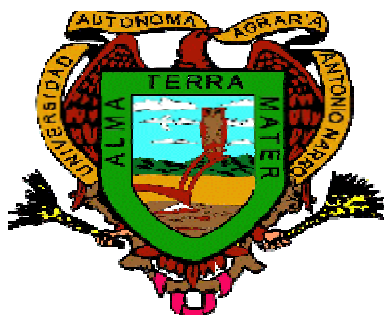


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE HÍBRIDOS  
EXPERIMENTALES DE MAÍZ PARA GRANO**

**ELABORADO POR:**

**ELEXANDER GÓMEZ GUTIÉRREZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

**EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**TORREÓN COAHUILA, MÉXICO**

**MAYO DEL 2009**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

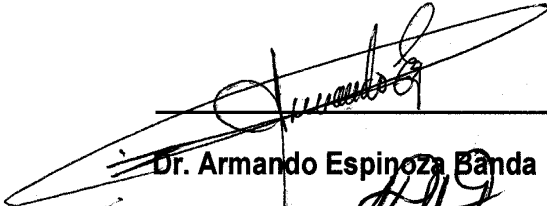
TESIS DEL C. ELEXANDER GÓMEZ GÚTIERREZ  
ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL  
COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO  
DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA


APROBADA POR:

Asesor principal:

  
\_\_\_\_\_

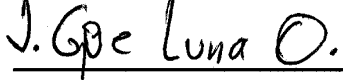
Dr. Armando Espinoza Banda

Asesor:

  
\_\_\_\_\_

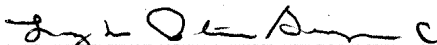
Dr. Arturo Palomo Gil

Asesor:

  
\_\_\_\_\_


MC. J. Guadalupe Luna Ortega

Asesor:

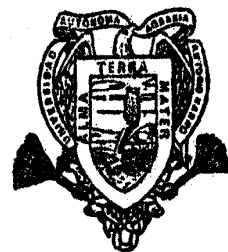
  
\_\_\_\_\_

MC. Luz Ma. Patricia Guzmán Cedillo

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS

  
\_\_\_\_\_

Mc. Víctor Martínez Cueto



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

Torreón Coahuila.

Mayo 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS DEL C. ELEXANDER GÓMEZ GUTIÉRREZ**

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ**

**PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**COMITÉ PARTICULAR**

**APROBADA POR:**

**Presidente:**

  
Dr. Armando Esquivel Banda

**Vocal:**

  
Dr. Arturo Palomo Gil

**Vocal:**

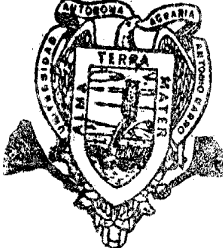
  
Mc. J. Guadalupe Luna Ortega

**Vocal suplente:**

  
Mc. Luz Ma Patricia Guzmán Cedillo

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
Mc. Víctor Martínez Cueto

  
Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

**Torreón Coahuila.**

**Mayo 2009**

## **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios el eterno creador del universo por haberme dado la vida, unos padres y por poder permitirme llegar hasta este momento importante de mi vida.

### **A LA NARRO.**

Por abrirme las puertas y brindarme una meta mas de mi vida como la de concluir mis estudios

### **A MIS ACESORES.**

**DR. ARMANDO ESPINOSA BANDA**

**DR. ARTURO PALOMO GIL**

**MC. J. GUADALUPE LUNA ORTEGA**

**MC. PATRICIA GUZMÀN CEDILLO**

Por haberme brindado sus conocimientos y asesoría para poder culminar satisfactoriamente el material evaluado.

### **AMIS COMPAÑEROS DE CLASES.**

Por haberme brindado su amistad dentro y fuera de la escuela, por los momentos tan felices que me brindaron y por haberme hecho reír en todos los diferentes lugares que íbamos a práctica y las diferentes fiestas a las que íbamos y hacíamos.

### **A MIS A MIGOS.**

Por el apoyo incondicional en la etapa de mi carrera, los buenos consejos,  
y por su buena amistad

### **AMIS MAESTROS.**

Por haberme tras metido sus conocimientos en el aula y por sus consejos  
para seguir adelante en la etapa de mi carrera

### **AMIS PADRES.**

Por haber tenido la confianza, paciencia y su apoyo incondicional durante  
todo el periodo de mis estudios.

### **A MIS HERMANOS.**

#### **OMAR, YULIANA Y CRISTEL.**

Por su gran comprensión, apoyo incondicional, por los diferentes consejos  
transmitidos para seguir adelante en la superación de mi vida y por  
todos los momentos de felicidad que hemos vivido juntos gracias  
por todo lo felices que hemos sido.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

**Sr. Arnulfo Gómez Cruz  
Sr. Miriam Gutiérrez Broow**

Por su esfuerzo, amor y apoyo para que todos mis sueños se hagan realidad.

Por ser un ejemplo a seguir y apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos y objetivos propuestos de superación y por una etapa más que culmino en mi vida de las muchas que tengo en mente.

Por enseñarme a ver hacia adelante, por su gran corazón y capacidad de entrega, pero sobretodo por enseñarme a ser responsable, gracias a ustedes he llegado a esta meta tan importante que siempre soñé.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVO.....	3
2.1. Hipótesis.....	3
2.2. Metas.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. Producción de maíz en el mundo.....	4
3.2. Rendimiento.....	7
3.3. Híbridos.....	8
3.4. Hibridación.....	8
3.5. Características del grano.....	10
IV. MATERIALES Y METODOS.....	13
4.1. Localización Geográfica y Características de la Comarca Lagunera.....	13
4.2. Material genético.....	14
4.3. Diseño experimental.....	15
4.4. Manejo agronómico.....	15
4.5. Análisis estadístico.....	16
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
5.1 Análisis de varianza combinado de 144 híbridos y dos localidades.....	17
5.2. Rendimiento de grano y componentes de mazorca en dos localidades.....	18
5.3. Valores medios de 12 grupos de híbridos experimentales de 2 localidades.....	19
para ocho características evaluadas	
5.4. Rendimiento y sus componentes de las 15 mejores cruzas en dos localidades.....	21
VI. CONCLUSIONES.....	22
VII. RESUMEN.....	23
VIII. LITERATURA CITADA.....	24
IX. ANEXOS.....	28

## I. INTRODUCCION

El maíz se cultiva a nivel mundial en más de 104 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 23.7 quintales por hectárea, obteniéndose una producción total cercana de 247 millones de toneladas métricas, (Jugenheimer, 1969). Además el maíz es uno de los cereales utilizados por el hombre desde épocas remotas y una de las especies vegetales más productiva, tanto en su producción global cerca de 600 millones de toneladas por año como en su productividad, de la cual es superior a 4.0 ton/ha (FAO, 1993); además suministra elementos nutritivos de los seres humanos, a los animales y es materia prima básica de la industria de la transformación (FAO, 1993).

El maíz, por su producción de granos, ocupa el primer lugar en el mundo (FAO, 2004). Se utiliza como alimento humano y animal, por su gran productividad. El grano es materia prima básica de la industria, del cual se obtiene almidón, aceites, proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes y combustibles

El maíz es el cereal que más se produce en el mundo, seguido del trigo y el arroz. Es parte de muchos productos alimenticios en muchas regiones del mundo forma parte muy importante dieta alimenticia de sus poblaciones y es una de las más importantes fuentes de alimento para el ganado. En adicción a esto el maíz está involucrado en muchos usos industriales, desde la producción de polímeros, almidón, combustibles y lubricantes. Con la introducción de los maíces transgénicos, se está utilizando como fuente de hormonas, vacunas y componentes para diagnóstico médico (Andow et al., 2004).

En México se produjeron 21, 8401 miles de toneladas en el 2004 con un rendimiento promedio de 3.96 t ha<sup>-1</sup> con importaciones de E.U de 5,725 miles de toneladas al cierre de 2003, de una cuota implantada por el TLC de 3360 t (SIAP, 2006).



El maíz es por mucho el cultivo agrícola mas importante de México, tanto desde el punto de vista alimentario, como en el industrial, político y social. Analizando el maíz con los de mas cereales que se producen en México (trigo, sorgo, cebada, arroz y avena, principalmente), en cuanto a la evolución del volumen de la producción de maíz, la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996 a 2006 fue de 2.0 por ciento.

En la Comarca Lagunera, para el año 2006 se reporto una superficie cultiva de maíz para grano de 16025 ha.de riego, 425 bombeo y 13,449 de temporal de la cual se obtuvieron los siguientes promedios de producción 1.56, 3.7 y 0.952 Ton/ha. Respectivamente por la cual existe la necesidad de contar con un número de genotipos de maíz superiores en potencial de producción y adaptación, (SAGARPA, 2006).

Las estrategias en el desarrollo de híbridos deben evolucionar a través del tiempo para satisfacer la necesidad de identificar y liberar híbridos de maíz superiores. Deben usarse procedimientos innovadores que puedan hacer el esfuerzo dedicado al desarrollo de híbridos más eficiente, mediante la reducción de las etapas de evaluación, así como el periodo de tiempo necesario para la identificación de genotipos superiores.

## **II. OBJETIVO**

Identificar los mejores híbridos simples conforme al comportamiento agronómico de las principales características evaluadas para grano.

### **Hipótesis**

Ho: los híbridos presentan un comportamiento agronómico diferente.

Ha: los híbridos presentan un comportamiento agronómico igual.

### **Metas**

Seleccionar al menos el 10 por ciento de los híbridos evaluados.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1. Producción de maíz en el mundo

Estados Unidos es el principal productor con 299.9 millones de toneladas, le sigue China con 128.0 millones de toneladas, la Unión Europea con 53.1 millones de toneladas, Brasil con 39.5 millones de toneladas representando el 42.5 por ciento, 18.1 por ciento, 7.5 por ciento y el 5.6 por ciento de la producción mundial respectivamente; México para este año con 22.0 millones de toneladas representa el 3.1 por ciento. En los Estados Unidos es el principal cultivo se guido de la soya; la superficie sembrada en el 2005 fue de 81,759 miles de acres, con una producción de 147.9 bushels con valor de 21, miles de dólares USA (NASS, 2006).

En muchas regiones de México, los agricultores que cultivan maíz contribuyen a la conservación y generalización de la diversidad genética. Así por un lado en la práctica mantienen las variedades locales tradicionales al pasarlas de generación en generación, y por otro, al seleccionar deliberadamente las semillas más favorables por sus diversas características, a través de las variantes que se han ido presentando por selección natural, mutación, introducción, recombinación y aislamiento, llegan a formar nuevos tipos de variedades o razas a través del tiempo, (Hernández, 1972).

Allard (1985) menciona que aunque la primera producción comercial de un híbrido doble tuvo lugar en 1921, transcurrió un considerable periodo de tiempo antes de que el maíz híbrido llegase a ser un factor importante en la agricultura. En 1993, menos del uno por ciento de la superficie sembrada de maíz lo era de maíces híbridos y para 1994 las variedades híbridas ocupan más del ochenta por ciento de la superficie.

Lafitte y Edmeades (1987) mencionan que en maíz el rendimiento de grano puede reducirse 50 por ciento o menos dependiendo de la baja o alta disponibilidad de N en el suelo. En términos generales se estima que entre el 50 y 80 por ciento de N aplicado es aprovechado por el cultivo, lo que implica que entre el 20 y 50 por ciento de N se puede perder del sistema, con un consecuente perjuicio económico y ambiental. La pérdida de N se produce por diferentes vías de distinta magnitud e importancia.

Los caracteres relacionados con un incremento en la producción de grano pueden integrarse en un programa de fitomejoramiento a fin de avanzar en el diseño de la planta de tipo forrajero que se desea obtener. Por lo general que es posible desarrollar programas de hibridación para forraje considerando como buen forraje aquellos maíces que tengan un rendimiento mayor del 50% de grano (Rodríguez et al., 1999).

De la Loma (1954) señala que la hibridación es la producción de ejemplares que presentan nuevas combinaciones o agrupaciones de caracteres y generalmente mayor vigor y producción. La hibridación es un método de mejoramiento genético para aumentar la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un incremento marcado en la producción sobre los niveles de rendimiento en variedades.

Jugenheimer (1987) señala que el esfuerzo para desarrollar híbridos adaptados a estaciones de crecimiento de duración variable ha dado como resultado la expansión de la producción en muchas regiones.

Gardner (1982) indicó que las cruza dobles no mejoran el vigor híbrido más allá del que confiere la cruza simple, su principal mérito es el producir plantas uniformes y vigorosas para la producción de semillas, reduciendo así el costo de las semillas comerciales. También es posible mejorar la uniformidad de la cosecha en cuanto a la altura, rendimiento y características de la mazorca.

Olivares (1989) menciona que entre los híbridos experimentales, existió variación para el carácter de rendimiento de más características agronómicas, que le permitieron seleccionar entre ellos el mejor híbrido doble.

Ortega (1990) menciona que la producción de semilla híbrida de las cruza dobles es generalmente mayor que la cruza simple, debido que las cruza dobles (híbrido doble) su semilla proviene de la cruza simple (híbrido triple) y no de las líneas como en el caso de la cruza simple y por lo que es económicamente más fácil producir semilla de cruza doble.

Betancourt (1988) concluye que los híbridos que evaluó y que resultaron mejores por su estabilidad en rendimiento y características agronómicas son los híbridos dobles, razón por la cual su explotación comercial es ventajosa por la economía en la producción de semilla, también sugiere que estos híbridos experimentales se cultiven a un nivel semicomercial en trópico seco y bajo.

### **3.2. Rendimiento**

En el maíz, el rendimiento de grano depende del número de granos por planta y del peso individual del mismo. El número de granos por mazorca es el componente del rendimiento más afectado por condiciones ambientales adversas como alta densidad de población y sombreado artificial (Reta et al., 2003); el rendimiento de grano está dado por el tamaño de la mazorca, e influenciado por el número de hileras por mazorca y por el número de granos por hilera (Rodríguez et al., 2000).

Por lo general se considera que híbridos altamente productores de grano son los mejores en calidad forrajera (Geiger et al., 1992; Peña et al., 2003), ya que un alto porcentaje de mazorcas o un alto índice de cosecha favorecen incrementos en la calidad nutritiva del forraje (Cox et al., 1994; Peña et al., 2003). Con algunas excepciones, la proporción de la mazorca se correlaciona de manera alta y significativa con la digestibilidad de la planta total, esto significa que la selección de materiales con alta proporción de mazorcas, podría favorecer una mayor calidad de forraje (Peña et al., 2002). Las características relacionadas con el incremento en la producción de grano pueden integrarse en un programa de mejoramiento genético con el fin de avanzar en el diseño de la planta de maíz forrajero que desea obtener (Rodríguez et al., 1999).

En 1994, la producción de maíz grano, fue 18.2 millones de toneladas y de 21.7 millones de toneladas para el 2004, lo que constituyó un aumento del 1.6 por ciento anual en el caso de la producción para el consumo humano, el maíz forrajero creció 4.3 millones de toneladas a 9.4 millones de toneladas en el mismo periodo, lo que estableció un 6.8 por ciento de crecimiento anual la

producción se elevó 1.2 por ciento anual en las áreas de temporal y de un 3.4 por ciento anual en las de riego ( SERNA, 2006).

### **3.3. Híbridos.**

Chávez y López (1995) presentan la siguiente clasificación de híbridos:

**Simple.** Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla de híbridos  $F_1$  es la que se venden los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son más uniformes y tienden a presentar un mayor potencial en condiciones ambientales favorables.

**Triple.** Se forma con tres líneas auto fecundadas, es decir son el resultado de una cruce simple y una línea auto fecundada. La cruce simple como hembra y la línea como un macho. Con frecuencia se puede obtener mayores rendimientos con una cruce triple que con una doble, aunque las plantas de una cruce triple no son tan uniformes como las de una cruce simple.

**Doble.** El híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas auto fecundadas es decir es la progenie híbrida obtenida de una cruce entre dos cruces simples, presentan mayor variabilidad; es importante señalar que una cruce simple produce mayor rendimiento que una triple y esta a su vez más que una doble.

### **3.4. Hibridación**

CIMMYT (1999) la hibridación, es un método de mejoramiento genético con mayor eficiencia en la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un incremento marcado en productividad sobre los niveles de rendimiento de las variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente el fenómeno de vigor híbrido o heterosis.

Crees (1956) 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.

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

Sprague y Miller (1951) mencionan que la obtención del híbrido de maíz está básicamente fundamentada en la utilización de líneas puras. Los fitomejoradores están conscientes que es necesario un alto grado de endogamia para poder fijar los caracteres de los progenitores y de esta manera transmitirlos a su progenie, teniendo una mejor evaluación de su comportamiento final.

Scott (1967) define la estabilidad de formas: a) un híbrido estable es aquel que presenta la mayor variabilidad del rendimiento a través de ambientes evaluados y b) aquel que no cambia su comportamiento relativo con respecto a otras evaluaciones registradas a través de diferentes ambientes. También comenta que los dos tipos de estabilidad son deseables, sin embargo estos tienden a ser mutuamente excluyentes por lo cual cada mejorador debe elegir que tipo de estabilidad es el más importante en su programa de mejoramiento.



Pixley y Bjarnason (2002) menciona que para ser comercialmente aceptados, los cultivares de QPM deben ser agronómicamente competitivos con el grano de maíz de endospermo normal, y alcanzar estándares previstos de calidad física en el endospermo del grano (es decir, fenotipo translucido o parecido al normal). Para determinar la estabilidad de la producción del grano, contenido de calidad proteínico y del endospermo modificado de los cultivos de QPM, quienes evaluaron 18 cruza simples, 18 trilineales y 18 híbridos de cruza doble, y 8 cultivares de polinización libre (OPCs) desarrollados en 13 localidades tropicales en cuatro continentes. Los híbridos tuvieron un promedio de producción de grano, 13.41 por ciento superior a los OPCs (5.97 y 5.17 Mg ha<sup>-1</sup>), mientras que la concentración de la proteína en grano fue 2.33 por ciento mayor para los híbridos en relación a los OPCs (94.6 y 92.4 g Kg<sup>-1</sup>). La concentración de triptófano en el endospermo modificado fue similar para todos los tipos de cultivares.

### **3.5. Características del grano**

Sánchez *et al.*, (2007) mencionan que el grano de maíz tiene un contenido de proteína que varía de 7 al 12 por ciento dependiendo del maíz que se trate, en general los de endospermo suave tienen menor contenido que los de endospermo duro. Del total de la proteína del grano entero alrededor del 52 por ciento son prolaminas (zeínas), y se localizan principalmente en el endospermo del grano, el resto lo constituyen las albúminas y globulinas (22 por ciento), las cuales se concentran en el germen, y las glutelinas (25 por ciento) que se encuentran tanto en el germen como en el endospermo.

Márquez (1988) define a la hibridación como un método genotécnico en las plantas, como en el aprovechamiento de la generación F<sub>1</sub> proveniente del cruzamiento entre dos poblaciones P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> (poblaciones paternas). Las

poblaciones  $P_1$  y  $P_2$  son dos poblaciones de la misma especie y por lo tanto, pueden tener la estructura genotípica a los objetivos que se persigan en la utilización comercial de la generación  $F_1$ , o bien como su aprovechamiento como paso inicial o intermedio en la relación de algún otro método geotécnico.

Reyes (1985) define como un híbrido animal o vegetal a aquel que es procreado por dos individuos distintos, y que deben de entenderse como el cruzamiento o apareamiento entre individuos de distinta variedad o raza, pero de la misma especie. El método consiste en el apareamiento de individuos controlados genéticamente diferentes, y el estudio de la progenie, asociado a la endogamia o consanguinidad durante el proceso.

Fuente et al., (1997) menciona que en la práctica estos conceptos permiten seleccionar líneas con buen comportamiento promedio en una serie de cruzamiento e identificar combinaciones híbridas específicas con un comportamiento superior a lo esperado con base al promedio de las líneas que intervienen en el cruzamiento. La calidad alimenticia del MS esta dada por la proporción de grano y la digestibilidad del resto de la planta al momento de la cosecha. El estado ideal sería aquel que permita al cultivo a acumular la máxima cantidad de materia seca digestible, con un nivel de digestibilidad aceptable para ser utilizado en vacas lecheras (60 a 65 por ciento) (Elizalde et al., 1993).

Gómez et al., (1998) mencionan que el mejoramiento del maíz en la actualidad está enfocado a la obtención de híbridos de alta capacidad de rendimiento. Es deseable, por tanto, determinar el valor productivo de estos a las condiciones ecológicas donde se evalúan, y determinar si algunos de los caracteres agronómicos medidos en el experimento están asociados al rendimiento, para que con base a los resultados del coeficiente de correlación,

emplear a aquellos caracteres que puedan ser útiles como índices de selección, para tener híbridos de maíz altamente productivos en el futuro.

Poehlman (1979) menciona como capacidad particular del maíz híbrido la producción de altos rendimientos, razón por la cual existe una rápida sustitución de las variedades de la polinización libre, señala además que este carácter es determinado por la acción de numerosos genes, muchos de estos genes afectan diversos procesos vitales que suceden en la planta como nutrición, fotosíntesis, transpiración, translación y almacenamiento de nutrientes. Afecta también directa o indirectamente el rendimiento, la precocidad, la resistencia a la acción de insectos y enfermedades.

Poey (1978) citado por Gándara (1995) menciona que el número, peso del grano y número de la mazorcas por planta, son los componentes de rendimiento más importantes, donde el máximo rendimiento por hectárea, dependerá de un peso óptimo de granos que puedan producirse por planta, para una densidad óptima y factores ambientales adecuados, el número de granos depende de la mazorca y se determina por el número de hileras y de granos por hilera, así mismo el número de mazorcas que produzca cada planta, influirá también en el potencial de número de granos por planta.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Localización Geográfica y Características de la Comarca Lagunera.**

La Comarca Lagunera se localiza geográficamente entre los 24° 30' y 27° de latitud norte y entre los 102° y 104° 40' de longitud oeste, a una latitud de 1,120 msnm. Su clima se clasifica como muy seco con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, además cuenta con temperaturas semicálidas con inviernos benignos.

Su Clima es desértico con lluvias en verano y temperatura caliente. Tiene una temperatura media anual de 21°C y aun media de 27°C para el mes más caluroso. La precipitación media anual es de 220mm (INEGI, 2002).

### **Localización geográfica y características de la Niágara, Aguascalientes, Ags.**

El Ejido Niágara está situado en la región occidental de la Altiplanicie Mexicana, en las coordenadas 21° 53' de latitud norte, 102° 18' de latitud oeste a una altura de 1,870 metros sobre el nivel del mar, El clima es semiárido templado, con una temperatura media anual de 17°C, registrándose las más altas temperaturas en los meses de abril, mayo y junio, y las más bajas en los meses de septiembre, enero y febrero. El suelo es de tipo migajón arenoso. La precipitación pluvial es de 526 milímetros, con lluvias abundantes en verano y poca intensidad el resto del año. Los vientos dominantes son alisos en dirección sureste-noreste durante el verano y parte del otoño.

El presente trabajo se realizó durante el año 2007 donde se evaluaron las 144 cruza en dos localidades del centro-norte de México (Comarca Lagunera y Aguascalientes)

**4.2. Material Genético.** Se utilizaron 144 híbridos experimentales, derivados de la crusa entre 12 progenitores hembra y 12 macho en un sistema de apareamiento tal como se muestra en el **cuadro 4.1**.

**Cuadro 4.1.** Sistema de apareamiento.

		<b>Hembras</b>				<b>Grupos</b>
<b>M a c h o s</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	.....	<b>12</b>	<b>G1</b>
	<b>13</b>	<b>1x13</b>	<b>2x13</b>	.....	<b>12x13</b>	<b>G2</b>
	<b>14</b>	<b>1x14</b>	<b>2x14</b>	.....	<b>12x14</b>	<b>G3</b>
	.					.
	.					.
	<b>24</b>	<b>1X24</b>	<b>2X24</b>	.....	<b>12X24</b>	<b>G12</b>

**4.3. Diseño experimental.** Bloques completos al azar, con dos repeticiones y 144 genotipos. Para facilitar el análisis de varianza, los híbridos se agruparon tal como se indica en el Cuadro 4.1.

**Siembra.** La siembra se realizó el 23 de marzo en Torreón-1 y en Aguascalientes el 19 de mayo; la siembra fue manual, en surcos de 2m de largo y 0.75m de ancho depositando 1 semilla cada 5 cm aproximadamente; después del cultivo a los 30 días se hizo un aclareo dejando 6 plantas por metro lineal (16,6 cm entre plantas), es decir, 24 plantas por parcela útil, para obtener una población aproximada de 85,000 pl/ha.

#### **4.4. Manejo Agronómico**

**Fertilización.** Se fertilizó con la formula 180-100-00 aplicando el 50% del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el resto del nitrógeno al momento del primer cultivo, previo al primer riego de auxilio.

**Riego.** La aplicación del riego se realizó con cintilla, procurando mantener un buen nivel de humedad durante el ciclo vegetativo del cultivo.

**Control de maleza.** El control de maleza se realizó por el método manual; haciendo un deshierbe en el momento de presentarse las primeras malas hierbas. Consecutivamente, al efectuarse la escarda se eliminó parte de la maleza existente, así mismo se procuró el aporcado del cultivo, después se eliminó el resto de la maleza.

**Control de plagas.** Los insectos más comunes que se presentaron fueron el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la pulga negra (*Chaetocnema pulicaria*) los cuales se combatieron de manera manual utilizando insecticida a base de Cipermetrina, con nombre comercial Rostov, a una dosis de 1 L/ha para la primera y en el caso de la pulga negra se utilizó clorpirifós (Lorsban 480), un concentrado emulsionable, utilizando 1 L/ha, haciendo la aplicación de manera manual.

**Cosecha.** La cosecha se hizo cuando el grano presento un estado maduro y seco; se tomaron 3 muestras de cada parcela y posteriormente la evaluación de los híbridos.

**4.5. Análisis estadístico.** El análisis estadístico para las variables evaluadas, se realizó con el paquete SAS (SAS V 6.1 Institute, Inc.; SAS. B. 1988), codificado como se muestra en el anexo 2A.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 5.1 (análisis de varianza) se presentan las significancias de los cuadrados medios de las variables evaluadas RG, FM, FF, DMZ, LMZ NoHi, GHi y PMG en donde para localidades (L) se observa que las variables RG, LMZ y GHi, son altamente significativas. Lo cual indica que todas las variables anteriores fueron diferentes en cada una de las localidades. Esto podría ser que las condiciones ambientales de cada localidad hayan influido de manera directa para tener estos resultados. Lo anterior se muestra en el cuadro 5.2, este demuestra las diferencias en cada una de las variables en las localidades.

**Cuadro 5.1 Análisis de varianza combinado de 144 híbridos y dos localidades.**

		RG	FM	FF	DMZ	LMZ	NoHi	Ghi	PMG
FV	GL	(x10 <sup>8</sup> )	días	días	cm	cm			kg
L	1	899.09**	10.02ns	0.14ns	0.010**	0.212**	214.2**	3358.1**	3.320**
G	11	1.25**	50.77*	7.03**	0.0002**	0.004**	11.5**	92.9**	0.011**
B(L)	2	0.54	1.59	61.89	0.0001	0.003ns	8.4	7.8	0.003
H(G)	132	0.77**	30.19*	21.58**	0.0001**	0.001ns	20.3ns	19.7ns	0.003**
L*G	11	2.79**	7.65ns	0.05ns	0.0001**	0.001ns	14.9ns	8.2ns	0.009*
L*H(G)	132	0.67**	7.84ns	0.06ns	0.0001**	0.002ns	17.3ns	20.9ns	0.003**
G*B(L)	22	0.12*	27.12ns	15.58ns	0.00003*	0.001ns	15.6ns	30.8ns	0.003*
Error		0.09	22.02	11.10	0.00002	0.001	17.9	24.0	0.002
Total									
Media		10383.62	77.256	80.71	0.042	0.170	14.7	37.6	0.250
C.V%		9.05	6.08	4.12	12.66	25.60	90.97	13.02	2.12

\*, \*\* Significativo al 0.01 y 0.05 de probabilidad; ns: no significativo. RG= rendimiento de grano, FM= floración masculina, FF= floración femenina DMZ= diámetro de la mazorca, LMZ= longitud de la mazorca, NoHi= numero de hileras, GHi= granos por hilera, PMG= peso de mil granos.



En el cuadro 5.2, se observan las diferencias medias para las variables RG, FM, FF, DMZ, LMZ, NoHi, Ghi y PMG para las dos localidades. Por lo cual se observa que la localidad torreon-1 presento los valores mas altos en todas las variables, excepto FM y FF que los valores más altos lo tuvieron las variables de Aguascalientes. Lo anterior es por efecto de los factores ambientales que posee cada localidad y que a su vez influyo de manera directa en el comportamiento de los híbridos y en su desempeño.

Para la variable RG, el comportamiento de los híbridos fue estadísticamente diferentes las dos localidades, (Torreón 1 y Ags). En cambio para las variables FM y FF, el comportamiento de los híbridos fue diferente en las dos localidades obteniendo mejores resultados las variables de Aguascalientes.

Con respecto a las demás variables los resultados fueron diferentes ya que las variables de torreón 1 obtuvieron los mejores resultados que las de Aguascalientes.

**Cuadro 5.2.** Rendimiento de grano y componentes de mazorca en dos localidades.

<b>Loc</b>	<b>RG (Kg/ha)</b>	<b>FM (días)</b>	<b>FF (días)</b>	<b>DMZ (m)</b>	<b>LMZ (m)</b>	<b>NoHi</b>	<b>Ghi</b>	<b>PMG (kg)</b>
Torreón1	14334.3a*	77.12a	80.69a	0.04a	0.18a	15.30a	40.05a	0.32a
Ags	6433.0b	77.38a	80.72a	0.03b	0.15a	14.08b	35.22b	0.17b
Media	10383.6	77.26	80.71	0.04	0.17	14.7	37.6	0.25

\*Tratamiento con la misma letra, son estadísticamente iguales al 0.05 de probabilidad. RG= rendimiento de grano, FM= floración masculina, FF= floración masculina, DMZ= diámetro de la mazorca, LMZ= longitud de la mazorca, NoHi= numero de hilera, Ghi= granos por hilera, PMG= peso de mil granos.

Para la F.V todas las localidades se comportaron de una manera distinta debido a que cada grupo está formado por 12 híbridos cuyo progenitor es masculino es diferente, además la posible interacción dentro de grupos repercutieron de manera directa sobre los mismos.

En el cuadro 5.3, se presentan los valores medios de cada una de los grupos de híbridos experimentales para cada una de las variables evaluadas donde el grupo que está en primer lugar del rendimiento es el G5 con 11191.0 kg/ha, estadísticamente igual al resto excepto al grupo-12 (G12) 9 (G9) y 6 (G6). Así mismo se observa en el cuadro que el G5 sobresale estadísticamente en el resto de las variables. Al parecer el rendimiento esta posiblemente relacionado con las demás variables.

**Cuadro 5.3.** Valores medios de 12 grupos de híbridos experimentales en dos localidades para ocho características evaluadas.

<b>GRUPO</b>	<b>RG</b>	<b>FM</b>	<b>FF</b>	<b>DMZ</b>	<b>LMZ</b>	<b>NOHI</b>	<b>GHI</b>	<b>PMG</b>
	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>
G5	11191.0	G2 78.9	G11 82.4	G7 0.04	G12 0.18	G3 15.3	G8 39.7	G1 0.27
G1	11090.0	G11 78.8	G2 82.1	G2 0.04	G8 0.18	G9 15.3	G11 39.2	G2 0.26
G7	10712.0	G5 78.2	G5 81.5	G5 0.04	G1 0.18	G6 15.1	G5 38.7	G10 0.26
G2	10633.0	G3 77.5	G9 81.4	G3 0.04	G5 0.17	G4 14.9	G7 38.4	G3 0.26
G11	10517.0	G1 77.4	G12 81.3	G1 0.42	G2 0.17	G8 14.8	G1 38.3	G12 0.25
G10	10422.0	G7 77.0	G10 81.2	G6 0.04	G4 0.16	G5 14.8	G4 38.1	G7 0.25
G3	10357.0	G12 76.9	G3 80.9	G10 0.42	G7 0.16	G11 14.7	G2 37.7	G5 0.25
G4	10266.0	G10 76.9	G1 80.1	G4 0.04	G11 0.16	G10 14.5	G12 37.1	G11 0.24
G8	10167.0	G9 76.6	G6 79.7	G9 0.04	G9 0.16	G2 14.3	G6 36.3	G8 0.23
G12	9997.0	G8 76.6	G7 79.6	G11 0.04	G6 0.16	G7 14.3	G10 36.0	G9 0.23
G9	9915.0	G6 76.4	G8 79.2	G8 0.04	G10 0.16	G12 13.9	G9 36.0	G6 0.23
G6	9336.0	G4 75.4	G4 78.5	G12 0.03	G3 0.15	G1 13.8	G3 35.4	G4 0.22
<b>DMS</b>	2373.8	1.24	0.10	0.006	0.01	0.54	1.28	0.04

DMS= Diferencia mínima significativa al 0.05% de probabilidad. G= grupos.  
 RG= rendimiento de grano, FM= floración masculina, FF= floración femenina,  
 DMZ= diámetro de la mazorca, LMZ= longitud de la mazorca, NoHi= numero de hileras, Ghi= granos por hilera, PMG= peso de mil gramos.

En la fuente de variación H(G), las variables RG, FF, DMZ, PMG, fueron altamente significativas, en cambio la variable FM, fue significativa, con respecto a las otras LMZ, NoHi, Ghi no presentaron significancia. Esto nos explica que cada híbrido dentro del grupo mostro un comportamiento distinto entre sí respecto a todas las variables (Cuadro 5.1).

En el cuadro 5.4, se presenta el rendimiento y sus componentes de las 15 mejores cruzas en las dos localidades. Se muestra que los híbridos mas sobresalientes de las 144 cruzas son los siguientes: 10, 144, 55,131, 110, 66, 3 50, 16, 39,75, 81,115, 51, 86, siendo el híbrido 10 perteneciente G 10 el de mayor rendimiento y estadísticamente igual a los híbridos 144, 55, 131, 110, 3, 50, 16, 39,75, 115, y 51, por lo tanto los de mas híbridos fueron diferente.

Para la variable FM, los 15 híbridos fueron estadísticamente iguales excepto en los grupos 7, 7,10 y 5 que presentaron diferencia. Con respecto a la variable FF, los híbridos 66, 16, 75, 81, 115 y 51 los resultados fueron diferentes, ya que los demás híbridos fueron iguales.

Para la variable FF, los híbridos 1,12,5,11,10, 1, 5, 4, 10, y el 8 fueron estadísticamente iguales y el resto de fueron diferentes. En cuanto a la variable DMZ, todos los híbridos tuvieron valores estadísticamente iguales. Por lo que se refiere LMZ, todos los valores estuvieron en un rango de 17 a 19 a diferencia del híbrido 10 que se comporto con un valor mas bajo que los demás híbridos. La variable NoHi, obtuvo híbridos como en promedio de 15 NoHi los cuales son 12, 5, 11, 10, 7, 10, 5 y 8 y con respecto a los demás híbridos, 1,6,1,5,4,2 y 7 oscilaron en 14 NoHi, la variable GHi, los híbridos 1,12, 1, 5, 2, 4,7, 8, se comportaron entre 39 y 45 GHi y los híbridos 12, 11, 10,6, 7, 10, 5, fueron diferentes estadísticamente. En cuanto a la variable PMG, Los híbridos con

mayor valor fueron 1, 12, 10, con respecto a los demás híbridos 5, 11, 6, 1, 5, 2,4, 7,7, 10, 5,8 estuvieron en promedio de 0.27 a 0.31 kg a diferencia de los híbridos 6 y 8 que presentaron valores más bajos estadísticamente, por lo tanto se observa la variación que existió en el cultivo evaluado.

**Cuadro 5.4.** Rendimiento y sus componentes de las 15 mejores cruzas en dos localidades.

Híbrido	G	RG† Kg/ha	FM días	FF días	DMZ m	LMZ m	NOHI	GHI	PMG kg
10	1	14447.5	78.0	81.5	0.04	0,19	14.0	39,5	0,32
144	12	13973.3	78.5	82.5	0.04	0,17	15.0	36,2	0,32
55	5	13646.9	79.0	82.5	0.04	0,19	14,7	45.0	0,29
131	11	13367.9	75.5	81.5	0.04	0,17	15,1	38,7	0,27
110	10	13168.5	80.0	84.5	0.04	0,14	15,2	38,5	0,32
66	6	13051.0	78.0	80.0	0.04	0,16	14,4	36,2	0,20
3	1	12865.4	80.0	83.0	0.04	0,18	13,8	40,3	0,31
50	5	12724.7	80.0	83.5	0.04	0,19	13,8	39,8	0,30
16	2	12663.6	78.0	80.0	0.04	0,18	14,5	39,8	0,26
39	4	12559.3	78.0	82.5	0.04	0,18	14,3	41,3	0,26
75	7	12439.5	77.0	80.0	0.04	0,17	14,7	37,2	0,30
81	7	12266.0	77.0	78.5	0.04	0,17	14,3	39,5	0,29
115	10	12164.2	77.5	84.0	0.04	0,16	15.0	36,6	0,29
51	5	12084.6	76.0	79.5	0.04	0,18	15,2	36,9	0,28
86	8	12079.0	79.0	81.0	0.04	0,19	15,8	40,6	0,24
<b>Media</b>		<b>10391.8</b>	<b>77.27</b>	<b>80.71</b>	<b>0.043</b>	<b>0.17</b>	<b>14.7</b>	<b>37.6</b>	<b>0.25</b>
<b>DMS</b>		<b>2373.8</b>	<b>1.24</b>	<b>0.10</b>	<b>0.006</b>	<b>0.01</b>	<b>0.54</b>	<b>1.28</b>	<b>0.04</b>

†RG= rendimiento de grano, FM= floración masculina, FF= floración masculina, DMZ= diámetro de la mazorca, LMZ= longitud de la mazorca, NoHi= numero de hiera, Ghi= granos por hilera, PMG= peso de mil gramos.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con las localidades se observaron diferencias significativas en las dos localidades, siendo la localidad de torreon-1 la que tuvo mejores resultados con respecto al rendimiento de grano y componentes de maíz.

En cuanto a los grupos se observaron que fueron estadísticamente diferentes, donde el grupo-1 se distinguió con un mejor resultado, sobresaliendo: 12, 5, 11, y 10.

Los híbridos resultaron significativamente diferentes con excepción de DMZ, DMZ y Ghi.

Las variables RG, DMZ y PMG, fueron las que resultaron con mayor efecto de interacción, no así para el resto de las variables.

Los híbridos sobresalientes fueron: 1, 12, 5, 11, 10, 2, y 4.

## VIII. RESUMEN

Con el propósito de cuantificar la respuesta de un grupo de genotipos de maíz se formaron y evaluaron 144 híbridos experimentales en dos localidades Torreon-1 y Aguascalientes, durante el ciclo primavera-verano del 2007. La siembra se realizó a mano bajo un diseño de bloques completos al azar donde la parcela experimental consto de 2m de largo y 0.75m de ancho y una población de 85,000 Pl/ha. Las variables evaluadas fueron (RG), rendimiento de grano (FM), floración masculina (FF), floración femenina (DMZ), diámetro de la mazorca (LMZ), longitud de la mazorca (NoHi), número de hileras (Ghi), granos por hilera (PMG), peso de mil granos. Los resultados indican que referente a las localidades, se observaron diferencias significativas en las dos, siendo la localidad Torreon-1 la más sobresaliente para el rendimiento de grano y componentes de mazorca. En cuanto a los grupos se observó que fueron estadísticamente diferentes, donde el grupo 1 obtuvo el mejor resultado, sobresaliendo: 12, 5, 11, 10, 2, y 4.

Los híbridos fueron significativamente diferentes con excepción de DMZ, LMZ y Ghi. Las variables RG, DMZ y PMG, fueron las que obtuvieron efecto de interacción, no así para el resto de las variables. Los híbridos sobresalientes fueron: 1, 12, 5, 11, 10, 2, y 4.

**Palabras claves:** Híbridos, genotipos, significancia, maíz, comportamiento agronómico.

## VII. LITERATURA CITADA

Andow D, Lamkey K, Daniel H, Nafziger E, Geps P and Stayer D (2004) a growing concern projecting the food supply in an era of pharmaceutical and industrial crops. Union of NASS, (2006) National Agricultural statistics Service. [www.usda.nass.gov](http://www.usda.nass.gov) (21 de mayo del 2006).

Allard R W (1985) principios de la mejora genética de las plantas, 6ª edición, editorial OMEGA. Barcelona España. Pg. 86-87.

Allard, R W (1980) principios en la mejora genética de las plantas. Editorial EOSA. España. p 498.

Betancourt, C Q (1998) comportamiento de híbridos dobles experimentales de maíz (zea mays) en el trópico seco y el bajío mexicano, tesis profesional UAAAN. Buena Vista Saltillo, Coah. Mex.

Cox, W. J. J., Cherney, D. J. Cherney and W. D. Pardee. (1994) forage quality and harvest index of corn hybrids under different growing conditions. Agron. J. 86: 277-282.

Chávez A. J. L.(1995) mejoramiento de plantas 1. UAAAN. México p 158.

Cress, C E (1956) heterosis of the hybrid to gene frequency differences between two populations. Genetics. 53: 269-274.

CIMMYT. (1999) maize Inbreed Lines Released by CIMMYT. A Compilation of 424 CIMMYT LINES MAIZE (CMLs). CML1-CML424.First draft.

Gutiérrez del R.E., Palomo, G.A., Espinosa, B.A., de la cruz, L.E. (2002) fitotecnia México. 25 (3): 271- 277.

Elizalde, J C, Rearte D H, and Santini F J (1993) utilización de silaje de maíz en vacas Lecheras en pastoreo. Boletín técnico N 117. EEA INTA Balcarce.

Fuentes M L, J L Larios, y S Castellanos (1997) evaluación regional de las cruzas híbridas y predicción de híbridos de maíz de grano blanco. CIMMYT-PRM. Guatemala. p. 32.

Gómez, A R A Betancourt V J. Quiñones D. J. J. Luna R. (1998) caracteres agronómicos que terminan Rendimiento y sus correlaciones en híbridos de maíz bajo temporal. In. Ramírez V.P (eds). Memoria del XV11 congreso de fitogenética del 5-9 de octubre. Acapulco Gro P258.

Garner, C.O (1982) genetic information from the Garrdner-Eberthart model for generation means. SOMEFI. Saltillo, Coahuila, México Pg. 22.

Hernández X E (1972) exploración etnobotánica en maíz fitotecnia Latinoamericana p: 46-51.

Jugenheimer, A W (1987) maíz variedades mejoradas método de cultivo, y producción de semilla Editorial LIMUSA México. Pg. 76.

Lafitte, H R and G O Edmeades (1987) crop physiology and maize improvement Maize Program, CIMMYT. El Batan, México.

Orteaga, C S (1990) selección de híbridos dobles e identificación de las mejores cruzas simples de maíz para la región del bajo Mexicano. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, saltillo, Coah. México.

Olivares, Z J (1989) prueba de híbridos experimentales de maíz con adaptación al bajo Mexicano tesis profesional. UAAAN. Buena Vista, Saltillo, Coah. México.

Poehlman J M (1979) mejoramiento genético de las cosechas. Editorial limosa México D.F. p: 285 y 286.



Peña R A, G Núñez H y F González C (2003) Importancia de la planta y elote en Poblaciones De maíz para el mejoramiento genérico para la calidad forrajera. Tec. Pecu. México 41: 63-74 p.

Pixley K V, S M Bjarnason (2002) stability of grain yield, endosperm modification and protein maize (QPM) Cultivars. Crop Science 42 (6): 1882-1890.

Reyes C P (1985) diseños experimentales aplicados. Cuarta reimpression. Editorial Trillas México. Pg. 125.

Rodríguez H. S. A., J Santana R., H Córdova O., N. Vergara A., A. J. Lozano del R.M. Mendoza E y J.G. Bolaños J. (2000) caracteres de importancia para el Fitomejoramiento del maíz para ensilaje. Memorias para el XV111 Congreso Nacional de fitogenética. 148 p.

Rodríguez H S A, R J Santana, R A J Lozano, J G Bolaños y B M E Vázquez (1999) fitomejoramiento del maíz para ensilaje. In: Memorias del 2º taller Nacional de especialidades de maíz. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México pp. 181-186.

Reta S D G, A Gaytan M, J S Carrillo y J A Cueto W (2003) influencia de métodos de siembra y densidades de población en la formación de grano. Rev. Fitotec. Mex. 26: 147- 152.

SIAP, (2006) servicio de información y estadística alimentaria y pesquera (SIAP) de la SAGARPA. [www.siap.sagarpa.com.mx](http://www.siap.sagarpa.com.mx) (21 de mayo del 2006).

Serna H B (2006) México; Tendencias desafíos y obstáculos al crecimiento Agropecuario. CEPAL/ México. Organización de naciones unidas (ONU). Commission económica para América latina y el Caribe (CEPAL).

Sprague, G F and G F P A Miller (1951) the influence of visual selection during Inbreeding on combining ability in corn. Agron. J. 44:258-262.

Scott, G E (1967) selecting for stability of yield in maize. Crop. Sci. (7): 549-551.

Sánchez FC, y Salinas M, M Vásquez C, G Velázquez C, N Aguilar G. (2000) efecto de pro laminas de grano de maíz (Zea Mays L.) sobre la textura de la tortilla. Archivos. Latinoamericanos de nutrición [en línea] 57 (3): [fecha de consulta: 29 de enero de 2009].

## ANEXOS

**Cuadro 1A.** Valores medios de ocho variables evaluadas en 144 híbridos experimentales en dos localidades. 2007.

H	RG	FM	FF	DMZ	LMZ	NOHI	GHI	PMG
10	14447,5	78	81,5	0,05	0,19	14,00	39,50	0,33
144	13973,3	78,5	82,5	0,05	0,17	15,00	36,25	0,32
55	13646,9	79,0	82,5	0,04	0,19	14,67	45,00	0,29
131	13367,9	75,5	81,5	0,04	0,17	15,08	38,67	0,27
110	13168,5	80,0	84,5	0,04	0,14	15,17	38,50	0,33
66	13051,0	78,0	80,0	0,04	0,16	14,42	36,17	0,21
3	12865,4	80,5	83,0	0,05	0,18	13,79	40,33	0,32
50	12724,7	80,0	83,5	0,04	0,19	13,83	39,84	0,31
16	12663,6	78,0	80,0	0,05	0,18	14,50	39,75	0,27
39	12559,3	78,0	82,5	0,04	0,18	14,33	41,25	0,26
75	12439,5	77,0	80,0	0,05	0,17	14,67	37,17	0,31
81	12266,0	77,0	78,5	0,04	0,17	14,33	39,50	0,30
115	12164,2	77,5	84,0	0,05	0,16	15,00	36,58	0,30
51	12084,6	76,0	79,5	0,04	0,18	15,17	36,92	0,28
86	12079,0	79,0	81,0	0,04	0,19	15,83	40,58	0,24
7	12037,7	78	81,5	0,04	0,18	14,00	42,00	0,28
101	12032,2	79,5	81,0	0,05	0,17	16,17	37,25	0,30
33	12023,1	79,5	83,0	0,04	0,17	14,87	37,58	0,29
112	12019,7	78,0	81,5	0,04	0,18	14,17	37,17	0,29
94	11967,3	77,0	79,5	0,04	0,20	14,33	41,42	0,30
32	11802,5	76,0	78,5	0,04	0,15	15,84	33,42	0,28
11	11787,0	78	81,0	0,04	0,21	13,17	38,82	0,26
56	11783,3	79,0	82,5	0,04	0,18	14,00	40,25	0,25
121	11756,8	81,5	84,0	0,04	0,17	14,17	41,33	0,27
9	11755,6	76	79,0	0,04	0,19	13,84	40,33	0,28
8	11678,4	78,5	82,0	0,04	0,17	14,33	36,59	0,33
82	11654,3	77,5	80,0	0,04	0,18	14,00	43,00	0,24
84	11649,4	76,0	79,0	0,04	0,16	15,83	38,83	0,24
93	11609,9	75,5	78,5	0,04	0,19	14,83	39,17	0,25
22	11602,5	81,5	85,0	0,05	0,17	14,67	37,50	0,29
107	11531,5	76,5	81,0	0,04	0,17	14,83	37,17	0,24
73	11479,6	77,5	81,0	0,04	0,16	13,17	38,09	0,27
23	11450,0	78,8	81,5	0,04	0,17	14,64	39,42	0,28
26	11396,3	76,0	80,0	0,04	0,17	15,50	38,33	0,27
15	11308,6	81,0	83,5	0,05	0,17	14,84	37,59	0,29
14	11299,4	79,0	81,5	0,04	0,17	13,50	38,42	0,31
46	11298,1	74,5	78,0	0,04	0,18	15,50	39,34	0,26
134	11297,5	80,0	84,0	0,04	0,19	14,33	38,00	0,27
53	11255,6	79,0	82,0	0,04	0,16	15,17	35,75	0,25

4	11207,4	80,5	84,5	0,04	0,17	13,34	38,58	0,29
113	11200,6	80,0	84,5	0,04	0,16	14,65	34,00	0,25
79	11172,8	77,0	79,0	0,05	0,18	14,58	40,67	0,27
120	11116,7	77,0	81,0	0,04	0,16	14,67	36,92	0,26
49	11094,4	78,0	83,0	0,04	0,18	15,17	40,17	0,25
5	11033,3	80	83,0	0,04	0,16	13,83	36,83	0,25
78	10976,5	75,5	78,5	0,04	0,17	14,67	39,75	0,23
117	10881,5	77,5	81,0	0,04	0,18	14,17	39,17	0,23
40	10833,9	75,5	78,0	0,04	0,02	15,17	40,00	0,20
21	10822,2	78,0	80,5	0,04	0,17	13,66	37,17	0,25
44	10817,3	72,5	75,5	0,04	0,17	15,33	36,33	0,23
57	10795,7	77,5	80,0	0,04	0,17	14,67	42,42	0,21
43	10787,0	76,5	81,0	0,04	0,16	14,50	39,50	0,24
103	10742,6	79,0	82,5	0,04	0,16	16,00	41,50	0,21
54	10721,0	78,5	80,5	0,04	0,17	15,67	36,92	0,24
29	10683,3	74,0	77,5	0,04	0,16	15,67	39,08	0,28
127	10671,6	81,0	84,0	0,04	0,17	14,67	39,34	0,26
76	10660,5	79,0	82,0	0,04	0,17	14,00	39,42	0,28
89	10658,0	77,5	81,0	0,04	0,17	15,83	40,58	0,23
17	10650,0	77,0	81,0	0,05	0,16	15,00	36,84	0,28
18	10650,0	78,0	82,0	0,04	0,17	14,00	39,17	0,24
87	10625,7	78,0	80,0	0,04	0,17	15,53	39,00	0,25
135	10609,3	76,0	80,0	0,04	0,17	14,50	38,34	0,26
105	10592,0	78,0	79,0	0,04	0,18	14,83	38,67	0,25
128	10554,3	77,0	80,5	0,04	0,18	14,67	40,08	0,25
130	10548,8	79,0	82,5	0,04	0,17	15,00	38,92	0,25
95	10527,8	69,5	75,0	0,04	0,17	14,83	40,67	0,25
119	10523,8	80,0	83,5	0,04	0,18	14,17	39,33	0,27
124	10504,9	79,0	83,0	0,04	0,16	15,17	38,50	0,22
90	10479,6	78,0	80,0	0,04	0,17	15,17	42,17	0,22
31	10469,7	74,5	77,0	0,04	0,16	15,67	36,33	0,26
123	10448,1	80,5	85,0	0,04	0,16	14,33	40,75	0,23
129	10448,1	78,0	81,3	0,04	0,17	15,09	38,67	0,20
48	10418,2	78,0	80,5	0,04	0,17	15,92	38,89	0,22
12	10417,9	71	78,5	0,04	0,17	14,34	37,22	0,25
52	10395,1	76,0	80,0	0,04	0,16	15,34	36,25	0,25
71	10392,6	77,0	79,0	0,05	0,17	14,50	37,42	0,27
38	10383,9	76,0	78,5	0,04	0,17	15,17	39,33	0,21
2	10316,7	78,5	68,0	0,04	0,18	13,84	37,00	0,28
13	10315,4	82,0	85,5	0,04	0,17	14,50	38,75	0,22
140	10225,9	78,0	81,0	0,04	0,18	13,16	37,50	0,27
96	10211,7	75,5	78,0	0,04	0,16	15,67	37,42	0,22
80	10198,1	75,5	78,0	0,04	0,17	14,00	38,42	0,25
99	10179,0	80,5	85,5	0,04	0,17	15,33	36,92	0,26
100	10115,4	77,0	80,0	0,04	0,17	15,50	37,25	0,22
61	10098,1	75,0	78,5	0,04	0,17	14,12	31,92	0,23

98	10078,4	78,0	81,5	0,04	0,17	14,67	37,50	0,24
27	10061,1	78,5	82,0	0,04	0,15	15,50	35,67	0,26
42	10040,7	75,0	77,0	0,04	0,17	16,50	37,83	0,21
60	10040,1	78,5	82,0	0,05	0,16	16,17	35,75	0,26
138	10037,0	76,0	79,0	0,04	0,35	14,33	37,75	0,24
36	10021,6	78,0	81,5	0,04	0,16	16,50	35,92	0,24
122	9979,6	78,5	82,0	0,04	0,17	14,67	40,25	0,32
30	9970,4	77,5	82,0	0,05	0,16	15,17	35,58	0,26
136	9935,8	78,0	82,0	0,04	0,18	14,17	37,75	0,28
116	9906,2	78,0	81,0	0,04	0,17	14,83	35,08	0,24
58	9893,2	80,5	83,5	0,04	0,17	14,50	40,00	0,20
28	9879,6	77,0	81,5	0,04	0,15	14,50	34,83	0,26
111	9863,0	71,5	76,5	0,04	0,16	14,33	34,09	0,29
59	9858,0	77,5	80,0	0,04	0,16	14,34	36,08	0,26
106	9829,7	79,0	82,0	0,04	0,16	14,67	28,67	0,24
126	9722,8	78,0	81,0	0,04	0,16	14,84	40,09	0,24
24	9658,6	79,5	82,0	0,05	0,18	14,72	36,00	0,29
67	9622,8	78,0	79,0	0,04	0,14	14,50	38,25	0,24
133	9610,5	80,0	84,5	0,04	0,18	13,00	38,84	0,26
41	9582,7	76,0	78,5	0,04	0,17	14,83	36,50	0,23
35	9516,7	80,5	83,5	0,04	0,14	14,08	31,83	0,27
34	9500,0	81,0	83,5	0,04	0,16	16,33	34,50	0,24
74	9492,0	77,0	79,0	0,04	0,16	13,00	37,67	0,25
72	9422,6	79,0	83,0	0,04	0,16	16,09	37,34	0,24
125	9385,2	81,0	83,0	0,04	0,16	15,00	36,42	0,21
63	9372,8	79,0	84,5	0,04	0,17	14,00	33,42	0,28
141	9350,0	75,0	80,5	0,04	0,18	13,67	37,13	0,25
69	9313,6	72,0	78,0	0,04	0,16	15,67	35,33	0,21
19	9306,8	78,5	82,0	0,04	0,17	14,67	38,42	0,23
70	9296,9	78,5	82,0	0,04	0,17	14,25	37,08	0,24
45	9101,2	73,0	78,0	0,04	0,17	14,00	36,08	0,23
20	9052,5	76,0	81,0	0,04	0,16	14,00	34,42	0,24
108	9030,9	76,0	79,5	0,04	0,15	14,83	32,25	0,25
25	8959,3	77,5	81,0	0,04	0,14	15,00	32,25	0,24
143	8944,4	74,0	79,5	0,03	0,16	15,42	36,25	0,25
47	8852,5	75,5	77,5	0,04	0,17	15,00	37,58	0,20
77	8838,9	79,5	81,5	0,04	0,16	13,59	35,92	0,23
132	8818,5	77,5	81,5	0,04	0,18	14,76	37,92	0,19
85	8799,4	77,5	80,0	0,04	0,16	14,50	38,00	0,20
139	8769,8	80,0	83,0	0,04	0,16	13,33	36,83	0,21
91	8753,7	79,0	81,0	0,04	0,17	13,33	37,25	0,25
6	8742,6	80,5	84,0	0,04	0,18	13,33	39,41	0,25
104	8710,5	78,5	82,0	0,04	0,16	16,67	35,33	0,20
114	8644,4	78,0	82,5	0,04	0,16	14,50	36,95	0,24
97	8637,7	79,0	83,5	0,04	0,16	14,00	33,67	0,22
142	8633,3	76,0	80,0	0,04	0,17	12,50	39,33	0,21

137	8579,6	74,0	80,0	0,03	0,13	14,50	31,59	0,25
37	8519,8	74,5	78,0	0,04	0,16	13,00	35,59	0,23
92	8266,9	76,5	78,5	0,04	0,16	15,00	41,08	0,19
118	8211,7	70,0	75,5	0,04	0,15	14,50	32,83	0,24
62	8086,9	72,0	74,0	0,04	0,16	15,83	37,17	0,32
88	8019,1	77,0	78,5	0,04	0,30	13,86	39,55	0,24
64	7973,5	78,0	81,0	0,04	0,17	15,17	36,67	0,22
68	7924,1	77,0	82,0	0,04	0,17	16,33	38,75	0,16
83	7719,8	75,5	79,0	0,11	0,15	15,92	33,58	0,19
102	7506,2	59,3	80,0	0,04	0,15	16,17	36,33	0,19
65	7473,0	73,5	76,0	0,04	0,16	16,33	37,08	0,19
109	7358,0	75,5	80,0	0,04	0,14	13,92	32,50	0,26
1	6795,1	69,5	76,0	0,04	0,19	14,45	33,41	0,18
media	10391,8	77,3	80,7	0,0	0,2	14,7	37,6	0,3

## ANEXO 2A. Codificación del análisis de varianza en SAS.

DATA ALEX;

INPUT	L \$	G \$	B H\$	RG	DMZ	LMZ	NOHI	GHI	PMG	FM	FF
Torreon1	1	G1	1	9228.2	0.05	0.29	15	33.33	0.120	62	72
Torreon1	1	G1	2	12701.2	0.04	0.19	14	39.67	0.332	80	56
Torreon1	1	G1	3	17027.1	0.04	0.22	12	45.67	0.358	80	82
Torreon1	1	G1	4	14202.4	0.04	0.18	14	43.00	0.328	80	83
Torreon1	1	G1	5	13831.7	0.04	0.18	14	45.00	0.302	81	84
Torreon1	1	G1	6	12728.3	0.04	0.17	13	40.33	0.339	81	84
Torreon1	1	G1	7	14483.9	0.04	0.20	14	42.00	0.352	77	79
Torreon1	1	G1	8	12767.8	0.04	0.20	16	42.00	0.328	80	84
Torreon1	1	G1	9	16901.2	0.04	0.21	14	43.00	0.369	74	78
Torreon1	1	G1	10	19180.2	0.05	0.20	16	41.67	0.399	79	81

.....

Ags	2	G12	135	7935.7	0.03	0.12	14	31.00	0.250	78	80
Ags	2	G12	136	8101.1	0.04	0.20	13	41.67	0.266	78	84
Ags	2	G12	137	5899.8	0.03	0.14	12	36.67	0.107	72	80
Ags	2	G12	138	5939.2	0.03	0.15	13	34.00	0.184	78	80
Ags	2	G12	139	5162.0	0.04	0.13	12	32.33	0.147	82	86
Ags	2	G12	140	5943.2	0.03	0.13	10	27.33	0.100	79	82
Ags	2	G12	141	3660.6	0.03	0.15	14	30.50	0.150	78	84
Ags	2	G12	142	5034.5	0.03	0.13	11	35.00	0.119	74	79
Ags	2	G12	143	4866.6	0.00	0.14	11	32.00	0.233	80	83
Ags	2	G12	144	11830.5	0.04	0.15	15	37.00	0.299	80	85

;

```

PROC PRINT;
PROC ANOVA;
CLASS L G B H;
MODEL RG--NH=L G B(L) H(G) L*G L*H(G) G*B(L);
TEST H=L G E=L*G;
TEST H=H(G) E=H(G);
MEANS L G/LSD E=L*G;
MEANS H(G)/LSD E=H(G);
RUN;

```