón., 1971).

Ramírez *et al.*, (2007) Indica que en el mejoramiento genético en maíz (*Zea mays* L.) en la síntesis de híbridos se expresa al máximo la heterosis. Esto se debe a las acciones genéticas aditivas, de dominancia, sobredominancia, epistática; así como las interacciones genético-ambientales que contribuyen a la existencia de heterosis, que a su vez se basa en el cruzamiento de germoplasma con acervos genéticos y orígenes geográficos distintos.

Los fitomejoradores del maíz deben incorporar muchas características deseables en sus híbridos. Tres rasgos muy importantes que es necesario considerar son los rendimientos elevados, la madurez adecuada y la excelente resistencia al acame.

## 2.5. Heterosis

Crees (1956) en su investigación con la fisiología de la acción genética en los híbridos, afirma que: las interacciones entre la actividad genética y el medio ambiente son muy importantes. El vigor híbrido generalmente se determina para caracteres como tamaño o rendimiento, pero estos son solo productos finales de los procesos metabólicos, cuyos patrones están en los genes. Estos procesos pueden verse acelerados, inhibidos o modificados por efecto de los factores ambientales.

Hayes (1952), en su estudio del desarrollo del concepto de la heterosis, considera a esta como la expresión normal de un carácter complejo cuando los genes concernientes, están en condiciones de alta heterocigosis. Como la mayoría de los caracteres normales son el resultado de la acción, reacción, e interacción de un número incontable de genes y como la mutación genética ocurre constantemente, aunque relativamente infrecuente, puede ser imposible obtener todos los genes esenciales en el estado más favorable de homocigosis.

Jugenheimer (1990), señala que la heterosis se manifiesta a si misma principalmente en las plantas de la generación F1 provenientes de las semillas. La heterosis es un fenómeno en el cual el cruzamiento de dos variedades produce un híbrido que es superior en crecimiento, tamaño, rendimiento o en vigor general. El vigor, el rendimiento y la mayoría de los caracteres de importancia económica del maíz son de la naturaleza cuantitativa y están controlados por un gran número de genes. Los efectos de estos genes pueden diferir ampliamente. La acción genética puede ser aditiva, no aditiva o aditiva de dominancia. El grado de dominancia, la epistasia y las interacciones genético – ambientales se suman a la complejidad del fenómeno de la heterosis.

Gómez y Valdivia (1988), mencionan que para obtener mejor respuesta heterótica sería conveniente combinar germoplasma proveniente de diferentes áreas de adaptación para dar oportunidad de explotar al máximo la heterosis.

Puertas (1992), señala que el cruzamiento de algunas líneas endogámicas produce híbridos de caracteres muy superiores, no solo a los de las líneas

parentales, sino también a las poblaciones iniciales de donde se obtuvieron las líneas endogámicas. Este fenómeno se conoce como vigor híbrido o heterosis.

Vasal y Córdova (1996), señalan que de tiempo en tiempo han sido expresados varios conceptos, definiciones y explicaciones de la heterosis y a menudo de maneras contradictorias. Por lo que los genetistas cuantitativos ven la heterosis de manera diferente que los fitomejoradores prácticos, quienes están interesados en la identificación de híbridos que son superiores al mejor de los progenitores. También han sido mencionadas varias variantes de heterosis, tales como euheterosis y heterobeltiosis, pero en la práctica el uso de estos términos es nulo.

## 2.6. Formación de híbridos

El fitomejoramiento es y seguirá siendo la mejor herramienta a nuestro alcance para mantener una elevada productividad (Eastmont y Robert, 1992). La producción y formación de híbridos conlleva a un tiempo que oscila entre los ocho y once años. Se basa en explotar el fenómeno biológico denominado "heterosis". La heterosis término acuñado por Shull en 1914, induce a la superioridad del híbrido con respecto a sus progenitores (Duvick, 1999). La superioridad se discute en el ámbito de las teorías genéticas de dominancia y sobre dominancia (Márquez, 1988). Independientemente de la cual de las dos predomine en el efecto, este conocimiento revolucionó la producción de la semilla híbrida a escala mundial a través de diferentes técnicas. Dichas técnicas y/o procedimientos son útiles para conocer y aprovechar el vigor híbrido del maíz (Martínez, 1975). Las más conocidas por los fitomejoradores es el uso de los cruzamientos dialélicos propuesta por Sprague Tatum (1944) y después por Griffing (1956a).

Las cruas dialélicas permiten estimar el tipo de acción génica involucrado en el material de estudio, se denominan “aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE)” a los tipos de acción genética que controlan las características de la planta donde la aptitud combinatoria específica (ACE), indica la actividad de explotar el fenómeno de vigor híbrido en la producción de híbridos. Griffing (1956b) propuso cuatro técnicas que son la base para el análisis de cruas dialélicas.

## 2.7. Híbridos

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

Para mejorar la competitividad de la producción de maíz, los avances en el desarrollo de genotipos híbridos constituyen una tecnología y una opción para elevar la producción y productividad del cultivo, por lo que su adopción es muy crucial para eficientar otras prácticas agronómicas que favorece a mejorar la productividad (Fuentes y Queme, 2005).

Chávez y López (1995), señalan que el maíz híbrido es la primera generación de una crua entre líneas autofecundadas, involucrando la producción de híbridos:

- a) La obtención de líneas autofecundadas por autopolinización controlada.
- b) La determinación de cuáles de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruas positivas.
- c) La utilización comercial de las cruas para la producción de semillas

### 2.7.1. Tipos de híbridos

Simple: es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas puras; la semilla de híbridos F1 es la que se vende a los agricultores para la siembra. Por lo común los híbridos simples son mas uniformes y tienden a preservar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables (López y Chávez, 1994).

Triple: se forman con tres líneas autofecundadas, es decir son el resultado de un cruzamiento entre una cruza simple y una línea autofecundada. La cruza simple como hembra y la línea como macho. Con frecuencia se puede obtener mayores rendimientos como una cruza triple que con una doble, aunque las plantas de una cruza triple no son tan uniformes como las de una cruza simple (López y Chávez, 1994).

Doble: el híbrido doble se forma de cuatro líneas autofecundadas, es decir es la progenie híbrido obtenida de una cruza entre dos cruza simples. Los híbridos dobles no son tan uniformes como las cruza simples, debido a que presentan mayor variabilidad genética; es importante señalar que una cruza simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez mas que una doble (López y Chávez, 1994).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización de la Comarca Lagunera**

La Región Lagunera, se localiza en la parte central de la porción norte de México, y forma parte de los estados de Coahuila y Durango.

#### **3.2. Condiciones Ambientales**

El clima de la región, corresponde a BW hw” (e’), que se caracteriza por ser muy seco o desértico, semiárido con invierno fresco, temperatura media anual entre 18 y 22 °C; con régimen de lluvias en verano, precipitación media de 250 mm y una evaporación potencial del orden de 2,500 mm anuales. Los vientos predominantes circulan en dirección sur con velocidad de 27 a 44 Km/h (Chaires y Palermo, 2004).

#### **3.3. Localización del Experimento**

El trabajo se desarrolló durante el ciclo agrícola primavera-verano 2011 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, localizada en Periférico y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México.

#### **3.4. Material Genético**

##### **3.4.1. Líneas**

Se usaron seis líneas del CIMMYT y cuatro líneas del programa de mejoramiento genético de la UAAAN-UL, (Cuadro 1). En el ciclo verano del 2010, se sembraron ambas líneas para realizar los cruzamientos posibles de acuerdo al diseño genético de Carolina del Norte (Comstock y Robinson, 1948). De este sistema de



apareamiento se generaron 24 cruzas ó F1, las cuales se evaluaron en los ciclos primavera y verano del 2011, (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Grupos de líneas utilizadas para el apareamiento genético-II de Carolina del Norte.

<b>Genealogía</b>	<b>Origen</b>	<b>Genealogía</b>	<b>Origen</b>
<b>AN-83-191</b>	UAAAN-UL	A-30-01	UAAAN
<b>AN-77-185</b>	UAAAN-UL	A-57-02	UAAAN
<b>CML-508-43</b>	CIMMYT	A-18-05	UAAAN
<b>CML-509-44</b>	CIMMYT	A-06-11	UAAAN
<b>AN-82-190</b>	UAAAN		
<b>AN-78-186</b>	UAAAN		

**Cuadro 2.** Progenitores y cruzas generadas de acuerdo al diseño-II de Carolina del Norte.

	<b>AN-83-191</b>	<b>AN-77-185</b>	<b>CML-508-43</b>	<b>CML-509-44</b>	<b>AN-82-190</b>	<b>AN-78-186</b>
<b>A-30-01</b>	AN-83-191 x A-30-01	AN-77-185 x A-30-01	CML-508-43 x A-30-01	CML-509-44 x A-30-01	AN-82-190 x A-30-01	AN-78-186 x A-30-01
<b>A-57-02</b>	AN-83-191 x A-57-02	AN-77-185 x A-57-02	CML-508-43 x A-57-02	CML-509-44 x A-57-02	AN-82-190 x A-57-02	AN-78-186 x A-57-02
<b>A-18-05</b>	AN-83-191 x A-18-05	AN-77-185 x A-18-05	CML-508-43 x A-18-05	CML-509-44 x A-18-05	AN-82-190 x A-18-05	AN-78-186 x A-18-05
<b>A-06-11</b>	AN-83-191 x A-06-11	AN-77-185 x A-06-11	CML-508-43 x A-06-11	CML-509-44 x A-06-11	AN-82-190 x A-06-11	AN-78-186 x A-06-11

### 3.5. Evaluación de Campo

#### 3.5.1. Siembra y Tamaño de la Parcela

La evaluación se efectuó en el año 2011 en los ciclos primavera y verano. La siembra se realizó el día 8 de abril y 4 junio para el ciclo primavera y verano respectivamente. La siembra fue a manual y en seco depositando tres semillas por mata. Cada tratamiento se conformó de dos surcos de 3 m de longitud con separación de 0.75 m entre surcos y 0.19 m entre plantas, teniendo una densidad de población de 24 plantas distribuidas en una superficie de 2.25 m<sup>2</sup> (3 m x 0.75 m) en total se tuvieron 108 parcelas y una densidad de población de 53 mil plantas/ha. A los 15 días después de la siembra se realizó un raleo dejando una planta útil por mata.

#### 3.5.2. Preparación del terreno

Consistió en un barbecho, seguido un rastreo sencillo, con la finalidad de generar en el suelo las condiciones físicas óptimas de flujo de agua y aire, para el buen desarrollo del sistema radicular de las plantas.

#### 3.5.3. Riegos

Se usó un sistema de riego presurizado por cintilla. Se aplicaron 22 riegos en total, los primeros 15 que fueron desde la siembra hasta el inicio de la floración cada 3 días con 7 horas de riego, el resto se aplicó 3 horas cada 4 días.

#### 3.5.4. Fertilización

La dosis de fertilización utilizada fue (180-100-00), el cual se aplicó en dos fracciones: la primera se realizó cuando el cultivo estaba en la etapa de crecimiento, y la segunda en la etapa de la floración, con el objetivo de favorecer el crecimiento, desarrollo de planta y llenado de grano, con urea 46% en dosis de 50 kg/Ha disuelta en el agua de riego (fertirrigación).

#### 3.5.5. Control de Maleza

Esta actividad se realizó a lo largo del ciclo del cultivo, inicialmente con el herbicida (Primagram Gold 4L/ha) en pre-emergencia a los 8 días después de la siembra, sucesivamente se efectuó manual y mecánicamente con azadón.

#### 3.5.6. Control de Plagas

Para las plagas de el follaje específicamente gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se controló con Clorpirifós en dosis de 1.0 L/ha y al final del ciclo presencia de araña roja (*Tetranychus spp*) controlada con Dimetoato en dosis de 1.0 L/ha.

#### 3.5.7. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual tomando en cuenta las características que determinan la madurez como son: totomoxtle seco, al golpearlo con los nudillos de los dedos los granos están duros, y los granos se desprenden con facilidad del olote.

### 3.6. Variables Evaluadas

Para la determinación del comportamiento de las cruzas se evaluaron las siguientes variables agronómicas:

#### 3.6.1. Días a Floración Masculina y Femenina

Se considero como floración masculina y femenina en número de días a partir de la fecha de siembra hasta que más de 50% de emisión de polen en floración masculina y la femenina es cuando más del 50 % plantas tengan el estigma de 2 a 3 cm de largo en cada parcela.

#### 3.6.2. Altura de Planta y Mazorca

Esta variable se determinó las 3 semanas posteriores a la floración que es cuando la planta termina su crecimiento. En 3 plantas seleccionadas al azar de cada parcela con, un estadal se midió la distancia desde la base de la planta hasta el punto donde comienza a dividirse la espiga (panoja). De la cual de las mismas 3 plantas para la altura de mazorca se midió de la base del tallo hasta la inserción de la última mazorca registrando las distancias en centímetros.

#### 3.6.3. Número Total de Mazorcas

Se registro la cantidad total de mazorcas cosechadas por parcela, excluyendo las mazorcas secundarias que sean muy pequeñas (molotes) y con poco contenido de grano esto con la finalidad de no alterar las variables relacionadas al mismo.

#### 3.6.4. Diámetro de Mazorca

Con un vernier digitalizado se tomaron 3 mazorcas de cada parcela y repetición para medir el diámetro ecuatorial expresado en cm.

#### 3.6.5. Numero de Hileras de Mazorca

Del total de mazorcas recolectadas por los dos sucos que componen una parcela se tomaron solo 3 para contar el número de hileras.

#### 3.6.6. Granos por Hilera

Es el total de número de granos que se encuentran contenidos dentro de una hilera en 3 mazorcas por tratamiento.

#### 3.6.7. Longitud de Mazorca

Con una regla graduada de 3 mazorcas tomadas al azar de cada parcela determinamos la longitud de la mazorca midiendo de la base hasta la punta de la mazorca Las medidas son expresadas en cm.

#### 3.6.10. % de Humedad

Con 0.25 kg de grano de maíz para cada parcela, y previamente mezclado a granel se determinó el porcentaje de humedad en el grano con un equipo sofisticado (Dickey-john Mini Gac) al momento de la cosecha.

#### 3.6.11. Pudrición de Mazorca (%)

De cada parcela, calificamos la incidencia de pudrición de mazorca y de grano causada por *Diplodia spp*, *Fusarium spp* y *Gibberella spp*, según una escala de 1 a 5, de la siguiente manera:

- 1 = 0% de granos infectados.
- 2 = 10% de granos infectados.
- 3 = 20% de granos infectados.
- 4 = 30% de granos infectados.
- 5 = 40% o más de granos infectados.

#### 3.6.12. Aspecto de la Mazorca

Se determinó después de la cosecha, pero antes de tomar una muestra para determinar la humedad, extendiendo las mazorcas frente a cada parcela para calificar las características tales como daños por enfermedades de insectos, tamaño de la mazorca, llenado del grano y uniformidad de las mazorcas según una escala de 1 a 5, donde 1 es óptimo y 5, muy deficiente.

#### 3.6.13. Cobertura de Mazorca

Esta variable es el número de mazorcas de cada parcela de acuerdo a que tengan expuesta alguna parte de la mazorca de una escala de 1 a 5 descritas en el Cuadro 3. Se calificaron 2 semanas antes de la cosecha ya que las mazorcas están completamente desarrolladas y se estén secando las brácteas.

**Cuadro 3:** escala de calificación para la cobertura de mazorca.

ESCALA DE CALIFICACIÓN	COBERTURA POR LAS BRÁCTEAS
1= Excelente	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extiende más allá de ella.
2= Regular	Cubren apretadamente la punta de la mazorca
3 =Punta expuesta	Protegen flojamente la mazorca hasta la punta
4 =Grano expuesto	Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta
5= Completamente inaceptable	Cobertura deficiente; la punta está claramente expuesta

#### 3.6.14. Kilogramos por Hectárea de Mazorca

Los kilogramos por hectárea de mazorca se considero el peso total de todas las mazorcas cosechadas por parcela útil, expresada en Kg/ha y uniformizado al 12% de humedad, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Kg/ha} = (\text{PeCa} \times \text{Kd}) \times (100 - \text{Hc}) / 85 \times (10000 / \text{AU}) \quad (1)$$

Donde;

PeCa = Peso de campo de las mazorcas cosechadas por parcela útil en kg/ha.

Kd = Constante de desgrane para ajustar el rendimiento de grano igual a 0.8.

AU = Área de parcela útil.

HC = Humedad de campo o de cosecha.

85 = humedad deseada al 15 %.

### 3.6.15. Kilogramos por Hectárea de Grano

Los kilogramos por hectárea de grano se considero el peso total de grano de todas las mazorcas cosechadas por parcela útil, expresada en Kg/ha y uniformizado al 12% de humedad, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Kg/ha} = (\text{PeCa} \times \text{Kd}) \times (100 - \text{Hc}) / 85 \times (10000 / \text{AU}) \quad (2)$$

Donde;

PeCa = Peso de campo de las mazorcas cosechadas por parcela útil en kg/ha.

Kd = Constante de desgrane para ajustar el rendimiento de grano igual a 0.8.

AU = Área de parcela útil.

HC = Humedad de campo o de cosecha.

85 = humedad deseada al 15 %.

### 3.7. Diseño Experimental

Los tratamientos se evaluaron en campo en un diseño alfa Látice con 18 bloques y seis tratamientos por bloque y tres repeticiones, para ambos ciclos de cultivo.

### 3.8. Análisis Estadístico

El análisis de varianza se llevó a cabo la partición de los genotipos en cruzas, líneas y testigos, para cada ambiente de acuerdo al Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Partición de de los grados de libertad para los análisis

<b>F.V</b>	<b>GL</b>	
<b>Repetición(Rep)</b>	r-1	2
<b>Blo(Rep)</b>	b-1(r-1)	10
<b>Trat(T)</b>	t-1	35
<b>Error</b>	(r-1) (gen-1)	70
<b>Total</b>	rgen-1	107

### 3.8.1. Comparación de Medias

Para el análisis de los datos se tomaron medias de las dos localidades para cada variable en los genotipos evaluados se utilizó el procedimiento MEANS del programa SAS (Statistical Analysis System), para la comparación de medias para cada análisis se aplicó la prueba de DMS al nivel de significancia de 0.05.

### 3.8.2. Caracterización agromorfológica.

Para caracterizar los genotipos por sus variables, se construyó una matriz de doble entrada Genotipos-VARIABLES, la que se utilizó para realizar un análisis de Componentes Principales (CP) y se generó un gráfico "BI PLOT" con los dos primeros CP.

El BI PLOT, muestra la dispersión de los genotipos (Híbridos y progenitores) y las variables se representan por "vectores" que parten de un vértice que coincide con el origen de los CP1 y 2. El ángulo de los vectores-variable, indican la correlación entre las mismas. A menor ángulo mayor correlación. La longitud de los vectores expresa la importancia de los mismos en el estudio. A mayor longitud mayor importancia.

Los materiales se caracterizan por su posición en el gráfico y su cercanía con los vectores-variable.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Significancia de cuadrados medios

En la evaluación de los tratamientos compuestos de 24 cruzas, 10 líneas progenitoras y dos testigos comerciales, se observan diferencias altamente significativas para 12 de las 15 variables evaluadas.

Las diferencias que se observan se deben en principio a que los tratamientos incluyen genotipos de formación diferente. Es obvio que las líneas sean diferentes a sus cruzas y a los testigos. Además de las diferencias genéticas implícitas.

**Cuadro 4.1.** Significancia de cuadrados medios de 15 variables en 36 tratamientos en condiciones de verano. UAAAN-UL, 2011.

<b>FV</b>	<b>Rep</b>	<b>Blo (Rep)</b>	<b>Trat</b>	<b>CV %</b>	<b>Media</b>
<b>GL</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>30</b>		
FM	0.2	2.5	9.00**	2.4	63.8
FF	3.1	3.5	12.80**	2.4	65.9
AP	56.2	234.9	390.20**	7.5	170.8
AMZ	80.5	169.4	356.60**	7.8	141.8
DM	0.21	0.09	0.14**	5.0	4.9
NH	1.2	0.5	6.00**	6.9	15.5
GH	9.4	21.1	21.80ns	10.1	36
LM	2.4	3.6	2.10ns	9.9	16.8
PUD	1.2	1	1.60**	18.3	4.2
<b>ASM</b>	<b>6.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.80**</b>	<b>36.7</b>	<b>1.7</b>
NMZ	84.6	17.6	37.00ns	18.1	27.5
<b>COB</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>0.70**</b>	<b>38.3</b>	<b>1.6</b>
SPAD1	7.7	37.6	33.00**	6.8	49.6
REM (x10 <sup>6</sup> )	14.86	4.25	12.31**	16.3	10828.3
REG(x10 <sup>6</sup> )	10.145	3.30	9.73**	16.9	9077.8

\*\* , ns= significativos al 0.01 de probabilidad y no-significativo. FM y FF= Floración masculina y femenina; AP y AM=

Respecto al coeficiente de variación (CV), se observa 14 de la 15 variables muestran valores que se consideran confiables (Falconer, 1978) pues oscilan entre el 2.4 al 18.3%; en contraste aspecto de mazorca (ASM) y cobertura de mazorca (COB), muestran valores de 36.7 y 38.3%, lo cual se debe a que estas variables son de naturaleza cualitativa y por lo tanto no tienen una distribución normal, condición que se requiere para el análisis de varianza.

#### 4.2. Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales (ACP) mostró, que los tres primeros componentes, generados por la combinación lineal de 15 variables y contribuyeron a explicar el 60% de la variación fenotípica de los genotipos evaluados (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2.** Número de componentes principales (CP) y porcentaje de varianza de los datos.

<i>Componente</i>		<i>Porcentaje de</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Número</i>	<i>Eigenvalor</i>	<i>Varianza</i>	<i>Acumulado</i>
1	3.5979	25.699	25.699
2	2.87926	20.566	46.265
3	1.86487	13.320	59.586
4	1.50024	10.716	70.302
5	1.05444	7.532	77.834
6	0.935552	6.683	84.516

#### 4.3. Peso ó importancia de las variables por componente principal (CP)

En el cuadro 4.3, se muestra la importancia de las variables de cada componente principal, donde el Primer Componente Principal (PCP), es una función lineal de las variables: FM, FF, AP, AM, LM y SPAD, el CP-2 lo fue para

PUD, ASM, COB y RMZ; El CP3: FM, FF, AP, AM, GH y SPAD. Este último se considera una réplica del CP1, con la excepción de la variable GH.

Por ser más práctico, se eligieron los dos primeros componentes (CP1 y 2) para elaborar el gráfico BIPLLOT. Estos dos componentes son los que mayor varianza acaparan de los datos analizados.

**Cuadro 4.3.** Peso ó importancia de las variables por componente principal (CP)

Variable	<i>Componentes principales (CP)</i>				
	1	2	3	4	5
FM	<b>0.35</b>	0.00	0.24	-0.31	-0.24
FF	<b>0.31</b>	-0.04	0.30	-0.40	-0.03
AP	<b>-0.38</b>	-0.04	0.34	-0.18	-0.39
AM	<b>-0.37</b>	0.04	0.34	-0.12	-0.42
DM	-0.24	0.14	-0.07	<b>-0.48</b>	0.23
NH	0.23	0.31	-0.10	<b>-0.40</b>	0.13
GH	-0.20	-0.03	<b>0.50</b>	0.18	<b>0.30</b>
LM	<b>-0.29</b>	0.00	0.28	-0.05	<b>0.59</b>
PUD	0.07	<b>0.45</b>	0.11	-0.10	0.14
ASM	-0.12	<b>-0.43</b>	-0.19	-0.36	0.03
NMZ	-0.22	<b>0.33</b>	-0.24	0.00	-0.28
COB	-0.09	<b>-0.47</b>	-0.15	-0.31	0.09
SPAD	<b>-0.35</b>	-0.06	<b>-0.34</b>	0.00	-0.01
RMA	-0.26	<b>0.40</b>	-0.19	-0.21	0.05
RG	0.42	<b>0.23</b>	0.17	0.19	0.10

#### 4.4. Dispersión de los genotipos evaluados por efecto de los dos primeros componentes.

En la figura 1, se muestra la dispersión de los genotipos evaluados por efecto de los dos primeros componentes.

El CP1 separó los genotipos por el potencial de producción, es decir, del vértice hacia el lado izquierdo de la gráfica, se concentraron los genotipos con mejor rendimiento. Así, en tanto se encuentran más alejados del centro, tienen el mayor rendimiento. En este sector de la gráfica, los vectores-variable que representan el potencial de rendimiento son: REG, RMA, y NMA, tres variables

altamente correlacionadas. En este sector, se observan al menos tres grupos: Los genotipos más cercanos a estas variables fueron: 22x05, 22x03, 28x05, 26x0 y 25x03 fueron los de mayor rendimiento; el grupo 2, los genotipos: 25x01, 22x03, 23x05, 27x02 y 28x02; un tercer grupo constituido por: 26x01, 25x05, 27x03 y 28x03. Estos grupos también se caracterizan por ser de mayor altura, y mazorcas con mayor diámetro (DM), Longitud y granos por hilera, variables que son componentes del rendimiento. De las tres variables DM en este estudio estuvo más relacionada con rendimiento, Cuadros A1 y A2.

En el sector derecho de la gráfica, se agrupan los genotipos con menores rendimientos, así como los más tardíos. Se localizan el grupo de líneas progenitores, dentro de la línea punteada.

En la sección superior de la Figura 1, se ubican los vectores-variable pudrición de mazorca (PUD) y numero de hileras (NH); los genotipos con estas características son P4081W, 26x01, 22x01 y 22x02.

En contraste en la sección inferior se localizan los vectores variables Aspecto de mazorca y Mala Cobertura (COB). Aquí se encuentran los genotipos 28x03, 27x03, A-18, y AN-82. Estas dos variables por su ángulo reducido están correlacionadas, lo cual indica que la mala cobertura afecta el aspecto de mazorca.

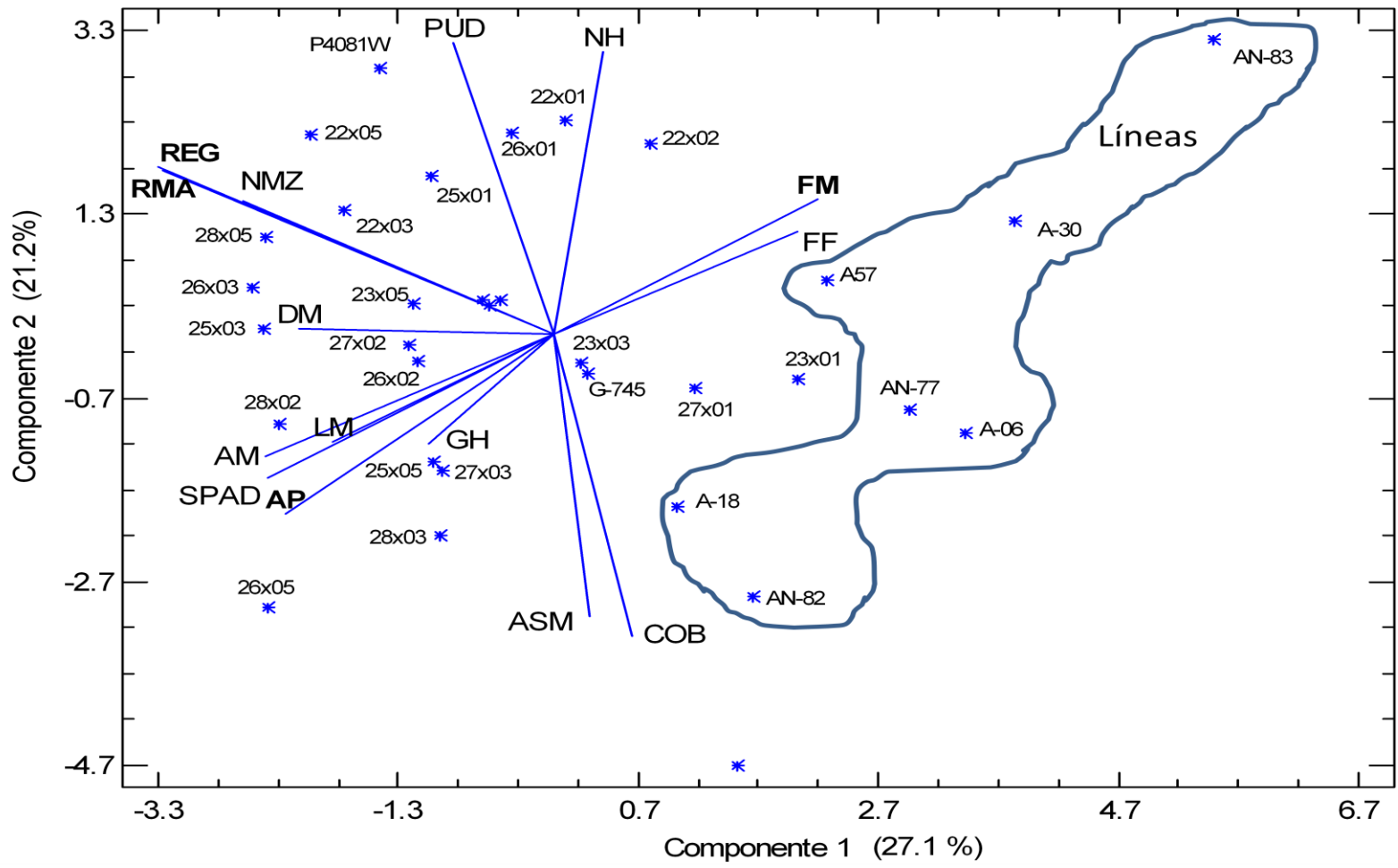


Figura 4.1. Dispersión de 36 genotipos de acuerdo a sus dos componentes principales y sus vectores variables. UAAAN-UL 2011.

## **V. CONCLUSIONES**

Los materiales ó genotipos evaluados fueron diferentes en 12 de las 15 variables cuantificadas.

La herramienta estadística de componentes principales facilitó la caracterización de los genotipos evaluados.

El CP1, separó a los genotipos de alto y bajo rendimiento, sobresaliendo cuatro cruzas.

Las líneas ó progenitores fueron de menor rendimiento, más tardías, con mala cobertura y peor aspecto de mazorca.

## VI. ANEXOS

**ANEXO A.1.** Valores medios de 15 variables evaluadas en 36 genotipos de maíz. UAAAN-UL 2011.

Trat	Gen	FM	FF	AP	AMZ	DM	NH	GH	LM	PUD	ASM	NMZ	COB	SPAD	REM	REG
G1	22x01	63	65	151.4	120.2	4.98	16.6	31	16.2	5.0	1.3	27.7	1.0	52.1	11856	9712
G2	22x02	63	68	154.6	126.8	4.91	17.2	33	15.8	4.7	1.7	28.3	1.3	48.2	12012	9503
G3	22x03	63	65	175.1	157.1	4.86	16.2	36	16.8	4.7	1.0	29.0	1.0	49.1	12693	10558
G4	22x05	63	65	166.9	137.4	5.12	16.7	34	16.8	4.7	1.0	30.7	1.0	51.7	13688	11540
G5	23x01	65	66	163.7	131.6	4.94	14.6	34	15.6	3.0	1.7	23.7	1.3	47.8	9106	7692
G6	23x02	64	68	169.9	139.3	4.72	14.7	41	17.8	4.7	1.3	27.0	1.3	50.6	11448	9940
G7	23x03	63	65	180.4	150	4.86	16.7	38	17.8	4.7	1.3	21.0	1.3	47.7	8955	7418
G8	23x05	65	67	190.1	158.8	4.43	14.4	38	16.4	4.3	1.3	33.0	1.3	48.5	12329	10441
G9	25x01	64	66	165.3	140.2	4.83	15.6	33	17.0	5.0	1.3	32.3	1.3	49.9	12355	10686
G10	25x02	65	69	183.9	152.7	5.07	15.7	35	15.7	4.7	1.7	24.3	1.7	51.2	12216	10728
G11	25x03	62	63	175.9	158.3	4.77	15.6	36	17.4	4.3	1.3	33.0	1.3	50.9	12057	9869
G12	25x05	64	62	166.3	135.1	4.91	14.2	35	16.2	4.0	2.3	32.3	2.3	53.1	11336	9754
G13	26x01	63	64	142.2	125.4	4.75	15.8	36	17.3	5.0	1.3	27.7	1.0	47.9	13174	10900
G14	26x02	64	67	170.8	137.4	4.8	15.1	39	16.4	4.7	2.7	33.3	1.7	52.9	12177	10518
G15	26x03	62	64	174.9	140.4	5.02	14.9	37	17.5	4.7	1.3	29.3	1.0	52.7	13179	10600
G16	26x05	61	64	192	155.7	5.42	15.4	32	17.1	3.3	3.0	26.7	2.3	51.7	12110	10103
G17	27x01	64	66	161.6	129.1	5.08	15.8	35	16.7	4.3	2.3	24.7	2.3	46.1	10549	8538
G18	27x02	63	65	175.2	146.3	5.08	14.4	38	15.9	3.3	1.0	30.3	1.0	51.3	11040	9323
G19	27x03	64	65	187.1	155.4	4.9	13.1	36	16.5	3.7	1.7	27.0	1.3	51.2	10793	8779
G20	27x05	64	67	175.7	147.4	4.58	14.6	37	17.4	2.3	3.0	20.7	2.7	55.0	8318	6822
G21	28x01	65	67	171.7	142.8	4.95	17.3	39	18.1	3.7	1.3	27.0	1.3	51.7	11207	9527
G22	28x02	64	68	176.9	148.6	5.36	15.8	38	18.1	4.3	2.3	28.3	2.3	53.0	13536	11516
G23	28x03	61	65	181.3	150	5.14	13.9	41	17.4	4.7	2.0	27.0	2.0	47.5	9109	7327
G24	28x05	66	67	190.6	157.8	5.3	17.1	38	18.7	5.0	1.7	30.3	1.3	47.0	13008	11041
G25	<b>AN-83</b>	68	70	151.3	123.8	4.5	18.1	31	14.3	5.0	1.3	26.0	1.3	41.6	6886	5488
G26	<b>AN-77</b>	63	66	163	135.3	4.66	15.2	41	16.4	3.7	1.3	21.3	1.3	42.7	6243	5337
G29	<b>AN-82</b>	63	66	160.9	129	4.52	13.6	36	16.5	3.0	2.7	28.0	2.3	51.7	8614	7074
G31	<b>A-30</b>	66	68	150.3	121.4	4.86	18.4	32	15.7	4.3	2.0	23.7	2.0	44.7	8339	6818
G32	<b>A-57</b>	67	70	166.3	135.1	4.86	14.2	40	17.8	5.0	1.7	22.3	1.3	41.6	9372	7949
G33	<b>A-18</b>	64	65	190.4	162.2	4.9	13.9	35	16.2	4.7	2.0	25.3	1.7	45.7	6762	5270
G34	<b>A-06</b>	67	69	160	131.6	4.78	14.7	33	17.2	3.0	1.7	23.7	1.7	49.7	6819	5557
G35	<b>G-745</b>	64	65	172.2	144.8	4.72	14.8	35	16.8	4.0	1.7	24.0	1.3	49.2	10532	9077
G36	<b>P4081W</b>	66	68	174.1	155.2	5.12	18.4	36	15.7	4.7	1.7	31.0	1.0	47.3	14730	12508
	<b>DMS</b>	<b>2.5</b>	<b>2.6</b>	<b>20.9</b>	<b>18</b>	<b>0.4</b>	<b>1.7</b>	<b>5.9</b>	<b>2.7</b>	<b>1.2</b>	<b>1</b>	<b>8.1</b>	<b>0.9</b>	<b>5.5</b>	<b>2889</b>	<b>2504</b>

**Cuadro A2.** Coeficiente de correlación entre 15 variables evaluadas en 36 genotipos de maíz. UAAAN-UL, 2011.

	FM	FF	AP	AM	DM	NH	GH	LM	PUD	ASM	NMZ	COB	SPAD	RMA	REG
FM		0.81**	-0.16	-0.12	-0.16	0.30	-0.07	-0.13	0.21	0.04	-0.27	0.01	-0.49**	-0.23	-0.20
FF			-0.15	-0.15	-0.08	0.31	0.05	-0.10	0.23	0.12	-0.37*	0.10	-0.47**	-0.21	-0.19
AP				0.93**	0.30	-0.33	0.35*	0.35*	-0.10	0.15	0.13	0.10	0.25	0.18	0.20
AM					0.23	-0.21	0.35*	0.34*	-0.01	0.02	0.19	-0.02	0.19	0.26	0.27
DM						0.19	0.01	0.24	0.15	0.15	0.11	0.09	0.11	0.45*	0.43*
NH							-0.32	-0.14	0.38*	-0.24	0.03	-0.25	-0.26	0.25	0.23
GH								0.55**	-0.03	-0.05	-0.04	-0.06	0.00	0.04	0.08
LM									-0.02	0.03	-0.04	0.05	0.27	0.25	0.26
PUD										-0.31	0.23	-0.34*	-0.44*	0.31	0.30
ASM											-0.19	0.88**	0.17	-0.18	-0.18
NMZ												-0.26	0.40*	0.68**	0.67**
COB													0.14	-0.32	-0.31
SPAD														0.46**	0.47**
RMA															0.99**



## VII. BIBLIOGRAFIA

- Allard R. W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España.
- Bernal M. L. 2008. Híbridos experimentales del CIMMYT para la comarca lagunera. Tesis Profesional, UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México.
- Bolaños, J. 1993. Bases fisiológicas del progreso genético en cultivos del PRM.
- Chávez J. L. y López E. (1994). Mejoramiento de plantas 2, Métodos específicos de plantas alogamas. Editorial trillas, S. A. de C. V.
- Crossa, J., Gauch, H. G., y R. W. Zobel. 1988. Estimación estadística predictiva de rendimientos en ensayos de variedades.
- Duvick, D. N. 1999. Heterosis: Feending people and protecting natural resources. (eds). Genetics and explotation of heterosis in crops. ASA-CSSA-SSSA. Madison, wi.
- Eastmond A. y M. L. Robert. 1992. Biotecnología y agroecológica; Paradigmas opuestos? Agrociencia.
- Espinoza, A., Ortega, D. Palafox, A., Córdova, H., Vergara, N. y B. Vivek. 2004. Nuevos sintéticos de maíz de grano blanco de alta calidad proteica (QPM).
- Fischer K. S. and A. Palmer. 1984. Tropical maize. In PR goldworthy and NM Fischer (Eds). The Physiology of tropical field crops. John Wiley and Sons, Ny.
- Fuentes L. M. R. y Queme W. 2005. Informe ensayo regional de maíz PCCMCA 2005. ICTA-PRM.
- Griffing, B. 1956a. A generalized treatment of the use of dialle crosses in quantitative inheritance. Heredity.
- Griffing, B. 1956b. Concept of general and specific combining ability in dialelyc crossing system. Aust. Jour. Biol. Sci.
- Hidalgo, H.; Jefeers, D., Castanon, G.; Rodríguez, F. 1998. Resistencia al achaparramiento del maíz mediante al infestaciones de Dalbulus maydis en maíz.

- Jungenheimer W. R. 1985. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial LIMUSA, México.
- Márquez, S. F. 1988. Genotecnia vegetal. Tomo II. AGTESA. México.
- Martin L. J., Parra R. J., Sánchez G. J., De la cruz L. L., Morales R. M. 2006. Caracterización de maíces criollos del occidente de Mexico. Universidad de Guadalajara, CUCBA, IMAREFI, México.
- Martínez, G. A. 1975. Diseño y análisis de los experimentos de cruzas dialelicas. CEC-CP-ENA. Chapingo, México.
- Pohelman, J. M. 1983. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. LIMUSA-WILEY, México, DF.
- Queme, J. L. Y M. R. Fuentes. 1992. Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de grano blanco y amarillo en diferentes ambientes de Mexico, Centroamérica, el Caribe y Venezuela.
- Robert w. Jugenheimer, Ph. D. Noriega Editores Urbana-Champaing, Illinois.
- Spargue, G. E. y Tatum A. G. 1942. General vs. Specific combining ability in single crosses on corn. J. Am. Soc. Agron.