

**EFFECTOS GENÉTICOS Y HETEROSIS EN HÍBRIDOS F₁ Y F₂ DE TRITICALE
(*X Triticosecale Witt.*) PARA RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLA**

ANTONIO DE JESÚS NIÑO AGUILAR

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para
obtener el grado de:**

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2009

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

**EFFECTOS GENÉTICOS Y HETEROSIS EN HÍBRIDOS F₁ Y F₂ DE TRITICALE
(*X Triticosecale Witt.*) PARA RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLA**

TESIS

POR:

ANTONIO DE JESÚS NIÑO AGUILAR

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

MAESTRO EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Asesor:

Dr. Alejandro Javier Lozano del Rio

Asesor:

M. P. María Alejandra Torres Tapia

Asesor Externo:

Dr. David Sánchez Aspeytia

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2009

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico brindado para realizar mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por darme la oportunidad de superarme en el Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, ya que gracias a esta institución me fue posible cumplir con una meta más propuesta en mi vida.

Al Dr. Alejandro Javier Lozano del Río, por brindarme su amistad incondicional y por el gran apoyo otorgado para la realización del trabajo de campo y la ayuda ofrecida durante los trabajos de investigación.

Al Dr. Mario Ernesto Vazquez Badillo, por brindarme su amistad y por ser quien me orientó en todo momento en el proyecto de esta investigación, al igual que la planeación y conducción del trabajo de tesis y disponibilidad del material e infraestructura para realizar el trabajo de laboratorio.

Al Dr. David Sánchez Aspeytia, por su apoyo incondicional al correr en un diseño estadístico mis datos y por ser quien me orientó para poder interpretarlos.

A la M. P. María Alejandra Torres Tapia, por su apoyo incondicional al realizar los trabajos de laboratorio.

A la Ing. Karla Virginia Mellado Moreno, por todo su gran cariño brindado, el cual me dio mucha fuerza en momentos difíciles, por apoyarme en todo momento en la realización de mi tesis y por ser una de las personas más queridas e importantes en mi vida.

A la TLQ Sandra Luz Garcia Valdez y T. A. Martina de la Cruz Casillas, encargadas del laboratorio de Ensayo de Semillas M,sc. Leticia A. Bustamante García, por ayudarme en las dudas y de forma directa en la elaboración y evaluación de las distintas pruebas realizadas en el laboratorio.

A mis compañeros; Silvia, Rosy, Pavel, Layner, Enrique, Julio, Armando y José Manuel (Ches), por su apoyo brindado en la elaboración de mi tesis, por su amistad, cariño y grandes consejos, que fueron de gran ayuda en momentos difíciles y a todos mis amigos que compartimos grandes e inolvidables momentos de la vida.

DEDICATORIA

A mis padres:

Esther Aguilar y Antonio Niño:

Por el gran cariño que siempre me han brindado, por darme siempre buenos ejemplos y por los consejos tan acertados que me han dado a cada momento, a Ustedes con admiración y respeto.

A mis hermanos:

Adriana y Cesar Fabián:

Que siempre me han brindado su apoyo y animado en momentos difíciles y por el cuidado que me han dado desde niño.

A mis sobrinos:

Alondra, Fátima, Daniela, Orlando y Jonatán:

Por llenarme de alegría en todo momento y demostrarme lo hermosa que es la vida cuando se está lleno de cariño, amor y una que otra travesura.

COMPENDIO

**EFFECTOS GENÉTICOS Y HETEROSIS EN HÍBRIDOS F₁ Y F₂ DE TRITICALE
(*X Triticosecale Witt.*) PARA RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLA**

POR

Antonio de Jesús Niño Aguilar

**MAESTRO EN TECNOLOGÍA
DE GRANOS Y SEMILLAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MÉXICO. MAYO DE 2009**

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo -- Asesor --

Palabras Claves: Triticale, efectos genéticos, heterosis, depresión endogámica, calidad de semilla, rendimiento.

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron determinar los efectos genéticos y el nivel de heterosis en 15 híbridos F₁ y F₂ de triticales (*X Triticosecale Witt.*) para rendimiento de grano y sus componentes, sus características de calidad agronómica y fisiológica de la semilla y determinar el efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre el rendimiento y

calidad de semilla, así como la heterosis y depresión endogámica. Se utilizaron 15 híbridos F_1 y F_2 y sus seis progenitores, dos de hábito primaveral, dos intermedio y dos intermedio-invernal, todos desarrollados por el Proyecto Triticale del Programa de Mejoramiento de Cereales de Grano Pequeño del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a excepción de la variedad de hábito primaveral Eronga-83. Las características agronómicas evaluadas fueron: longitud de espigas (LE), número de granos por espiga (NGE), rendimiento de grano (R), peso de mil semillas (PMS) y peso hectolítrico (PH) también se evaluó la germinación estándar (GE), longitud media de plúmula (LMP), longitud de plúmula (LP), longitud de radícula (LR) y peso seco de plántula (PS) en los ciclos F_1 y F_2 de producción. La información generada se analizó utilizando el programa DIALLEL-SAS.05 propuesto por Zhang *et al.* (2005) por el método II de Griffing (1956), que evalúa los progenitores y las cruzas directas, estimando la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) de los progenitores y cruzas en estudio. Los resultados demostraron que en la mayoría de las variables estudiadas, la F_1 resultó ser superior a la F_2 , debido que en la F_1 es donde se expresó el máximo “vigor híbrido”, sin embargo, se encontraron híbridos F_2 que expresaron heterosis positiva para algunas de las variables estudiadas. Los efectos genéticos en la F_1 que predominaron para genotipos (GEN) fueron los aditivos en PH, PMS, GE, LMP, LP y PS con 59, 60, 53, 82, 73 y 88 % respectivamente, siendo en mayor proporción para las variables fisiológicas en los progenitores Eronga y AN-105, predominando únicamente los efectos de

dominancia en las variables LE con 85 %, NGE y LR con más del 60 %, siendo los híbridos AN-38 x Eronga, AN-34 x Eronga, AN-34 x AN-125, AN-38 x AN-105, AN-34 x AN-105 y AN-31 x AN-105 los que tuvieron mayor ACE; en la F₂ entre genotipos (GEN), fueron los efectos aditivos y de dominancia que actuaron de manera equitativa, predominando los aditivos en las características agronómicas y los de dominancia en las fisiológicas, para los aditivos fueron: PH, R, PMS, LMP y LP (80, 78, 63, 84 y 80 %) respectivamente, siendo AN-125, AN-34 y Eronga los progenitores más sobresalientes, en cuanto a los de dominancia LE, NGE, GE, LR y PS con 62, 82, 63, 62 y 60 % respectivamente, obteniendo los mejores híbridos AN-38 x Eronga, AN-34 x Eronga, AN-31 x AN-105 y AN-34 x AN-38. En cuanto a la heterosis para la F₁ se identificaron a los mejores híbridos en NGE: (AN-31 x AN-34), PH: (AN-34 x Eronga), PMS: (AN-34 x AN-105) y GE: (AN-31 x AN-125). En cuanto a las F₂ se encontraron los mejores resultados en NGE: (AN-38 x Eronga), PH: (AN-125 x Eronga), R: (AN-31 x AN-38), PMS: (AN-31 x Eronga) y GE: (AN-34 x Eronga). También se identificaron cruzas con mayor depresión endogámica en NGE: (AN-105 x AN-125), PH: (AN-34 x AN-38), PMS: (AN-38 x AN-125), GE: (AN-34 x AN-125). En relación a la interacción genotipo-ambiente, rendimiento no mostró diferencias estadísticas, sin embargo todas las variables fisiológicas obtuvieron diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) siendo éstas de comportamientos distintos al interactuar en diferentes ambientes.

ABSTRACT

**GENETIC EFFECTS AND HETEROSIS IN F₁ AND F₂ TRITICALE HYBRIDS
(X *Triticosecale* Witt.) FOR YIELD AND QUALITY OF SEED**

By

Antonio de Jesús Niño Aguilar

MASTER

GRAIN AND SEED TECHNOLOGY

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. MAY, 2009.**

Ph. D. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO -ADVISOR -

Key words: Triticale, genetic effects, heterosis, endogamic depression, seed quality, yield.

The objectives of the present research work were to determine the genetic effects and the level of heterosis in 15 F₁ and F₂ hybrids of Triticale (X *Triticosecale* W.) for grain yield and its components, their agronomic quality characteristics and physiological seed quality and to determine the effect of the environment-genotype interaction on the yield and quality of seed, as well as the

heterosis and endogamic depression. There were used 15 F₁ and F₂ hybrids and their six parents, two of spring habit, two intermediate and two winter-intermediate, all developed by the Triticale Breeding Cereals of Small Grain Program of the Department of plant breeding of the Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, with the exception of the spring habit Eronga-83 variety. The evaluated agronomic characteristics were: ear length (LE), number of grains by ear (NGE), grain yield (R), thousand seeds weight (PMS) and hectolitic weight (PH); also it was evaluated the standard germination (GE), average plumule length (LMP), radicle length (LR) and plantule dry weight (PS) in the F₁ and F₂ production cycles. The generated information was analyzed using the DIALLEL-SAS.05 program, proposed by Zhang *et al.* (2005) by the method II of Griffing (1956), that evaluates the parents and the direct crosses, considering the general combinatory aptitude (ACG) and specific (ACE) of the parents and their crosses. The results demonstrated that in the majority of the studied variables, the F₁ turned out to be superior to the F₂, due to that in the F₁ the maximum "hybrid vigor" was expressed, on the other hand there were F₂ hybrids that expressed positive heterosis for some of the studied variables. The additive genetic effects predominated in the F₁ for genotypes (GEN) in PH, PMS, GE, LMP, LP and PS with 59, 60, 53, 82, 73 and 88 % respectively, being in greater proportion for the physiological variables in the Eronga and AN-105 parents, predominating mainly the dominance effects in the variables LE with 85 %, NGE and LR with more than 60 %, being the hybrids AN-38 x Eronga, AN-34 x Eronga, AN-34 x AN-125, AN-38 x AN-105, AN-34 x AN-105 and AN-31 x AN-

105 those that had superior ACE; in the F_2 there were additive and dominance effects that acted in an equitable way between genotypes (GEN), predominating the additive ones in the agronomic characteristics and the dominance in the physiological traits; for the additive there were PH, R, PMS, LMP and LP (80, 78, 63, 84 and 80 %, respectively), being AN-125, AN-34 and Eronga the most outstanding parents. As far as those for dominance LE, NGE, GE, LR and PS with 62, 82, 63, 62 and 60 % respectively, obtaining the best values the AN-38 x Eronga, AN-34 x Eronga, AN-31 x AN-105 and AN-34 x AN-38 hybrids. For heterosis in the F_1 , there were identified the best hybrids in NGE: (AN-31 x AN-34), PH: (AN-34 x Eronga), PMS: (AN-34 x AN-105) and GE: (AN-31 x AN-125); in the F_2 the best results were observed in NGE: (AN-38 x Eronga), PH: (AN-125 x Eronga), R: (AN-31 x AN-38), PMS: (AN-31 x Eronga) and GE: (AN-34 x Eronga). Also there were identified the crosses with greater endogamic depression for NGE: (AN-105 x AN-125), PH: (AN-34 x AN-38), PMS: (AN-38 x AN-125), GE: (AN-34 x AN-125). In relation to the environment-genotype interaction, yield did not show statistical differences; however all the physiological variables had highly significant differences, having these different behaviors when interacting in diverse environments.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|--|-----------|
| Índice de contenido..... | xii |
| Índice de cuadros..... | xiv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| Objetivo general..... | 3 |
| Objetivos específicos..... | 3 |
| Hipótesis..... | 4 |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| El triticale..... | 5 |
| Importancia..... | 7 |
| Importancia genética..... | 7 |
| Problemática..... | 8 |
| Calidad de semillas..... | 9 |
| Vigor..... | 10 |
| Vigor de semillas..... | 11 |
| Rendimiento de grano..... | 11 |
| Efectos genéticos..... | 14 |
| Heterosis..... | 17 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 23 |
| Localidades de estudio y características agroecológicas..... | 23 |

| | |
|--|-----------|
| Material genético..... | 24 |
| Evaluación de los híbridos F ₁ | 25 |
| Evaluación de los híbridos F ₂ | 26 |
| Parámetros agronómicos..... | 29 |
| Parámetros fisiológicos..... | 30 |
| Estimación de heterosis..... | 32 |
| Estimación de la depresión endogámica..... | 33 |
| Análisis estadísticos de los resultados..... | 33 |
| Análisis de varianza..... | 33 |
| Análisis dialélico..... | 34 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 37 |
| Primer ciclo de evaluación F ₁ | 37 |
| Análisis de varianza..... | 37 |
| Segundo ciclo de evaluación F ₂ | 44 |
| Análisis de varianza..... | 44 |
| Primer ciclo de evaluación F ₁ | 56 |
| Análisis dialélico..... | 56 |
| Segundo ciclo de evaluación F ₂ | 63 |
| Análisis dialélico..... | 63 |
| Heterosis..... | 72 |
| Depresión endogámica..... | 77 |
| CONCLUSIONES..... | 86 |
| RESÚMEN..... | 88 |
| LITERATURA CITADA..... | 91 |
| APÉNDICE..... | 96 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | | Página |
|--------|---|--------|
| 3.1 | Localización del área de estudio y características agronómicas..... | 23 |
| 3.2 | Material genético utilizado..... | 24 |
| 4.1 | Cuadros medios y su significancia para características agronómicas y fisiológicas de los híbridos F_1 evaluados en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006..... | 38 |
| 4.2 | Comparación de medias para las características agronómicas y fisiológicas de seis progenitores y 15 híbridos F_1 en Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006..... | 43 |
| 4.3 | Cuadros medios y su significancia de los análisis de varianza de las características agronómicas para los híbridos F_2 en un análisis combinado en dos ambientes en las localidades de Buenavista, Saltillo, y Las Vegas, Torreón, Coah., durante el ciclo 2006/2007..... | 45 |
| 4.4 | Comparación de medias para dos ambientes de evaluación de la F_2 , durante el ciclo 2006/2007..... | 45 |
| 4.5 | Valores promedios de las características agronómicas de seis progenitores y 15 híbridos F_2 evaluados en dos ambientes, Buenavista, Saltillo, y Las Vegas, Torreón Coah., durante el ciclo 2006/2007..... | 47 |
| 4.6 | Cuadros medios y su significancia del análisis de varianza para las características agronómicas y fisiológicas de los híbridos F_2 evaluados en tres ambientes durante el ciclo 2006/2007..... | 49 |
| 4.7 | Comparación de medias de las variables evaluadas en semilla F_2 producidas en tres ambientes durante el ciclo 2006/2007..... | 50 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.8 | Valores promedios de las características agronómicas y fisiológicas de seis progenitores y 15 híbridos F_2 evaluados en tres ambientes, durante el ciclo 2006/2007..... | 55 |
| 4.9 | Cuadrados medios y su significancia del análisis dialélico para características fisiológicas en semilla F_1 evaluada en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006..... | 57 |
| 4.10 | Estimación de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de seis progenitores endogámicos de las cruas dialélicas para F_1 evaluados en Buenavista. Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006..... | 59 |
| 4.11 | Estimación de los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de 15 híbridos F_1 evaluados en Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006..... | 62 |
| 4.12 | Cuadrados medios y su significancia del análisis dialélico combinado para LE y NGE de semilla F_2 evaluadas en dos localidades., durante el ciclo 2006/2007..... | 64 |
| 4.13 | Estimación de los efectos de aptitud combinatoria general de seis progenitores endogámicos F_2 evaluados en dos ambientes., durante el ciclo 2006/2007..... | 65 |
| 4.14 | Estimación de los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de 15 híbridos F_2 evaluados en dos ambientes, Buenavista, Saltillo y Las Vegas, Torreón, Coah., durante el ciclo 2006/2007..... | 66 |
| 4.15 | Cuadrados medios y su significancia del análisis dialélico para características agronómicas y fisiológicas para las F_2 en un combinado de tres ambientes en las localidades de Buenavista, Saltillo; Las Vegas, Torreón, Coah., y Navidad N.L. durante el ciclo 2006/2007..... | 68 |
| 4.16 | Estimación de ACG de seis progenitores endogámicas de cruas dialélicas F_2 evaluados en tres ambientes, durante el ciclo 2006/2007..... | 70 |
| 4.17 | Estimación de ACE de 15 híbridos F_2 evaluados en tres ambientes, durante el ciclo 2006/2007..... | 72 |
| 4.18 | Porciento de heterosis para la F_1 en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, durante el ciclo 2005/2006..... | 74 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.19 | Porciento de heterosis para la F ₂ en un combinado para dos localidades. (Buena Vista y Las Vegas, Coahuila), durante el ciclo 2006/2007..... | 75 |
| 4.20 | Porciento de heterosis para la F ₂ en un combinado para tres localidades., durante el ciclo 2006/2007..... | 78 |
| 4.21 | Porciento de depresión endogámica combinado de genotipos de triticale evaluados en dos localidades, durante el ciclo 2006/2007..... | 79 |
| 4.22 | Porciento de depresión endogámica para un combinado de genotipos de triticale evaluados en tres localidades, durante el ciclo 2006/2007..... | 82 |

INTRODUCCIÓN

El triticale es una gramínea híbrida desarrollada por cruzamientos artificiales de trigo y centeno. Tiene un alto rendimiento en la producción de grano rico en proteína y en consecuencia, de una harina de gran valor alimenticio. Su uso no es muy extensivo, pero es posible producir harinas panificables con 10 % de proteína, cultivándolo en suelos más pobres, más secos y más calientes que para el trigo y el centeno. Se han obtenido buenos resultados en repostería para la producción de pasteles secos y también se ha experimentado en la producción de alimentos balanceados.

El objetivo principal del cultivo de triticale es la producción de grano, pero en los últimos años se ha utilizado gradualmente con un enfoque hacia la producción de forraje. La mayoría del triticale que se siembra actualmente en México se utiliza para la producción de heno, ensilaje y también para pastoreo directo, así como la producción de grano para la alimentación de cerdos y aves de corral. La superficie sembrada de triticale para la producción de grano a nivel nacional fue de 1, 170.00 ha, con una producción de 5,519.83 ton. y un rendimiento promedio por hectárea de 4.72 ton. En cuanto a la producción de forraje en verde se tuvo una superficie sembrada de 4,929.98 ha, con una producción de 159,537.16 ton. y un rendimiento promedio por hectárea de

32.36 ton., siendo los principales estados productores de grano Sonora, Nuevo León, Jalisco y Michoacán. En cuanto a los principales estados productores de forraje en verde fueron Chihuahua, Guanajuato, Coahuila, Durango, Querétaro y Jalisco (SIAP, 2007).

Recientemente, en el Programa de Cereales de la UAAAN se han desarrollado híbridos de triticale para su utilización en el área de influencia de la Universidad, habiéndose encontrado una adecuada expresión del vigor híbrido o heterosis para características de producción y calidad de forraje.

Sin embargo, es necesario además generar información referente a la expresión de la heterosis de características relacionadas con la producción de semilla de dichos híbridos, específicamente del rendimiento de grano y sus componentes, así como características de calidad de la semilla de dicho cereal.

El tipo de acción génica es la manera en que un gene manifiesta su efecto, sea en forma individual o en combinación con otro u otros genes (Molina, 1992). Uno de los procedimientos más aplicados en el estudio de estos efectos genéticos es el análisis de cruzas dialélicas, las cuales se componen de las cruzas simples posibles que pueden lograrse entre los elementos de un conjunto básico de líneas progenitoras. Las cruzas dialélicas se emplean para estimar componentes genéticos de la variación entre las propias cruzas, así como su capacidad productiva (Martínez, 1983).

En base a los antecedentes mencionados, es de suma importancia conocer a fondo los aspectos ligados con la producción de semilla de este cereal y específicamente en este estudio, los relacionados con la generación de información científica de la herencia y expresión de las características que controlan el rendimiento de grano y sus componentes, así como atributos de calidad física y fisiológica de la semilla, por lo cual se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo General

Determinar los efectos genéticos y el nivel de heterosis en 15 híbridos F_1 y F_2 de triticales para rendimiento de grano y sus componentes, así como en sus características de calidad agronómica y fisiológica de la semilla.

Objetivos Específicos

- Estimar el nivel de heterosis y la aptitud combinatoria general y específica de 15 híbridos F_1 de triticales y sus progenitores para rendimiento y calidad de semilla en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Estimar el nivel de heterosis y la aptitud combinatoria general y específica de 15 híbridos F_2 de triticales y sus progenitores para rendimiento y calidad de semilla en tres localidades del norte de México.

Hipótesis

- Los distintos genotipos se comportaran de manera diferente según su información genética y la interacción que tengan con respecto al ambiente, tanto en rendimiento de grano como en parámetros de calidad.
- Se tendrá una mayor heterosis en algunos de los híbridos con respecto al mejor progenitor.

REVISIÓN DE LITERATURA

El Triticale

De la Vega (2008), menciona que el triticale se originó mediante la cruce entre trigo y centeno. Esta cruce fue producida inicialmente en laboratorio durante el siglo XIX, originalmente en Escocia y Suecia. Comercialmente, el triticale disponible es casi siempre la segunda generación híbrida. El beneficio de esta cruce es que se combinan los altos rendimientos y buena calidad del grano de trigo con la resistencia a enfermedades y tolerancia a condiciones difíciles del centeno. Los principales países productores de triticale son: Alemania, Francia, Polonia, Australia, China y Bielorrusia. De acuerdo con datos de la FAO, en 2005 se cosecharon 13.5 millones de toneladas de triticale en 28 países alrededor del mundo.

El triticale proviene de los términos latinos *Triticum* (trigo) y *Sécale* (centeno); al realizar la cruce de trigo con centeno, el trigo es utilizado como progenitor femenino. El centeno es el donador de polen. El resultado de la cruce entre trigo y centeno es un híbrido estéril que recibe tratamiento con el alcaloide en base a la utilización de la colchicina que es posible doblar el número cromosómico y por ende recuperar la fertilidad del híbrido estéril (triticale).

Romero (1985), reporta que el primer indicio de hibridación entre el trigo y centeno fue generado por un fitomejorador Escocés llamado Wilson en 1876, quien informó a la sociedad botánica de Edimburgo acerca de una planta estéril F_1 , resultante de una cruce de trigo con centeno.

Muntzing (1935), realizó un descubrimiento sobre el mecanismo de fertilidad espontánea en híbridos de trigo por centeno, partiendo de una planta con tres espigas, mostrando una producción de 20 a 60 por ciento de granos de polen viable en las anteras, este fue su primer trabajo que lo dió a conocer en 1931. El mismo Muntzing (1974), menciona que el nombre de triticales fue usado en un artículo de Lindsmark y Oehler por primera vez en 1935, el cual fué propuesto por Tschermark, uno de los tres redescubridores de las leyes de Mendel.

O' Mara (1948), reportó un triticales hexaploide procedente de una cruce de trigo duro por centeno, el cual desempeñó un papel importante en el desarrollo del triticales en Norte América y Europa, debido a que O' Mara proporcionó a los investigadores de la Universidad de Manitoba los primeros materiales hexaploides mejorados, por lo cual con este material el equipo Canadiense registró importantes avances, hasta lograr en 1969 la certificación comercial de un triticales hexaploide llamado Rosner.

Importancia

El triticale es tolerante a sequías, heladas y algunos problemas de suelo, por lo que es una buena opción de alimento para animales, lo cual lo convierte en un atractivo principal, ya que proporciona buenas y numerosas opciones para alimentar el ganado lechero y de carne, ovejas, cerdos y aves de corral. En condiciones adversas, el triticale produce más biomasa (tallos y hojas) y más grano que cultivos similares. Proporcionalmente requiere menor cantidad de agua. Es buena fuente de proteína y energía. Se siembra en más de 3 millones de hectáreas alrededor del mundo, y está ganando terreno en países como México, Polonia, China, Alemania, Australia y Bielorrusia. Es más resistente a la roya que el trigo, y compite mejor con las malezas. El triticale como variedad para pastoreo rebrota varias veces durante el ciclo (De la Vega, 2008).

Importancia Genética

Las cruces trigo-centeno presentaron dificultad al inicio, debido a la poca supervivencia del embrión híbrido resultante y a la división espontánea de cromosomas. Fueron difíciles de predecir y controlar estos dos factores. Se hizo necesario encontrar formas para alterar o controlar estos factores a fin de mejorar la viabilidad del embrión y evitar el aborto mediante el desarrollo de técnicas de cultivo *in-vitro* (Laibach). Fue entonces que se descubrió la utilidad de la *colchicina*. El triticale se auto-fertiliza. Es también posible la fertilización

cruzada, pero ésta no es la forma principal de reproducción. A partir del programa de cruzas de triticale realizado en 1964 por el CIMMYT, hubo una mejoría significativa en el rendimiento de grano. En este sentido, los rendimientos de grano pasaron de 2.4 toneladas por hectárea en 1968 a 10.0 toneladas por hectárea en condiciones óptimas de cultivo en investigación (Hede, 2000).

Problemática

En la creación de nuevas variedades mejoradas de triticale se ha tenido poco éxito debido a que es una especie relativamente nueva, con poca variabilidad genética, donde la mutación, la selección natural y la selección artificial o hecha por el hombre, han tenido poco tiempo para actuar, lo cual afecta a las generación de genotipos agrónomicamente deseables y productivos. Sin embargo, se han obtenido variedades con mayor rendimiento de grano, de 1.25 a 3.82 t ha⁻¹ en los años de 1969 a 2001 (FAO, 2002). Sin embargo, Lozano (1980) reporta que el triticale, a pesar de tener poco tiempo de mejoramiento ha superado a los trigos, por lo que se puede concluir que existe mayor ganancia en la selección, y por lo tanto, el potencial genético a explotar aún es grande. Zillinsky y López (1973), mencionan que otro problema es debido a que el endospermo se desarrolla anormalmente, lo cual da como resultado un grano arrugado y una profunda hendidura central provocando un bajo peso hectolitrico; mientras tanto, Thomas *et al.* (1980) llegaron a la

conclusión, que el triticale no podrá convertirse en un cultivo ampliamente utilizado mientras el arrugamiento del grano se mantenga presente.

Calidad de Semillas

Según Peñaloza (2001), la calidad de las semillas es un concepto que involucra muchas variables que dependen en gran medida de las metodologías de producción, cosecha y almacenaje; por su parte, Basra (1995) señala que la calidad de las semillas involucra todos los atributos genéticos, físicos, biológicos y patológicos que contribuyen a la producción final del cultivo.

Salinas *et al.* (2001) mencionan que la calidad de las semillas disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento y el tiempo en que estas permanecen almacenadas.

Molina *et al.* (2003), menciona que es posible asociar los cambios fenológicos de la semilla de maíz con los niveles de calidad fisiológica de las mismas. También menciona que la máxima calidad fisiológica (germinación y vigor) de las semillas de maíz no siempre coincide con la máxima acumulación de materia seca, pero si se asocia mejor con la aparición de la capa negra.

Vigor

La calidad y el vigor dependen en gran medida de las metodologías de producción, cosecha y almacenamiento. Por lo tanto, cualquier desarrollo anormal en el proceso de maduración, como falta o exceso de agua, deficiencias nutricionales o estrés en el medio ambiente, producidos por las temperaturas traerá como consecuencia una semilla de pobre calidad y bajo vigor, por lo cual, Moreno (1996) nos dice que el vigor es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividades y comportamiento de la semilla o lote de semillas durante su germinación y emergencia de la plántula. La que se comporta bien se llama semilla de alto vigor y las que se comportan pobremente son denominadas semillas de bajo vigor.

Besnier (1989), mencionó que la constitución genética de la semilla también influye en el vigor, ya que dentro de una misma especie existen variedades o tipos, cuyas semillas tienen más vigor intrínseco que el de las semillas de otras variedades, como consecuencia de poseer sistemas bioquímicos más potentes y eficaces.

Por otra parte, Delouche (2002) indica que el vigor de semillas y deterioro están fisiológicamente ligados, son aspectos recíprocos. El deterioro tiene una connotación negativa, en cuanto que el vigor tiene una connotación extremadamente positiva; el vigor disminuye a medida que el deterioro aumenta. Deterioro es el proceso de envejecimiento y muerte de las semillas,

en cuanto el vigor, es el principal componente de la calidad afectado por el proceso de deterioro.

Vigor de Semillas

Las semillas que muestran un buen comportamiento físico y fisiológico son consideradas de alto vigor, y aquellas que presentan un pobre comportamiento son llamadas semillas de bajo vigor. Dentro de los factores que influyen el nivel de vigor en semillas están la constitución genética de la semilla, ambiente y nutrición de la planta madre, estado de madurez a la cosecha, tamaño y peso de la semilla, integridad mecánica, deterioración, envejecimiento y presencia de patógenos (Copeland y McDonald, 2001).

Rendimiento de Grano

Mellado *et al.* (2005), en Chile, trabajaron durante los años 2000 y 2001 realizando ensayos regionales efectuados en suelos de temporal comparando tres variedades de trigos Opala-INIA, Domo-INIA y Tamoi-INIA, donde el triticale Aguacero-INIA obtuvo un rendimiento superior a estas variedades de trigo en 48, 30 y 38 % respectivamente. En otra red de ensayos efectuados en el 2002, ésta variedad de triticale superó a las variedades de trigo Huayún-INIA, Domo-INIA y Dalcahue-INIA, siendo superior a estas variedades en 24, 27 y 42 %.

Ramírez *et al.* (2003) nos dicen que el aumento del rendimiento de grano de triticale depende fundamentalmente del aumento en el número de espiguillas por espiga (NEE), número de granos por espiguilla (NGES), peso del grano (PG) y número de tallos por planta (NTP) con espigas y granos, caracteres que pueden considerar como básicos en la selección para obtener variedades de triticale de alto rendimiento, y entre ellos, el más importante fue peso del grano (PG), ya que obtuvo un mayor incremento con 25.8 %.

Martínez *et al.* (1998) encontraron que los grupos precoces de triticale fueron los que acumularon mayor rendimiento de grano; mientras que, en general, las variables altura de planta, días a floración, días a madurez, peso hectolitrico y peso de mil granos se correlacionaron de forma positiva y significativa con el rendimiento dentro de cada grupo de clasificación de las líneas, sin embargo, las variables que aportaron más al rendimiento de grano fueron: peso hectolitrico, peso de mil granos y días a floración. La selección de triticale para mayor tamaño y densidad de grano se reflejó en un aumento de peso de grano por espiga (PGE), peso de mil granos (PMG) y volumen de mil granos (VMG), así como en el aumento del rendimiento de grano (RG), sin menospreciar la selección de plantas con más tallos y espigas más grandes, que contribuyó en menor porcentaje.

Gómez (1975), realizó un análisis sobre el comportamiento de las líneas de triticale de mayor rendimiento, la cual mostró que estas fueron competitivas con trigo. Los coeficientes de correlación fenotípicas simples demostraron que

en triticale, los tres componentes de rendimiento (número de granos por espiga, número de espigas por unidad de superficie y peso de granos) tuvieron una asociación positiva y altamente significativa con rendimiento. En trigo, la situación fue diferente, ya que solo número de granos por espiga estuvo asociado positiva y significativamente con rendimiento; número de espigas por unidad de superficie presentó una asociación positiva, y peso de granos creó una asociación negativa, las que no fueron significativas, algo similar experimentó Ramírez *et al.* (2003) quienes trabajaron con triticale, mencionan que el incremento obtenido en rendimiento de grano se debió básicamente al aumento del número de hijuelos por planta, número de granos por espiga y en su mayor parte al aumento del peso de grano; el primero como producto de la selección directa, el segundo por la selección de espiga de mayor longitud, y el tercero como producto de la selección para mayor tamaño y densidad de grano, que aumentó el volumen de grano, pero no su densidad.

Hewstone y Jobet (2004) trabajaron con una nueva variedad de triticale, la cual generó un rendimiento promedio de 10.37 t ha^{-1} en tres años de ensayos y tres localidades con un peso de 1000 granos entre 36,3 y 41,8 g. y peso hectolítrico de 72.0 kg hL^{-1} .

Benítez *et al.* (1992) realizaron una investigación en trigo en diez ciclos de selección masal estratificada para rendimiento de grano (SMR) y longitud de espiga (SMLE), con el propósito de medir la eficiencia en la ganancia del rendimiento de grano en forma directa, encontrando avances genéticos por ciclo

de selección en el rendimiento de grano (SMR) de 2.86 y de 2.88 % en longitud de espiga (SMLE).

Efectos Genéticos

Los efectos genéticos pueden ser favorables o desfavorables, según sea el carácter bajo estudio, por lo cual, es importante comprender mejor el mejoramiento genético de plantas, principalmente la terminología de efectos genéticos que están relacionados con la herencia que se presentan en diversos caracteres, entre éstos se encuentran los efectos aditivos, siendo éstos los genes complementarios, no alelomorfos y que pueden alterar al mismo carácter, cuyos efectos son acumulativos, identificándose éstos como de herencia cuantitativa; también se encuentran los efectos de dominancia que vienen siendo los genes que manifiestan en su carácter un estado homocigoto o en estado heterocigoto, impidiendo en este último la expresión correspondiente al gen recesivo, en forma total (dominancia completa) o parcial (dominancia intermedia o dominancia incompleta) en la F_1 , y por último los genes epistáticos, siendo estos los genes que pueden ser capaces de impedir la expresión de un carácter.

Dentro de los efectos genéticos, existen diseños estadísticos que determinan su magnitud, encontrando entre estas la aptitud combinatoria general, que tienen como finalidad la descripción del valor de mejoramiento del material progenitor, el cual fue definido por Sprague y Tatum (1942) como

Aptitud Combinatoria General (ACG), el cual resulta ser el comportamiento medio de una línea en combinación híbrida; en cuanto a la Aptitud Combinatoria Especifica (ACE), es la desviación de varias cruzas del comportamiento esperado, basándose en la aptitud combinatoria general. La heterosis puede ser calculada o explotada mediante los diseños dialélicos mediante la producción de híbridos F_1 , ya que es donde hay la máxima expresión híbrida, sin embargo, se pueden utilizar en otras generaciones, también provee información del tipo de acción génica que se encuentra presente en la población base, el cual nos ayuda en la elección del progenitor que será utilizado en la producción de cruzas. Por su parte Rojas y Sprague, (1952) y Matzinger (1963), mencionan que la ACG está ligado con los efectos aditivos y/o aditivos por aditivos, mientras que la ACE consiste en los efectos de dominancia y todos los efectos epistáticos.

Martínez *et al.* (2005) indican que los efectos genéticos y la heterosis son datos importantes para evaluar el potencial genético de un grupo de progenitores en un programa de mejoramiento, así como de las progenies que resultan del cruzamiento entre ellos. También estimaron los efectos genéticos de la duración de la vida de anaquel de chile serrano, ellos encontraron resultados en donde en la expresión del rendimiento participan los efectos aditivos y de dominancia, observando efectos de heterosis altos para vida de anaquel y heterosis de baja a moderada para rendimiento y tasa de pérdida de peso.

Por su parte, Cordova *et al.* (1980) mencionan que los efectos de dominancia a pesar de que contribuyen con el rendimiento, vienen siendo de limitada importancia en poblaciones en equilibrio y apareamiento aleatorio, señalando que los efectos de dominancia son de gran importancia en las combinaciones híbridas específicas. Sin embargo, la mayoría de los caracteres de interés para el mejoramiento de maíz son controlados por una determinada acción génica de tipo aditiva.

Igualmente, Cortez *et al.* (1985) evaluaron 10 poblaciones de maíz tropical del CIMMYT y sus descendientes en siete localidades de México y una en USA, para rendimiento de grano, encontraron que los efectos de dominancia fueron el factor de mayor contribución en la expresión del rendimiento.

Manjarrez (2006), trabajó sobre efectos genéticos en maíz de granos normales y de alta calidad proteica, encontrando que el tipo de acción que predominó fue la aditiva en todos los caracteres agronómicos y fisiológicos.

Martínez (1983), menciona que uno de los procedimientos más usados para el estudio de estos efectos genéticos es el análisis de cruas dialélicas. Las cruas simples posibles que puedan lograrse entre los elementos de un conjunto básico de progenitores, permiten estimar la magnitud de los componentes genéticos de la variación entre las propias cruas.

Mendoza *et al.* (2005) determinaron los efectos genéticos aditivos, dominantes y epistáticos; heterosis y depresión endogámica en maíz tropical, encontrando en los resultados que los efectos dominantes fueron más importantes que los aditivos para la resistencia, para rendimiento todos los efectos resultaron positivos y en la depresión endogámica en rendimiento la pérdida de vigor de la F_1 a la F_2 fue de 57,14 %.

De la Rosa *et al.* (2006) estimaron efectos genéticos en híbridos comerciales de maíz para rendimiento ($t\ ha^{-1}$), altura de planta (cm), contenido de humedad de grano (%) y días a floración. Se encontraron resultados positivos en algunas de las cruzas en cada una de las variables evaluadas.

Heterosis

El mejoramiento genético es un trabajo que se debe de hacer de forma continua y constante en la formación de híbridos y variedades para uso comercial. El conocimiento de la genética que controla los caracteres de interés económico es básico para lograr avances en un programa de mejoramiento. Uno de los sistemas propuestos para conocer y evaluar la acción genética de caracteres cuantitativos es el de cruzamientos dialélicos, que permiten determinar las combinaciones superiores y seleccionar los mejores progenitores para diseñar los métodos de mejoramiento más eficientes. Existen varios métodos de análisis dialélicos para estimar la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE); entre los más utilizados se encuentran los

propuestos por Griffing (1956): 1.- evaluación de progenitores y sus cruzas F_1 directas y recíprocas; 2.- evaluación de progenitores y cruzas F_1 directas; 3.- evaluación de cruzas F_1 directas y recíprocas; y 4.- evaluación de cruzas F_1 directas.

Falconer (1981), menciona que el fenómeno de heterosis, es simplemente la depresión endogámica invertida, dependiendo ésta del grado de dominancia, de las diferencias entre frecuencias genéticas y de la diversidad genética entre las dos poblaciones que se crucen, también menciona que la heterosis es máxima cuando un alelo está fijado en una población y otro alelo en la otra población. Este mismo nos dice que la heterosis es el comportamiento de la progenie más allá de los límites impuestos por los progenitores.

Por su parte Gowen (1952), nos dice que el término heterosis indica el incremento en desarrollo o cualquier otra acción de aumento que resulta del cruzamiento, el cual es sinónimo de "vigor híbrido". Heterosis tiene dos formas generales de expresión. En un sentido se usa cuando hay incremento en tamaño o en número. Esto es el resultado de un mayor número de células y una tasa más rápida de división y actividad celular. En cuanto a otra manifestación diferente de heterosis, es un incremento en la eficiencia biológica, tal como la tasa reproductiva y habilidad de sobrevivencia. Esto puede mostrar reducción de productividad en los parámetros medidos. Al efecto de estos dos tipos de

heterosis, puede haber también una reducción en ambos, Debilidad híbrida o una inversa o negativa heterosis, los cuales son mucho menos comunes.

De acuerdo con lo mencionado, numerosos investigadores apoyan las siguientes conclusiones desarrolladas por de La Loma (1985), con respecto a la heterosis: 1).- La heterosis es el resultado de la interacción de un gran número de factores independientes, apartados en los dos progenitores y reunidos en el híbrido. 2).- La población F_1 es la que exhibe la heterosis con mayor intensidad y es tan homogénea como sus progenitores, puesto que si éstos son homocigotos consta de un solo genotipo. 3).- La población F_2 es mucho más variable que la F_1 y exhibe una heterosis menos intensa que ella. 4).- A medida que el número de generaciones sucesivas aumenta, si no se efectúa selección, el efecto de la heterosis va desapareciendo rápidamente y se llega a un estado en que cada generación no difiere esencialmente de la anterior. Esto mismo nos dice que el vigor del híbrido resulta de un estímulo fisiológico producido por la unión de gametos diferentes. Con el descubrimiento del fenómeno de la sobre dominancia en el que en algunos pares alelo mórficos del heterocigoto **Aa** produce mayor desarrollo que cualquiera de los homocigotos **AA** o **aa**, ha contribuido a apoyar esta idea de que la heterosis se debe, por lo menos en parte, a la presencia en el híbrido de un número mayor de pares de genes o alelos en condición heterocigótica complementaria.

Cruz *et al.* (2003) realizaron cruzas dialélicas de maíz a partir de doce progenitores, seis adaptados y seis exóticos, obteniendo la mejor crusa para

rendimiento de grano entre un adaptado y un exótico con un rendimiento de 5683 kg ha⁻¹ con heterosis de 183 %, que también presentó la ACE más alta y significativa con 825 kg ha⁻¹, sin embargo, Morales *et al.* (2005) realizaron un trabajo sobre el estudio de la diversidad genética y la heterosis específica entre híbridos de maíz, encontrando heterosis promedio para rendimiento de grano de 3.1 %. También se confirmó la superioridad en rendimiento de las cruzas entre híbridos sobre la F₂ de los mismos.

Grogan y Francis (1972), mencionan que en maíz, la característica agronómica que mayor heterosis presentó fue la de rendimiento y las características con la menos evidencia de heterosis fueron: días a floración femenina y masculina, profundidad y anchura de grano.

Antuna *et al.* (2003) y Manjarrez *et al.* (2008), realizaron trabajos similares en maíz generando información de la floración masculina, altura de planta, de mazorca y rendimiento de grano, porcentaje de germinación estándar, primer conteo de la prueba de germinación, índice de velocidad y porcentaje de emergencia, longitud de plúmula y peso seco, encontrando resultados con amplia variación entre los genotipos en todos los caracteres estudiados. Así mismo, se encontró diferencia estadística en los efectos de aptitud combinatoria general y específica para todas las variables, excepto el rendimiento de grano. Antuna *et al.* (2003) encontró mediante correlaciones que no existió asociación directa y significativa entre los caracteres agronómicos y

de calidad de semillas, sin embargo Manjarrez *et al.* (2008), sí encontró relación entre éstas.

Vázquez (1999), realizó un trabajo con siete líneas de maíz, obteniendo una serie de 21 cruzas, encontrando en algunas cruzas una buena germinación de semilla, sin embargo observó que sus valores de heterosis no fueron los más altos, lo que significa que una heterosis alta en un cierto genotipo no necesariamente tendrá el mayor valor del carácter bajo estudio. Sin embargo, encontró cruzas que presentaron alto valor de heterosis positiva para las características de calidad fisiológica de semillas, como longitud de plúmula o para pruebas de envejecimiento artificial de semillas.

Kumar *et al.* (1995) realizaron cruzas dialélicas en maíz para determinar la heterosis que muestran en las cruzas y su aptitud combinatoria, encontrando heterosis entre las mejores cruzas, variando de -8.6 a 18.2 %. Las mejores cruzas entre materiales blancos-tardíos fue de 7.38 t ha⁻¹. Aunque su heterosis fue de sólo 2.7 % con un valor alto de ACE (0.55). Las mejores cruzas de granos amarillos fue de 6.69 t ha⁻¹ con una heterosis de 11.6 % y 0.45 t ha⁻¹ de ACE.

Gutiérrez *et al.* (2002) efectuaron un trabajo con el objetivo de determinar la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) para rendimiento de grano de seis líneas de maíz, empleando el método II de Griffing (1956), en el cual, los resultados obtenidos del análisis combinado indicaron diferencias entre

localidades y genotipos, también se encontraron efectos positivos de heterosis, tanto para la media de progenitores como para el progenitor superior. Se observó un efecto genético de sobre dominancia y una heredabilidad en sentido amplio de 94.73 % basada en las medias de genotipos.

Cruz *et al.* (2003a) estimaron la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) en maíz, para rendimiento de grano (REND), días a la floración (DF), altura de planta (AP) e índice de cosecha (IC). Lo cual los análisis combinados indicaron diferencias entre localidades y genotipos. El análisis dialélico indicó alta significancia para ACE en cada una de las variables evaluadas; en cambio, para ACG no encontró significancia para ninguna variable. También se encontraron efectos positivos de heterosis, tanto para la media de progenitores como con el progenitor superior.

Robledo *et al.* (2002) realizaron estudios de heterosis en frijol común, en donde los mayores valores de heterosis fueron 94.3 % para rendimiento de grano (RGP), 15.7 % para peso de cien semillas (PS); de 61.1 % para vainas por planta (VP), de 35.4 % para granos por vaina (GV) y 27.1 % para días a floración (DF), identificando variedades sobresalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidades de Estudio y Características Agroecológicas

El presente estudio se inicio en el ciclo 2005-2006, en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila, donde se sembraron 15 híbridos F_1 y sus seis progenitores, mientras que la F_2 fue sembrada en tres localidades en el ciclo 2006-2007, las cuales fueron: Navidad, Nuevo León, Las Vegas y Buenavista, Coahuila.

Cuadro 3.1. Localización del área de estudio y características agronómicas.

| Localidad | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (msnm) |
|------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Buenavista, Coah | 25° 31' | 101° 01' | 1743 |
| Las Vegas, Coah | 25° 46' | 103° 16' | 1100 |
| Navidad, N.L. | 25° 04' | 100° 56' | 1895 |
| Laboratorio | 25° 31' | 101° 01' | 1743 |

El trabajo de laboratorio para las pruebas de calidad de la semilla se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Semillas Ms. Leticia A. Bustamante García, del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Material Genético

El material genético utilizado para realizar la investigación fue conformado por 15 híbridos F_1 , F_2 y sus seis progenitores, dos de hábito primaveral, dos de hábito intermedio y dos de hábito intermedio-invernal. Estos híbridos y sus progenitores fueron desarrollados por el Proyecto Triticale del Programa de Cereales de Grano Pequeño del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a excepción de la variedad de hábito primaveral Eronga-83.

Cuadro 3.2. Material genético utilizado.

| Progenitores | Cruzas | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1.-Eronga (primaveral) | 1.-AN-125 X Eronga | 8.-AN-31 X AN-125 |
| 2.-AN-125 (primaveral) | 2.-AN-105 X Eronga | 9.-AN-31 X AN-105 |
| 3.-AN-105 (intermedio) | 3.-AN-105 X AN-125 | 10.-AN-31 X AN-38 |
| 4.-AN-38 (intermedio) | 4.-AN-38 X Eronga | 11.-AN-34 X Eronga |
| 5.-AN-34 (intermedio-invernal) | 5.-AN-38 X AN-125 | 12.-AN-34 X AN-125 |
| 6.-AN-31 (intermedio-invernal) | 6.-AN-38 X AN-105 | 13.-AN-34 X AN-105 |
| | 7.-AN-31 X Eronga | 14.-AN-34 X AN-38 |
| | | 15.-AN-34 X AN-31 |

Evaluación de los Híbridos F₁

Ciclo 2005-2006

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Preparación del terreno. Se barbechó, también fue realizado un doble rastreo cruzado y nivelación, las cuales son las labores tradicionales para la siembra de cereales en la región.

Fecha de siembra. La siembra fue realizada el 11 de octubre de 2005 en seco, a mano.

Fertilización a la siembra. Se aplicó sulfato de amonio con una dosis por ha de 80-00-00 (20.5 % N).

Riegos. Los riegos fueron aplicados con cintilla según las necesidades del cultivo. La lámina total de riego aplicada durante el ciclo fue de 40 cm.

Tamaño de la parcela experimental. Estuvo conformada de 2 hileras de 3 metros de largo, con una separación entre hileras de 20 cm y una separación entre plantas de 10 cm dando una superficie total de 1.2 m².

Tamaño de la parcela útil. La parcela útil cosechada fue de 0.8 m².

Cosecha. La cosecha se realizó durante el mes de Mayo de 2006, realizándose con rozadera, a mano, y trillando las plantas con una trilladora estacionaria.

Evaluación de los Híbridos F₂

Ciclo 2006-2007

Las Vegas, Torreón, Coahuila

Preparación del terreno. Se realizó un doble rastreo cruzado y nivelación, las cuales son las labores tradicionales para la siembra de cereales en la región.

Fecha de siembra. La siembra fue realizada el jueves 02 de noviembre de 2006 en seco, a mano.

Fertilización a la siembra. Se aplicó 400 kg de sulfato de amonio con una dosis de 82-00-00 por ha.

Riegos. Se aplicaron 5 riegos por gravedad; empezando el domingo 5 de noviembre de 2006 al sábado 3 de marzo de 2007, con una lámina aproximada de 12 cm.

Tamaño de la parcela experimental. Estuvo conformada de 5 hileras de 3 metros de largo, con una separación entre hileras de 30 cm, dando una superficie total de 4.5 m².

Tamaño de la parcela útil. La parcela cosechada fue de 1 hilera de 3 metros de largo, con una separación entre hileras de 30 cm, dando una superficie total de 0.9 m².

Cosecha. Para los tratamientos precoces, la cosecha fue efectuada el martes 27 de abril de 2007 y para los tratamientos intermedios y tardíos, el viernes 11 de mayo de 2007.

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Preparación del terreno. Se barbechó, realizado un doble rastreo cruzado y nivelación, las cuales son las labores tradicionales para la siembra de cereales en la región.

Fecha de siembra. La siembra fue realizada el miércoles 20 de diciembre de 2006 en seco, a mano.

Fertilización a la siembra. Se aplicó sulfato de amonio con una dosis de 40-00-00 por ha.

Riegos. Se aplicó por medio de cintilla, iniciando el jueves 21 de diciembre de 2006, con una lámina total aproximada de 40 cm.

Tamaño de la parcela experimental. Estuvo conformada de 2 surcos de 2.5 metros de largo, con una separación entre surcos de 20 cm, dando una superficie total de 1 m².

Tamaño de la parcela útil. La parcela cosechada fue de 2 surcos de 2 metros de largo, con una separación entre surcos de 20 cm, dando una superficie total de 0.8 m².

Cosecha. Se realizó el martes 12 de junio de 2007.

Navidad, Nuevo, León

Preparación del terreno. Se realizó un doble rastreo cruzado y nivelación, las cuales son las labores tradicionales para la siembra de cereales en la región.

Fecha de siembra. La siembra se realizó a mano, a chorrillo, el día 20 de Diciembre de 2006.

Fertilización a la siembra. Se aplicó sulfato de amonio con una dosis de 40-00-00 por ha.

Riegos. Se aplicaron 5 riegos con sistema de aspersion, con una lámina aproximada de 8 cm, dando una lámina total de 40 cm.

Tamaño de la parcela experimental. Estuvo conformada de 6 hileras de 3 metros de largo, con una separación entre hileras de 30 cm, dando una superficie total de 5.4 m².

Tamaño de la parcela útil. La parcela cosechada fue de 4 hileras de 3 metros de largo, con una separación entre hileras de 30 cm, dando una superficie total de 3.6 m².

Cosecha. Se realizó el martes 3 de julio de 2007.

Parámetros Agronómicos

Pruebas Físicas

Longitud de espiga (LE): Este parámetro se evaluó tomando todas las espigas de una planta tomada al azar por parcelas en la F_1 , mientras que en la F_2 se tomaron 10 espigas al azar por cada parcela.

Número de granos por espiga (NGE): Fueron trilladas manualmente todas las espigas obtenidas de cada parcela (tratamiento), el valor se obtuvo dividiendo el número de granos entre el número de espigas.

Rendimiento $t\ ha^{-1}$ (R): Se cosecharon en forma individual las parcelas con una trilladora de motor, las semillas se pasaron por una pre limpiadora (Clíper) y colocadas en bolsas de papel, en donde fueron pesadas con una balanza analítica y posteriormente convertidas a $t\ ha^{-1}$.

Parámetros de Laboratorio

Peso de mil semillas (PMS): se utilizó el método de conteo de ocho repeticiones de 100 semillas. Posteriormente se promedió el peso de éstas y se multiplicó por 10 para obtener el peso de mil semillas.

Peso Hectolitrico (PH): con la ayuda de una balanza volumétrica (Ohaus) de un litro y ½ litro, dependiendo de la cantidad de semilla, la semilla se dejó caer en libre y uniformemente, hasta sobrellenar el recipiente, se retiró el exceso de semilla con una regla, dando un movimiento de zig-zag, pesando la cantidad de semilla en la misma balanza en escala de kg hl^{-1} .

Parámetros Fisiológicos

Germinación Estándar (GE): Se basó en el método de la International Seed Testing Association (ISTA, 2004). Se utilizó papel de germinación tipo anchor, donde se colocaron 25 semillas por tratamiento, con el embrión hacia abajo del papel de germinación, después, éste se humedeció con agua destilada, la semilla fue tratada anteriormente con captan (1 gr / litro) con el fin de controlar el desarrollo de hongos debido a las condiciones de alta temperatura y humedad relativa. Se formaron tacos, que fueron colocados en bolsas de polietileno y se almacenaron posteriormente en una cámara de germinación (Seedburo) a una temperatura de 25°C. Después de siete días se realizó la evaluación de plántulas normales, anormales y semillas sin germinar. Se consideran plántulas normales aquellas plantas que presentaron plúmula y radícula mayor de 2 cm. con sus partes morfológicas bien desarrolladas. Las anormales fueron las que no cumplieron con las características antes mencionadas.

Longitud Media de Plúmula (LMP): Se utilizó papel de germinación tipo, anchor donde se marcaron líneas horizontales cada 2 cm. a partir de la parte media del mismo, a los puntos medios de las líneas se les asignó un valor de 1, 3, 5, 7, 9, 11 y 13, dependiendo la distancia de cada una con respecto a la primera. Se colocaron 25 semillas por tratamiento, con el embrión hacia abajo del papel de germinación, después, éste se humedeció con agua destilada, la semilla fue tratada anteriormente con captan (1 gr / litro) con el fin de controlar el desarrollo de hongos debido a las condiciones de alta temperatura y humedad relativa. Se formaron tacos, que fueron colocados en bolsas de polietileno y se almacenaron posteriormente en una cámara de germinación (Seedburo) a una temperatura de 25°C. Después de siete días se realizó la evaluación, como base a la metodología descrita por Moreno (1996).

Se contó el número de plúmulas que quedaron situadas entre dos paralelas, que tenían un valor de 1, 3, 5, 7, 9, 11 y 13 cm., valor del punto medio de cada paralela a la línea central y fueron multiplicados por el valor medio de dicha paralela y los productos se sumaron, la longitud total se dividió entre 25, si todas fueran plántulas normales.

La fórmula utilizada fue:

$$L = \frac{(nX_3 + nX_5 + \dots + nX_{13})}{25}$$

Donde:

L= Longitud de plúmulas

n= Número de plúmulas entre cada par de parcelas

x= La distancia media desde la línea central

Longitud de plúmula (LP): Esta prueba fue para corroborar en forma manual los resultados obtenidos en longitud media de plúmula en la que se midieron solo las plántulas normales que se obtuvieron en el ensayo de germinación estándar, sacando la media de éstas y reportando los resultados en milímetros.

Longitud de radícula (LR): Se midieron solo las plántulas normales que se obtuvieron en el ensayo de germinación estándar, sacando la media de éstas y reportando los resultados en milímetros.

Peso Seco (PS): Se tomaron las plántulas normales de la longitud media de plúmula y radícula, se colocaron en bolsas de papel perforadas y colocadas por 24 horas en un horno de secado LAB-LINE (Modelo 3478 M) a 70 ° C. una vez concluido el tiempo de secado, se sacaron y se colocaron en un desecador por 10 minutos. Posteriormente fueron pesadas en una balanza analítica, reportando los resultados en gr/planta.

Estimación de Heterosis

El porcentaje de heterosis se estimó con respecto al promedio de los progenitores, como se indica a continuación:

$$h = 100 (F_1 - P_m) / P_m$$

Donde: F_1 = Primera generación de la cruce

$$P_m = \text{Progenitor medio} = (P_1 + P_2) / 2$$

Estimación de la Depresión Endogámica

Fue expresada como la reducción en porcentaje del comportamiento de la media de la F_2 en comparación del comportamiento de la media F_1 (Esparza y Foster, 1998):

$$DE = \frac{[F_1 - F_2]}{F_1} * 100$$

Análisis Estadísticos de los Resultados

Análisis de Varianza

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de varianza (ANVA) individuales de las variables estudiadas bajo el diseño de bloques completos al azar, teniendo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + R_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Efecto del i-ésimo genotipo en la j-ésima repetición.

μ = Media general.

G_i = Efecto del i-ésimo genotipo.

R_j = Efecto de la j-ésima repetición.

E_{ij} = Efecto del error experimental.

El modelo utilizado para el análisis estadístico combinado de las tres localidades (Ambientes) establecidas, fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_j + G_i + A_k + (R/A)_{jk} + (G \times A)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Efecto del i-ésimo genotipo en la j-ésima repetición del k-ésimo ambiente.

μ = Media general.

R_j = Efecto de la j-ésima repetición

G_i = Efecto del i-ésimo genotipo.

A_k = Efecto del k-ésimo ambiente.

$(R/A)_{jk}$ = Efecto de la j-ésima repetición, dentro del k-ésimo ambiente.

$(G \times A)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el i-ésimo genotipo y el k-ésimo ambiente.

E_{ijk} = Efecto del error experimental.

Análisis Dialélico

La información generada en las evaluaciones para las diferentes características estudiadas en tres localidades se analizó utilizando el programa DIALLEL-SAS.05 propuesto por Zhang *et al.* (2005) por el método II de Griffing (1956), que evalúa los progenitores y las cruzas directas, estimando la aptitud

combinatoria general (ACG) y específica (ACE) de los progenitores y cruzas en estudio.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones y 21 tratamientos (15 híbridos + 6 progenitores) para la F₁ en un ambiente, con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + r_k + g_i + g_j + S_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = El efecto del valor observado.

μ = La media.

r_k = El efecto de la repetición k^{th}

g_i = Efecto de los genotipos i^{th}

g_j = Aptitud combinatoria general del padre j^{th}

S_{ij} = La habilidad combinatoria específica de los padres i^{th} y j^{th}

E_{ijk} = El error experimental para la observación ij^{th}

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones y 21 tratamientos (15 híbridos + 6 progenitores) para la F₂ en dos y tres ambientes utilizando un combinado, con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + R_{j(i)} + G_k + G_k A_i + g_k + g_l + S_{kl} + A_i g_k + A_i g_l + A_i S_{kl} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Variables de respuesta.

μ = Efecto de la media general.

A_i = Efecto de la i-ésima localidad.

$R_{j(i)}$ = Efecto de j-ésimo bloque dentro de la i-ésima localidad.

G_k = Efecto de la aptitud combinatoria general del padre k.

$G_k A_i$ = Efecto del k-ésimo genotipo en la j-ésima localidad.

g_k = Efecto de la aptitud combinatoria general del padre k.

g_i = Efecto de la aptitud combinatoria general del padre i.

S_{kl} = Efecto de la aptitud combinatoria específica de la cruce kl.

A_{igk} = Efecto de la localidad i en la aptitud combinatoria del progenitor k.

$A_i g_i$ = Efecto de la localidad i en la aptitud combinatoria del progenitor i.

$A_i S_{kl}$ = Efecto de la localidad i en la aptitud combinatoria específica de la cruce k

l.

E_{ijkl} = Error experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primer Ciclo de Evaluación F₁

Análisis de Varianza

Variables Agronómicas y Fisiológicas

El análisis de varianza (ANVA) para las características agronómicas y fisiológicas de los genotipos en el primer ciclo de evaluación en F₁ (Cuadro 4.1) reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre repeticiones (REP) únicamente para la variable de peso de mil semillas (PMS) y significativa ($P \leq 0.05$) en longitud de radícula (LR). Por otro lado, se observó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para genotipos (GEN) en todas las variables evaluadas, a excepción de la germinación estándar (GE), lo cual significa que los genotipos presentaron un comportamiento diferencial, es decir, que los genotipos utilizados en éste estudio presentaron variaciones para los caracteres estimados. Los coeficientes de variación se presentaron en un rango aceptable, ya que mostraron valores entre 1.89 % para PH, hasta 14.85 % para PS, lo cual nos indica confiabilidad en los datos obtenidos.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios y su significancia para características agronómicas y fisiológicas de los híbridos F₁ evaluados en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006

| FV | GL | LE (cm) | NGE | PH (Kg hl⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl⁻¹) |
|---------------|-----------|--------------------|------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| REP | 3 | 0.66 | 51.92 | 1.88 | 88.39** | 42.85 | 1.18 | 1.65 | 4.48* | 0.003 |
| GEN | 20 | 3.17** | 280.89** | 20.58** | 60.98** | 102.59 | 2.12** | 2.65** | 4.16** | 0.014** |
| ERROR | 60 | 1.12 | 30.18 | 1.70 | 20.26 | 66.85 | 1.03 | 0.92 | 1.48 | 0.003 |
| CV (%) | | 9.79 | 10.51 | 1.89 | 11.10 | 8.75 | 10.52 | 8.94 | 9.05 | 14.859 |
| MEDIA | | 10.80 | 52.25 | 69.10 | 40.53 | 93.38 | 9.66 | 10.76 | 13.47 | 0.393 |

*Significativo al 0.05 y ** Altamente significativo al 0.01.

LE= Longitud de espiga, NGE= Número de Granos por Espiga, PH= Peso Hectolitrico
PMS= Peso de Mil Semillas GE= Germinación Estándar LMP= Longitud Media de Plúmula
LP= Longitud de Plúmula LR= Longitud de Radícula PS= Peso Seco.

En la comparación de medias en todas las cruzas y sus progenitores en la F₁ (Cuadro 4.2) la mayor longitud de espiga (LE), se presentó en las cruzas AN-31 x AN-105, AN-31 x AN-34 y AN-31 x AN-38 con 12.67, 12.09 y 11.95 cm. respectivamente, pudiendo obtener estos granos de mayor tamaño y densidad, debido que al tener una espiga con mayor longitud el grano pudo desarrollarse con mayor facilidad, como lo reportado por Martínez *et al.* (1998), quienes seleccionaron plantas de triticale con más tallos y espigas más grandes, encontrando granos con mayor tamaño y mayor densidad. En cuanto a las de menor longitud, el genotipo AN-105 y las cruzas AN-105 x Eronga con 9.42 y 9.58 cm. teniendo una diferencia del mayor al menor del 26 % aproximadamente.

En número de granos por espiga (NGE), las cruzas con más alto valor fueron AN-105 x AN-125 y AN-38 x AN-105 con 65.12 y 63.40 granos por espigas aproximadamente, superando a las peores cruzas y progenitores con un 48 %, las cuales fueron AN-31, AN-34 y las cruzas AN-105 x Eronga y AN-31 x AN-125 con un valor promedio de 38.32 granos por espigas. En esta variable, el mejor progenitor fue Eronga con 61.11, siendo superado por la mejor crusa AN-105 x AN-125 con 1.1 % aproximadamente, encontrando en ésta que a una espiga con mayor longitud se tendrá un mayor número de granos por espiga, lo cual aumentará el rendimiento por unidad de superficie, reportando algo similar Gómez (1975), quien menciona que el NGE es uno de los componentes de rendimiento.

El progenitor AN-105 y la crusa AN-105 x AN-125 fueron las que obtuvieron el mayor peso hectolitrico (PH), con 72.75 y 72.25 kg hl⁻¹ respectivamente, los cuáles superaron con 11.7 % aproximadamente a los progenitores AN-34 y AN-31, quienes registraron 64.25 y 65.50 kg hl⁻¹ respectivamente, esto nos dice que las semillas tienen pesos aceptables, ya que la mayoría de las cruzas y progenitores oscilaron entre 68 y 70 kg hl⁻¹, reportando algo similar Hewstone y Jobet (2004), quienes trabajaron en una nueva variedad de triticales encontrando un peso hectolitrico del 72.0 kg hl⁻¹.

Para peso de mil semillas (PMS), el mayor fue el que presentó el progenitor Eronga con 51 gr., seguido por las cruzas AN-38 x Eronga y AN-31 x Eronga con 49.50 y 49 gr. con una mínima diferencia del 3 %. Siendo los de

menor peso la cruce AN-31 x AN-34 con 36 gr. y los progenitores AN-38, AN-31 y AN-34 con 37.50, 37 y 33 gr. respectivamente, presentando una diferencia del 35.70 % aproximadamente, en cuanto a los genotipos que obtuvieron un mayor PMS, pudiendo obtener un mayor rendimiento, ya que el PMS es una de las mejores variables que aportan más al rendimiento, según Martínez *et al.* (1998).

Los genotipos que tuvieron mayor promedio observado en germinación estándar (GE), fueron el progenitor Eronga y las cruces AN-105 x Eronga, AN-38 x AN-105 y AN-31 x AN-125 con cerca del 100 %, y la de menor promedio el progenitor AN-31 con 80%, teniendo una diferencia del 19 % aproximadamente al de mayor valor (Cuadro 4.2), esta diferencia puede ser por la variabilidad genética mostrada con los genotipos utilizados en este estudio, coincidiendo con Vázquez, (1999), quien reportó que las diferencias encontradas en germinación estándar fue debido a las diferencias genéticas presentadas en los genotipos bajo estudio.

Para longitud media de plúmula (LMP), las cruces con mayor longitud fueron AN-31 x AN-34 y Eronga para genotipos con 10.56 y 10.30 cm, siendo las de menor longitud AN-105 x AN-125 para cruces y AN-105 para progenitores con 8.36 y 8.19 %, teniendo una diferencia porcentual aproximada del 21 % a los de mayor longitud. Esta diferencia es debido a la diferencia del vigor que presenta cada genotipo, aunque sean de la misma especie, lo anterior coincide con Besnier (1989), quién menciona que la constitución genética de la semilla también influye en el vigor, ya que dentro de una misma especie existen

variedades o tipos cuyas semillas tienen más vigor intrínseco que el de las semillas de otras variedades como consecuencia de poseer sistemas bioquímicos más potentes y eficaces.

En lo que respecta a longitud de plúmula (LP), las cruzas con mayor promedio fueron AN-34 x AN-38 y AN-34 x Eronga con 12.12 y 11.88 cm., siendo menor la crusa AN-105 x AN-125 con 9.36 cm. y para los progenitores de mayor longitud resultó ser Eronga con 11.55 cm. señalando que este genotipo es el de mayor valor en casi todas las variables, aunque no superó a las cruzas dada la heterosis expresadas en ellas, sin embargo, los genotipos con menor porcentaje de longitud de plúmula son para AN-125 y AN-105 con 9.43 y 9.35 cm., pudiendo ser la causa de esta diferencia a que algunos progenitores tenga un deterioro más acelerado, el cual afecta de forma directa el vigor de las semillas provocando que algunos genotipos sean menos vigorosos que otros y por consiguiente tengan una longitud menor a las demás, lo anterior coincide con lo reportado por Delouche (2002), en el sentido de que el vigor de semilla y deterioro están fisiológicamente ligados.

Para longitud de radícula (LR), los más sobresalientes fueron las cruzas AN-34 x AN-105 y AN-31 x AN-125 con 15.27 y 15.04 cm. superando estos al mejor progenitor (Eronga) con un 5 % aproximadamente, el cual alcanzó 14.49 cm., sin embargo, los de menor longitud fueron los progenitores AN-34, AN-38 y AN-31 con 11.52, 11.70 y 11.95 cm.

Para la variable peso seco (PS), el progenitor Eronga resultó ser el de mayor peso con 0.54 gr pl^{-1} , superando a la mejor cruza con un 15 %, siendo AN-125 x Eronga con 0.46 gr pl^{-1} , en el cual se observó a Eronga que es uno de los progenitores de esta cruza, siendo uno de los mejores progenitores, mientras que el genotipo AN-31, fue el de menor peso seco por planta con 0.27 gr pl^{-1} , seguido por la cruza AN-31 x AN-105 con 0.31 gr pl^{-1} .

Cuadro 4.2. Comparación de medias para las características agronómicas y fisiológicas de seis progenitores y 15 híbridos F₁ en Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006.

| GENOTIPOS Y CRUZAS | LE (cm) | NGE | PH (Kg hl⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl⁻¹) |
|-------------------------------|--------------------|------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| Eronga | 10.83 b-h | 61.11 a-c | 68.00 fg | 51.00 a | 98.00 a | 10.30 ab | 11.55 ab | 14.49 ab | 0.54 a |
| AN-125 | 10.06 e-h | 51.45 de | 71.75 a-c | 44.50 g | 96.00 a-c | 8.64 d-f | 9.43 d | 13.57 a-d | 0.39 b-g |
| AN-105 | 9.42 h | 47.35 ef. | 72.75 a | 43.00 j | 91.00 a-d | 8.19 f | 9.35 d | 12.51 c-e | 0.36 c-g |
| AN-38 | 10.36 d-h | 54.70 c-e | 70.50 b-d | 37.50 n | 93.00 a-c | 9.99 a-d | 10.84 a-c | 11.70 e | 0.34 e-h |
| AN-34 | 10.24 d-h | 37.85 g | 64.25 i | 33.00 q | 96.00 a-c | 9.73 a-e | 10.50 b-d | 11.52 e | 0.35 d-h |
| AN-31 | 9.79 f-h | 34.15 g | 65.50 i | 37.00 o | 80.00 d | 10.03 a-d | 11.32 ab | 11.95 de | 0.27 h |
| AN-125 x Erong | 9.63 gh | 56.00 b-d | 68.25 e-g | 48.50 d | 93.00 a-c | 10.29 ab | 10.95 a-c | 14.34 ab | 0.46 b |
| AN-105 x Erong | 9.58 gh | 39.48 g | 69.25 d-g | 44.00 h | 99.00 a | 8.85 c-f | 9.65 cd | 13.93 a-c | 0.44 bc |
| AN-38 x Erong | 11.60 a-d | 61.20 a-c | 67.50 g-h | 49.50 b | 96.00 a-c | 10.48 ab | 11.26 ab | 13.67 a-d | 0.42 b-d |
| AN-34 x Erong | 10.99 b-f | 52.40 de | 69.50 df | 48.00 e | 97.00 ab | 10.33 ab | 11.88 a | 14.13 a-c | 0.44 bc |
| AN-31 x Erong | 10.23 d-h | 47.62 ef | 67.75 f-g | 49.00 c | 94.00 a-c | 9.99 a-d | 11.06 ab | 13.60 a-d | 0.42 b-d |
| AN-105 x AN-125 | 10.53 c-h | 65.12 a | 72.25 ab | 48.50 d | 96.00 a-c | 8.36 ef | 9.36 d | 13.22 b-e | 0.41 b-f |
| AN-38 x AN-125 | 10.49 c-h | 58.00 a-d | 70.75 b-d | 48.50 d | 97.00 ab | 10.18 a-c | 11.08 ab | 14.07 a-c | 0.43 b-d |
| AN-34 x AN-125 | 11.59 a-d | 55.45 cd | 70.00 cd | 44.50 g | 96.00 a-c | 9.63 a-f | 10.36 b-d | 14.04 a-c | 0.38 b-g |
| AN-31 x AN-125 | 11.18 b-f | 41.80 g | 71.75 a-c | 42.00 l | 98.00 a | 9.62 a-f | 10.48 b-d | 15.04 a | 0.42 b-e |
| AN-38 x AN-105 | 11.39 a-e | 63.40 ab | 67.50 gh | 44.00 h | 99.00 a | 9.56 a-f | 10.38 b-d | 13.60 a-d | 0.41 b-f |
| AN-34 x AN-105 | 11.29 a-e | 52.05 de | 70.75 b-d | 47.50 f | 92.00 a-c | 8.80 c-f | 11.08 ab | 15.27 a | 0.36 c-g |
| AN-31 x AN-105 | 12.67 a | 56.80 b-d | 68.50 e-g | 42.50 k | 88.00 a-d | 9.06 b-f | 10.32 b-d | 12.84 b-e | 0.31 gh |
| AN-34 x AN-38 | 10.88 b-h | 54.45 c-e | 69.50 d-f | 43.50 i | 85.00 cd | 10.41 ab | 12.12 a | 13.88 a-c | 0.33 h |
| AN-31 x AN-38 | 11.95 a-c | 55.80 cd | 69.50 d-f | 41.50 m | 86.00 b-d | 9.80 a-d | 11.39 ab | 12.59 c-e | 0.33 gh |
| AN-31 x AN-34 | 12.09 ab | 51.25 de | 65.75 hi | 36.00 p | 91.00 a-d | 10.56 a | 11.59 ab | 12.88 b-e | 0.36 c-g |

*Valor con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

Segundo Ciclo de Evaluación F₂

Análisis de Varianza

Variables Agronómicas

El análisis de varianza (ANVA) combinado de los dos ambientes (Las Vegas y Buenavista) reportaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre ambientes (AMB) en todas las variables evaluadas, lo cual significa que las diferentes localidades donde se estableció el cultivo tuvo un gran impacto en la manifestación de dichas características; entre genotipo (GEN) fue altamente significativa ($P \leq 0.01$) para la variable LE y significativa ($P \leq 0.05$) para NGE, lo cual nos dice que los genotipos presentaron un comportamiento diferente (Cuadro 4.3). Así mismo, la interacción GEN X AMB fue no significativa para la variable LE, sin embargo para NGE fue significativa ($P \leq 0.05$), lo cual nos indicó que para ésta última variable, el genotipo mostró un comportamiento diferente al cambiarlos de ambiente, no siendo así para LE. Los coeficientes de variación se encontraron en un rango aceptable por los valores que mostraron entre 6.12 % para LE hasta 9.28 % para NGE, siendo un indicativo de confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios y su significancia de los análisis de varianza de las características agronómicas para los híbridos F₂ en un análisis combinado en dos ambientes en las localidades de Buenavista, Saltillo y Las Vegas, Torreón, Coah., durante el ciclo 2006/2007

| FV | gl | LE (cm) | NGE |
|-------------------|-----------|--------------------|------------|
| REPETICIÓN | 3 | 0.49 | 38.73 |
| GENOTIPO | 20 | 1.33** | 54.06* |
| AMBIENTE | 1 | 48.23** | 3574.22** |
| REP (AMB) | 3 | 1.10 | 54.42 |
| GEN X AMB | 20 | 0.70 | 54.84* |
| ERROR | 120 | 0.52 | 30.31 |
| CV | | 6.12 | 9.28 |
| MEDIA | | 11.80 | 59.27 |

*Significativo al 0.05 y ** Altamente significativo al 0.01.

LE= Longitud de espiga, NGE= Número de Granos por Espiga,

En los dos ambientes donde se evaluarón LE y NGE (Cuadro 4.4) se observó que la localidad de Las Vegas fue la más sobresaliente, obteniendo los mejores promedios en cada variable, observando que en LE superó por 9 % y 14 % para NGE. Esto pudo ser por el mejor manejo realizado en Las Vegas y la menos competencia con las malezas, además que se le aplicó mayor número de riegos.

Cuadro 4.4. Comparación de medias para dos ambientes de evaluación de la F₂, durante el ciclo 2006/2007.

| Localidad | LE (cm) | NGE |
|-------------------|--------------------|------------|
| Buenavista | 11.26 b | 54.66 b |
| Las Vegas | 12.33 a | 63.88 a |

*Valor con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

En el promedio de los ambientes evaluados, las cruzas AN-38 x Eronga, AN-31 x AN-34 y AN-31 x Eronga presentaron las mayores longitudes de espiga (LE) con una longitud superior a los 12 cm. (Cuadro 4.5), en general, las mayores longitudes se obtuvieron al intervenir el progenitor Eronga, registrando los menores valores en la craza AN-31 x AN-38 con 11.11 cm. En cuanto al progenitor de mayor longitud fue AN-34 con 12.01 cm. siendo menor 4 % a la mejor craza.

En lo que respecta para la variable NGE, la mejor craza presentó un promedio de 66.83 granos por espiga, siendo AN-38 x Eronga, superando por 17 % a la peor craza (AN-125 x Eronga) con 55.58 NGE. En cuanto a los progenitores, el mejor fue AN-31 con 63 granos por espiga, siendo el menor Eronga con 56.55 granos, obteniendo una diferencia de la mejor craza con el mejor progenitor de 6 % (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Valores promedios de las características agronómicas de seis progenitores y 15 híbridos F₂ evaluados en dos ambientes, Buenavista, Saltillo y Las Vegas, Torreón Coah., durante el ciclo 2006/2007.

| GENOTIPOS Y CRUZAS | LE (cm) | NGE |
|-------------------------------|--------------------|------------|
| Eronga | 11.70 b-f | 56.55 cd |
| AN-125 | 11.76 b-f | 61.71 a-c |
| AN-105 | 11.11 ef | 58.60 b-d |
| AN-38 | 11.22 d-f | 58.43 b-d |
| AN-34 | 12.01 a-c | 60.17 b-d |
| AN-31 | 11.76 b-f | 63.00 ab |
| AN-125 x Eronga | 12.02 a-c | 55.58 d |
| AN-105 x Eronga | 11.72 b-f | 57.16 cd |
| AN-38 x Eronga | 12.52 a | 66.83 a |
| AN-34 x Eronga | 12.00 a-c | 57.50 cd |
| AN-31 x Eronga | 12.29 ab | 56.41 cd |
| AN-105 x AN-125 | 12.13 a-c | 58.86 b-d |
| AN-38 x AN-125 | 12.11 a-c | 60.32 b-d |
| AN-34 x AN-125 | 11.67 b-f | 57.98 b-d |
| AN-31 x AN-125 | 11.89 a-d | 59.40 b-d |
| AN-38 x AN-105 | 11.08 f | 57.77 b-d |
| AN-34 x AN-105 | 11.55 c-f | 60.08 b-d |
| AN-31 x AN-105 | 11.88 a-d | 59.95 b-d |
| AN-34 x AN-38 | 11.81 a-e | 60.63 b-d |
| AN-31 x AN-38 | 11.11 ef | 61.21 bc |
| AN-31 x AN-34 | 12.37 ab | 56.55 cd |

*Valor con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

Variables Agronómicas y Fisiológicas

En el análisis de varianza (ANVA) combinado para los tres ambientes (Buenavista, Las Vegas y Navidad) se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para repeticiones únicamente para LMP y LP, lo que significa que hubo diferencia entre las repeticiones realizadas para estas variables (Cuadro 4.6), esto pudo ser por la presencia de hongos en las pruebas de germinación,

afectando el buen desarrollo de algunas semillas o por la diferencia de vigor presentadas en ellas como causa del almacenamiento de las semillas, ya que estas fueron separadas con mucha anticipación no encontrándose en las mismas condiciones de almacenamiento. Esto coincide con lo mencionado por Basra (1995), el cual menciona que la calidad de las semillas involucra todos los atributos genéticos, físicos, biológicos y patológicos que contribuyen a la producción final del cultivo, al igual que Salinas *et al.* (2001), quienes mencionan que la calidad de las semillas disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento y el tiempo en que estas permanecieron almacenadas.

Para genotipos (GEN), se encontró diferencia altamente significativas para todos los parámetros estudiados, lo cual significa que todos los genotipos estudiados demostraron ser diferentes en su comportamiento para las características estimadas (Cuadro 4.6), además el factor ambiente (AMB) también fue altamente significativo para todas las variables evaluadas, lo cual significa que los ambientes tuvieron un gran impacto en la manifestación de dichas características.

Para repetición dentro de ambiente no se observó diferencia significativa en ninguna variable, sin embargo para genotipo x ambiente sí, siendo altamente significativas ($P \leq 0.01$) únicamente para las variables fisiológicas GE, LMP, LP, LR y PS, no así para las agronómicas PH, R y PMS, demostrando que los parámetros fisiológicos evaluados si demuestran cambios significativos en los

diferentes ambientes donde se realizaron las evaluaciones del trabajo, no comportándose así para las agronómicas (Cuadro 4.6), lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Gutiérrez *et al.* (2002), ya que encontraron diferencias entre genotipos y localidades para la variable de rendimiento.

Los coeficientes de variación se encontraron en un rango de 5.49 % para peso hectolitrico (PH) hasta 22.52 % para rendimiento (R), lo cual nos sirve como un indicativo de confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 4.6. Cuadrados medios y su significancia del análisis de varianza para las características agronómicas y fisiológicas de los híbridos F₂ evaluados en tres ambientes durante el ciclo 2006/2007.

| FV | gl | PH (Kg hl ⁻¹) | R (ton ha ⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl ⁻¹) |
|-----------|-----|------------------------------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|------------------------------|
| REP | 3 | 22.01 | 3.10 | 6.75 | 136.35 | 2.45* | 2.02* | 0.11 | 0.003 |
| GEN | 20 | 31.60** | 4.31** | 63.44** | 272.73** | 5.63** | 6.96** | 3.14** | 0.01** |
| AMB | 2 | 5999.52** | 676.00** | 5160.80** | 2789.77** | 55.32** | 92.55** | 14.99** | 0.01** |
| REP (AMB) | 6 | 15.47 | 1.56 | 10.83 | 122.51 | 0.12 | 0.28 | 0.36 | 0.001 |
| GEN X AMB | 40 | 16.17 | 1.68 | 10.24 | 154.17** | 1.88** | 2.04** | 1.26** | 0.009** |
| ERROR | 180 | 12.25 | 1.19 | 9.30 | 77.13 | 0.65 | 0.61 | 0.67 | 0.002 |
| CV | | 5.49 | 22.52 | 7.32 | 10.13 | 10.09 | 8.81 | 6.14 | 15.24 |
| MEDIA | | 63.77 | 4.85 | 41.62 | 86.65 | 8.04 | 8.90 | 13.38 | 0.32 |

*Significativo al 0.05 y ** Altamente significativo al 0.01.

PH= Peso Hectolitrico PMS= Peso de Mil Semillas GE= Germinación Estándar LMP= Longitud Media de Plúmula LP= Longitud de Plúmula LR= Longitud de Radícula PS= Peso Seco.

En la comparación de medias de las variables evaluadas en tres ambientes, se observó que la localidad Las Vegas resultó ser la mejor, ya que de ocho variables evaluadas fue mejor en seis, las cuales son PH, R, LMP, LP,

LR y PS, seguida por Buenavista, siendo mejor en una variables PMS y por último Navidad, N. L. siendo superior únicamente para GE, esto es debido a que esta localidad fue la última en cosecharse y como resultado se obtuvo una semilla más nueva y de más vigor por tener menos tiempo de almacenamiento, en cuanto a los demás resultados encontrados en las demás localidades surgieron por las diferentes condiciones del ambiente al cual se enfrentó el cultivo, sin embargo, cabe mencionar que no se dio los mismos riegos en cada localidad y tampoco se estuvo cuidando por las mismas personas, dándole cada cual un manejo agronómico diferente, más a esto, se añaden las diferencias climatológicas, factores que llevaron a que el cultivo se expresara de distinta manera en cada localidad (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7. Comparación de medias de las variables evaluadas en semilla F₂ producidas en tres ambientes durante el ciclo 2006/2007.

| Ambiente | PH (Kg hl⁻¹) | R (ton ha⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl⁻¹) |
|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| Buenavista | 68.57 a | 6.32 b | 47.02 a | 80.95 c | 7.60 b | 8.33 b | 13.53 a | 0.30 b |
| Las Vegas | 68.72 a | 6.66 a | 45.20 b | 86.52 b | 8.97 a | 10.11 a | 13.72 a | 0.33 a |
| Navidad | 54.01 b | 1.58 c | 32.63 c | 92.47 a | 7.54 b | 8.26 b | 12.91 b | 0.32 a |

*Valor con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

En promedio de los tres ambientes de evaluación, se observó que la cruza AN-125 x Eronga y el progenitor AN-105 presentaron el mejor peso hectolitrico (PH) con un 66.42 y 66.13 kg hl⁻¹, superando la cruza al genotipo con un 0.6 % únicamente. Sin embargo, la de menor peso hectolitrico fue para la cruza AN-31 x AN-34 con 60.40 kg hl⁻¹, siendo menor por 9 % a la mejor

crusa (Cuadro 4.8). Observando que los progenitores y cruzas de menor peso las semillas presentaban “chupamiento”, coincidiendo con Zillinsky y López (1973), los cuales mencionan que el endospermo del triticale se desarrolla anormalmente, lo cual da como resultado un grano arrugado y una profunda hendidura central provocando un bajo peso hectolitrico.

Para rendimiento (R) (Cuadro 4.8), en la mayoría de las cruzas se encontraron promedios mayores de 4 y 5 ton ha⁻¹, siendo las mejores AN-38 x AN-105 y AN-105 x Eronga con 5.65 y 5.61 ton ha⁻¹ respectivamente, siendo la menor AN-34 x AN-125 con 3.90 ton ha⁻¹, teniendo una diferencia del 31 % con respecto a la mejor crusa. Mientras tanto, para los progenitores, el mejor fue AN-125 con 5.29 ton ha⁻¹ y una diferencia menor a la mejor crusa del 6 %, el progenitor con valor más bajo fue AN-34 con 3.83 ton ha⁻¹ teniendo una diferencia menor a la mejor crusa del 32 %. Las cruzas que demostraron un mayor rendimiento estuvieron influenciados por las variables LE y NGE, ya que son factores de rendimiento, resultados similares los reportan Ramírez *et al.* (2003) y Gómez (1975), en el sentido que NGE es uno de los factores para incrementar el rendimiento de grano en triticale.

Para peso de mil semillas (PMS), se observó que las mejores cruzas fueron AN-31 x Eronga y AN-105 x Eronga con 45.87 y 45.08 gr. superando al mejor progenitor Eronga con un 7 %, observando que Eronga es un buen progenitor, ya que influyó en las dos cruzas para obtener un buen PMS y obtuvo el mejor promedio ante todos los progenitores en estudio, siendo la peor crusa

AN-38 x AN-105 con 39.54 gr. teniendo una diferencia del 14 % a la mejor cruza, obteniendo como el progenitor de menor promedio al AN-38 con 35.66 gr. teniendo una diferencia menor del 22 % a la mejor cruza y del 17 % al mejor progenitor.

En germinación estándar (GE), el mayor promedio se observó en AN-105 x AN-125, AN-38 x Eronga y AN-105 x Eronga con más del 90 % de germinación, observando una disminución de la germinación de un 7 % a las registradas en la F_1 (Cuadro 4.2), teniendo un promedio general de todas las cruzas en F_2 de 88.66 % y de la F_1 de 93.8 %, mostrando una diferencia general del 5 % y de los progenitores en F_2 de 81.60 % y de la F_1 de 92.33 % con una diferencia del 12 %, donde se pudo observar que si hubo depresión endogámica (Cuadro 4.20) debido a que la mayor expresión de heterosis se efectúa en la F_1 y disminuye conforme avanzan los ciclos de producción, como es en éste caso, donde se presenta en la F_2 (Cuadro 4.8), algo similar lo reportó Morales *et al.* (2005), quienes mencionaron la superioridad de la F_1 sobre la F_2 en el cultivo de maíz.

La cruza de mayor longitud de plúmula (LMP) fue AN-31 x AN-34 con 9.07 cm. siendo la de menor promedio AN-105 x AN-125 con 6.77 cm. en este parámetro, el progenitor AN-31 obtuvo el mejor promedio con 8.84 cm. siendo superado con un 3 % por la mejor cruza, mientras que la de menor promedio fue AN-105 con 6.66 cm. Para la variable longitud de plúmula (LP), se observaron los mismos comportamientos de la variable anterior, nada más que

con mayores longitudes para cada cruce y progenitor, reforzando lo mencionado anteriormente, debido a que ésta variable se realizó de forma manual y la LMP por medio de la fórmula. Estas diferencias fueron probablemente debido a que las cruces y progenitores no presentaron el mismo vigor, motivo por el cual las cruces y progenitores con menor longitud se deterioraron más rápido o simplemente no fueron tan vigorosas, como lo menciona Delouche (2002), que el vigor de semilla y deterioro están fisiológicamente ligados, el deterioro tiene una connotación negativa, en cuanto que el vigor tiene una connotación extremadamente positiva.

En longitud de radícula (LR), todas las cruces tuvieron un promedio superior a 13 cm. siendo la mejor cruce AN-38 x Eronga con 14.04 cm., en cuanto a los progenitores, la de menor promedio fue AN-31 con 11.99 cm. y la mejor AN-125 con 13.80 cm. siendo superada por la mejor cruce con un 2 %.

Las cruces de mayor peso seco (PS) fueron AN-105 x Eronga, AN-38 x Eronga y AN-34 x Eronga con 0.36 gr pl^{-1} . y los mejores progenitores fueron Eronga y AN-125 con 0.33 gr pl^{-1} ., lo cual es de mucha ventaja, ya que estos progenitores y estos híbridos también se ubicaron dentro de los más altos en PH, R, PMS, GE, LR y PS, siendo más sobresaliente el progenitor Eronga en forma individual y en combinación con los progenitores AN-105, AN-38 y AN-34.

Al analizar los resultados se observó que hubo una disminución porcentual significativa para todas las variables en la mayoría de los

progenitores y las cruzas antes presentadas, la F_1 en comparación con la F_2 , demostraron ser superiores, a excepción de las variables LE y NGE, esto se puede observar más claramente en el Cuadro 4.20 (Depresión Endogámica), en el cual nos indica la superioridad o disminución porcentual de la F_2 en relación a la F_1 . Esto fue debido a que en la F_1 se expresa el máximo vigor híbrido de los materiales, lo cual se va perdiendo conforme van avanzando los ciclos de producción, por lo que es de suma importancia realizar la selección de los mejores materiales en cada ciclo y así encontrar los mejores híbridos que se convertirán en un determinado tiempo en variedades comerciales, lo anterior coincide principalmente con lo reportado por Morales *et al.* (2005), quienes realizaron un trabajo sobre el estudio de la diversidad genética y heterosis, encontrando la superioridad en rendimiento de las cruzas entre híbridos sobre la F_2 de los mismos.

Cuadro 4.8. Valores promedios de las características agronómicas y fisiológicas de seis progenitores y 15 híbridos F₂ evaluados en tres ambientes, durante el ciclo 2006/2007.

| GENOTIPOS Y CRUZAS | PH (kg hl⁻¹) | R (ton ha⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl⁻¹) |
|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|
| Eronga | 63.91 a-f | 5.18 a-e | 42.79 b-e | 84.66 c-g | 8.34 b-e | 9.26 c-h | 13.70 a-d | 0.33 a-d |
| AN-125 | 66.04 a-c | 5.29 a-e | 39.08 h | 88.33 a-e | 7.45 fg | 8.28 kl | 13.80 ab | 0.33 a-c |
| AN-105 | 66.13 ab | 4.71 b-h | 41.70 d-g | 80.66 f-h | 6.66 h | 7.21 m | 13.33 b-e | 0.26 fg |
| AN-38 | 62.55 e-g | 5.23 a-e | 35.66 i | 83.33 e-g | 7.84 ef | 8.57 i-k | 13.07 c-e | 0.27 fg |
| AN-34 | 62.39 e-g | 3.83 h | 39.41 gh | 74.66 h | 8.59 a-d | 9.31 c-g | 12.37 fg | 0.25 g |
| AN-31 | 63.00 d-g | 4.06 f-h | 40.37 e-h | 78.00 gh | 8.84 a-c | 9.69 a-c | 11.99 g | 0.28 e-g |
| AN-125 x Eronga | 66.42 a | 5.29 a-e | 44.94 a-c | 88.33 a-e | 7.83 ef | 8.87 e-k | 13.04 de | 0.35 ab |
| AN-105 x Eronga | 63.76 a-f | 5.61 a | 45.08 ab | 92.00 ab | 6.86 gh | 7.67 lm | 13.72 a-c | 0.36 a |
| AN-38 x Eronga | 62.41 e-g | 5.38 a-c | 42.45 d-f | 92.00 ab | 8.22 c-e | 9.15 c-i | 14.04 a | 0.36 a |
| AN-34 x Eronga | 63.43 b-f | 4.22 f-h | 42.50 c-f | 91.00 a-c | 8.53 a-d | 9.59 a-d | 13.82 ab | 0.36 a |
| AN-31 x Eronga | 63.23 c-f | 4.49 d-h | 45.87 a | 88.00 a-e | 8.70 a-c | 9.38 b-f | 13.26 b-e | 0.35 ab |
| AN-105 x AN-125 | 65.58 a-d | 5.51 ab | 43.41 b-d | 92.66 a | 6.77 h | 7.62 m | 13.91 ab | 0.35 ab |
| AN-38 x AN-125 | 65.54 a-d | 5.51 ab | 41.16 d-h | 88.33 a-e | 7.97 d-f | 9.00 d-j | 13.33 b-e | 0.33 a-d |
| AN-34 x AN-125 | 64.34 a-e | 3.90 gh | 41.41 d-h | 87.33 a-f | 8.04 d-f | 8.82 f-k | 13.85 ab | 0.32 b-e |
| AN-31 x AN-125 | 63.97 a-e | 4.90 a-f | 43.12 b-d | 90.66 a-d | 7.77 ef | 8.49 jk | 13.79 ab | 0.35 ab |
| AN-38 x AN-105 | 64.66 a-e | 5.65 a | 39.54 gh | 91.00 a-c | 7.87 ef | 8.67 i-k | 13.51 a-e | 0.33 a-c |
| AN-34 x AN-105 | 63.67 a-f | 4.73 b-g | 41.12 d-h | 84.00 c-g | 7.78 ef | 8.69 h-k | 13.03 ef | 0.28 e-g |
| AN-31 x AN-105 | 64.32 a-e | 4.43 e-h | 41.83 d-g | 89.66 a-e | 8.27 c-e | 9.05 d-j | 13.63 a-e | 0.33 a-c |
| AN-34 x AN-38 | 61.11 fg | 4.52 d-h | 40.33 f-h | 86.00 a-f | 8.98 ab | 10.00 ab | 13.48 a-e | 0.30 c-f |
| AN-31 x AN-38 | 62.22 e-g | 5.36 a-d | 40.41 e-h | 85.33 b-f | 8.42 a-e | 9.45 b-e | 13.01 ef | 0.30 c-f |
| AN-31 x AN-34 | 60.40 g | 4.15 f-h | 41.75 d-g | 83.66 d-g | 9.07 a | 10.16 a | 13.36 b-e | 0.29 d-g |

*Valor con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS 0.05).

Primer Ciclo de Evaluación F₁

Análisis Dialélico

Características Agronómicas y Fisiológicas

En el análisis dialélico (Cuadro 4.9) se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre genotipos (GEN) en LE, NGE, PH, PMS, LP, LR y PS y significativo ($P \leq 0.05$) para LMP indicando que los genotipos se comportaron de forma diferentes a excepción de GE, ésto se demuestra por los rangos de diferencias encontrados en el cuadro de medias (4.2), debido a la condición genética de cada genotipo.

Al analizar la proporción de los cuadrados medios (Cuadro 4.9) en aptitud combinatoria general (ACG), se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para GE, en cambio fueron altamente significativas ($P \leq 0.01$) en NGE, PH, PMS, LMP, LP, LR y PS, no mostrando significancia para LE, por lo que se puede señalar que los progenitores tienen un comportamiento diferente en su ACG, esto debido principalmente a efectos aditivos. En cuanto a la aptitud combinatoria específica (ACE) fueron altamente significativas las variables LE, NGE, PH y LR, debido a efectos no aditivos y no significativa para PMS, GE, LMP, LP y PS, por lo cual, las variables encontradas con significancia para ACE nos indican que pueden ser potencialmente híbridos con esas características para las condiciones del norte de México, el cual se sabe que LE y NGE son factores que incrementan el rendimiento en un cultivo, coincidiendo con Ramírez *et al.* (2003).

Al desglosar ACG y ACE y no obstante de haber obtenido las diferencias significativas ($P \leq 0.01$, $P \leq 0.05$), se determinó que la ACG predominó con más del 80 % a la suma de cuadrados (SC) de genotipos (GEN) en LMP y PS, mientras que en LP, PMS, PH y GE contribuyó con 73, 59, 59 y 53 % respectivamente, esta relevancia es debido a los efectos aditivos y que pueden ser explotados a través de un programa de selección recurrente para desarrollar genotipos con estas características.

Por otro lado, la ACE predominó en la suma de cuadrados de genotipos (GEN) con más del 80 % en LE, mientras que en NGE y LR representaron más del 60 %.

Cuadro 4.9. Cuadrados medios y su significancia del análisis dialélico para características agronómicas y fisiológicas en semilla F_1 evaluada en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006.

| FV | GL | LE (cm) | NGE | PH (Kg hl ⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl ⁻¹) |
|--------------|----|------------|----------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|------------------------------|
| REP | 3 | 0.66 | 51.92 | 1.88 | 88.39** | 42.85 | 1.18 | 1.65 | 4.48* | 0.003 |
| GEN | 20 | 3.17** | 280.89** | 20.58** | 60.98** | 102.59 | 2.12* | 2.65** | 4.16** | 0.014** |
| ACG | 5 | 1.89 | 427.16** | 48.21** | 143.75** | 216.33* | 6.97** | 7.73** | 5.42** | 0.048** |
| ACE | 15 | 3.59** | 232.13** | 11.38** | 33.39 | 64.67 | 0.50 | 0.96 | 3.74** | 0.003 |
| ERROR | 60 | 1.12 | 30.18 | 1.70 | 20.26 | 66.85 | 1.03 | 0.92 | 1.48 | 0.003 |
| CV | | 9.79 | 10.51 | 1.89 | 11.10 | 8.75 | 10.52 | 8.94 | 9.05 | 14.85 |
| MEDIA | | 10.80 | 52.25 | 69.10 | 40.53 | 93.38 | 9.66 | 10.76 | 13.47 | 0.393 |
| δ^2_A | | 0.00 | 78.29 | 0.92* | 8.21* | 18.82* | 0.01** | 0.02** | 0.01 | .000** |
| δ^2_D | | 0.11** | 450.96** | 1.08** | 10.14 | 44.17 | 0.00 | 0.00 | 0.12** | .000 |

*Significativo al 0.05 y ** Altamente significativo al 0.01.

LE= Longitud de espiga, NGE= Número de Granos por Espiga, PH= Peso Hectolitrico
PMS= Peso de Mil Semillas GE= Germinación Estándar LMP= Longitud Media de Plúmula
LP= Longitud de Plúmula LR= Longitud de Radícula PS= Peso Seco.

En la estimación de los efectos de ACG de las líneas endogámicas progenitoras de las cruzas dialélicas (Cuadro 4.10), revelaron que en LE y NGE el que presentó valor positivo fue el progenitor Eronga con 0.50 y 5.57 respectivamente, esta última resultó ser altamente significativa, esto nos dice que los efectos aditivos fueron los que influenciaron a este material en la variable LE y NGE indicando que Eronga es una buena fuente de germoplasma para desarrollar un programa de mejoramiento. Por otro lado, el genotipo AN-31 fue el que obtuvo el valor negativo más elevado para estas dos variables con -3.07 y -14.09 cm respectivamente.

En peso hectolitrico (PH), el progenitor AN-105 tuvo el mayor efecto positivo con 1.14 kg hl^{-1} indicando ser un buen progenitor para esta variable y los valores negativos más altos fueron AN-31 y AN-34 con -2.46 y -2.41. Por otro lado, en peso de mil semillas (PMS), el genotipo AN-34 fue el que presentó efecto positivo con 2.27 gr. mientras que los progenitores con valores negativos más altos son Eronga, AN.31 y AN- 38 con -3.66, -2.94 y -2.09 gr. sugiriendo que estos progenitores se utilicen para explotar sus cualidades y no en combinaciones híbridas.

En germinación estándar (GE), los valores demostraron no ser significativos, sin embargo el progenitor AN-31 fue el que presentó el valor negativo más alto con -8.42 %, mientras que el valor positivo más elevado fue para AN-34 con 2.78 %.

En longitud media de plúmula (LMP), el valor positivo fue para AN-105 con 0.18 cm. aunque no demostró diferencia estadística, en cuanto a los demás progenitores todos resultaron con valores negativos, siendo el más negativo AN-125 con -0.45 cm. En cuanto a longitud de plúmula (LP), el genotipo estadísticamente diferente a los demás progenitores con el valor negativo más alto fue AN-34 con -0.93 cm. y el de valor positivo más alto aunque no estadísticamente diferente fue Eronga con 0.14 cm., seguido por AN-105 y AN-31 con 0.04 cm.

Cuadro 4.10. Estimación de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de seis progenitores endogámicos de las cruas dialélicas para F₁ evaluados en Buenavista Saltillo Coah. Durante el ciclo 2005/2006.

| GEN | LE (cm) | NGE | PH (Kg hl ⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl ⁻¹) |
|---------------|------------|----------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|------------------------------|
| Eronga | 0.50 | 5.57** | 0.26 | -3.66* | -0.71 | -0.09 | 0.14 | -0.07 | 0.01 |
| AN-125 | -0.22 | -4.17* | -0.54 | -0.53 | -1.96 | -0.45 | -0.27 | -0.78 | -0.03 |
| AN-105 | -1.05** | -6.34** | 1.14* | -0.22 | -2.96 | 0.18 | 0.04 | -0.86 | -0.01 |
| AN-38 | -0.79* | -6.66** | 0.89 | -2.09 | 0.78 | -0.37 | -0.56 | -1.00* | -0.02 |
| AN-34 | -0.98* | -8.28** | -2.41** | 2.27 | 2.78 | -0.32 | -0.93* | -1.68** | -0.00 |
| AN-31 | -3.07** | -14.09** | -2.46* | -2.94 | -8.42 | -0.00 | 0.04 | -1.31 | -0.06 |

*,**Diferencia de cero al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Para longitud de radícula (LR), no se encontraron valores positivos en ningún progenitor, indicando que para esta variable no hubo presencia de los efectos aditivos, por lo cual todos fueron negativos donde el genotipo AN-34 tuvo -1.68 cm. siendo el valor más bajo.

En peso seco (PS), el único progenitor que obtuvo un valor positivo fue Eronga con 0.01 gr pl^{-1} , los demás fueron negativos, sobresaliendo el progenitor AN-31 con -0.06 gr pl^{-1} .

En la estimación de los efectos de ACE de las cruzas dialélicas (Cuadro 4.11), se encontró que en LE, el híbrido AN-31 x AN-105 fue el que obtuvo el valor positivo más alto con 1.77 cm ; siendo estadísticamente diferente, esto es debido a los efectos no aditivos el cual este híbrido puede utilizarse como tal para explotar el vigor híbrido de LE, siendo AN-105 x Eronga el híbrido con el valor negativo más alto con -0.81 cm .

En número de granos por espiga (NGE), los híbridos que demostraron ser altamente significativos con valores positivos de ACE fueron AN-105 x AN-125, AN-31 x AN-105 y AN-31 x AN-34 con 10.46 , 9.35 y 7.58 granos por espiga respectivamente, y en menor proporción el híbrido AN-38 x AN-105 con 5.86 granos por espigas, observando que los híbridos AN-105 x Eronga y AN-31 x AN-125 se comportaron de forma diferente a los ya mencionados, siendo altamente significativos y con valores negativos altos de -15.13 y -6.61 granos por espigas.

Para peso hectolitrico (PH), los valores positivos altamente significativos para ACE fueron para los híbridos AN-34 x Eronga, AN-31 x AN-125 y AN-34 x AN-105 con 2.29 , 2.23 y 1.61 kg hl^{-1} respectivamente, mientras que los híbridos con valores positivos significativos son AN-34 x AN-38 y AN-31 x AN-38 con

1.36 y 1.33 kg hl⁻¹, así mismo se encontró diferencia altamente significativa con valor negativo para el híbrido AN-125 x Eronga de -1.76 kg hl⁻¹ y significativa para la crusa AN-38 x Eronga con -1.16 kg hl⁻¹.

En peso de mil semillas (PMS), se encontraron dos cruzas con valores positivos altos y significativos, siendo los híbridos AN-125 x Eronga con 5.40 gr. y AN-34 x AN-38 con 4.46 gr. En cuanto a los híbridos que presentaron valores negativos y no diferentes estadísticamente, los híbridos con valores más altos fueron para AN-34 x AN-125 con -2.87 gr. y AN-34 x AN-105 con -2.72 gr.

En cuanto a germinación estándar (GE), la crusa AN-34 x AN-38 tuvo valor negativo alto para ACE, y fue estadísticamente diferente a las demás con -7.71 %, mientras que las cruzas con valores positivos altos fueron para AN-31 x AN-125 y AN-38 x AN-105 con 6.91 y 5.91 %.

En longitud media de plúmula (LMP), los valores positivos de ACE más importantes fueron para AN-125 x Eronga con 0.54 cm. y AN-31 x AN-34 con 0.51 cm. Mientras que para longitud de plúmula (LP), las cruzas AN-34 x AN-38 con 0.69 cm. y AN-38 x AN-125 con 0.52 cm. (Cuadro 4.11).

En longitud de radícula (LR), los valores positivos de ACE más altos fueron para los híbridos AN-34 x AN-105 y AN-31 x AN-125 con 1.98 y 1.55 cm. demostrando éstos ser altamente significativos, mientras que el valor negativo más alto fue para AN-105 x AN-125 con -0.64 cm. mientras que para PS

demonstró ser estadísticamente diferente con valor positivo únicamente el híbrido AN-31 x AN-125 con 0.05 gr pl⁻¹. Encontrando a los híbridos AN-125 x Eronga, AN-31 x AN-105 y AN-34 x AN-38 los valores negativos más altos con -0.02 gr pl⁻¹.

Cuadro 4.11. Estimación de los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de 15 híbridos F₁ evaluados en Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006.

| CRUZAS | LE (cm) | NGE | PH (Kg hl ⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl ⁻¹) |
|-----------------|------------|----------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|------------------------------|
| AN-125 x Eronga | -0.67 | 0.41 | -1.76** | 5.40* | -5.33 | 0.54 | 0.39 | -0.11 | -0.02 |
| AN-105 x Eronga | -0.81 | -15.13** | -0.41 | 0.55 | 2.66 | -0.35 | -0.70 | -0.03 | -0.00 |
| AN-38 x Eronga | 0.85 | 2.74 | -1.16* | 1.49 | 0.53 | 0.10 | -0.14 | 0.04 | -0.01 |
| AN-34 x Eronga | 0.21 | 1.56 | 2.29** | -3.19 | 1.03 | 0.10 | 0.45 | 0.24 | 0.00 |
| AN-31 x Eronga | -0.59 | -0.74 | 0.51 | 3.05 | 2.53 | -0.21 | -0.29 | -0.01 | 0.00 |
| AN-105 x AN-125 | 0.15 | 10.46** | 0.29 | -0.37 | 0.03 | -0.19 | -0.14 | -0.64 | 0.01 |
| AN-38 x AN-125 | -0.22 | -0.49 | -0.20 | -1.94 | 1.91 | 0.45 | 0.52 | 0.53 | 0.03 |
| AN-34 x AN-125 | 0.83 | 4.57 | 0.51 | -2.87 | 0.41 | 0.05 | -0.20 | 0.25 | -0.00 |
| AN-31 x AN-125 | 0.37 | -6.61** | 2.23** | 0.87 | 6.91 | 0.06 | -0.02 | 1.55** | 0.05* |
| AN-38 x AN-105 | 0.56 | 5.86* | -3.10** | 1.96 | 5.91 | 0.37 | 0.02 | 0.56 | 0.04 |
| AN-34 x AN-105 | 0.43 | 2.13 | 1.61** | -2.72 | -1.58 | -0.22 | 0.70 | 1.98** | -0.00 |
| AN-31 x AN-105 | 1.77** | 9.35** | -0.66 | 1.02 | -1.08 | 0.04 | 0.01 | -0.15 | -0.02 |
| AN-34 x AN-38 | -0.31 | 0.70 | 1.36* | 4.46* | -7.71* | 0.2 | 0.69 | 0.92 | -0.02 |
| AN-31 x AN-38 | 0.70 | 4.51 | 1.33* | -1.79 | -2.21 | -0.39 | 0.03 | -0.06 | -0.00 |
| AN-31 x AN-34 | 0.81 | 7.58** | -0.95 | -0.22 | 2.28 | 0.51 | 0.21 | -0.03 | 0.03 |

*,**Diferencia de cero al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Segundo Ciclo de Evaluación F₂

Análisis Dialélico

Características Agronómicas

El análisis dialélico (Cuadro 4.12) combinado de las dos localidades establecidas para las variables LE y NGE detectaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en el factor ambiente (AMB), donde indica que los materiales se comportaron de manera diferente en cada ambiente, mientras que para genotipos fue significativo ($P \leq 0.05$) en NGE y altamente significativo para LE, indicándonos que los genotipos fueron diferentes entre sí, en la interacción genotipos x ambiente, se mostró significancia únicamente en NGE.

Para aptitud combinatoria general (ACG) se detectó diferencia altamente significativa únicamente para LE, en ACG x AMB se detectó diferencia significativa para LE, lo cual nos indica que la ACG no es estable a través de los ambientes, observando que solo la variable LE tuvo diferencias en los progenitores para este factor. En cuanto a la aptitud combinatoria específica (ACE) fue altamente significativa para LE y significativa para NGE, mientras que para ACE x AMB fue significativa únicamente para NGE, indicando que la variable LE puede estar influenciada por los efectos aditivo y de dominancia y NGE por los efectos de dominancia.

Al desglosar la ACG y ACE, aunque ya se mencionaron las diferencias significativas (Cuadro 4.12) se detectó que la ACE contribuye con 82 y 62 % en NGE y LE respectivamente a la suma de cuadrados (SC) de genotipos (GEN), esta importancia es a causa de los efectos no aditivos.

Cuadro 4.12. Cuadrados medios y su significancia del análisis dialélico combinado para LE y NGE de semilla F₂ evaluadas en dos localidades, durante el ciclo 2006/2007.

| FV | gl | LE (cm) | NGE |
|------------------|-----------|--------------------|------------|
| AMB | 1 | 44.90** | 3574.22** |
| REP (AMB) | 6 | 1.02 | 46.58 |
| GENOTIPO | 20 | 1.34** | 54.06* |
| GEN X AMB | 20 | 0.77 | 54.84* |
| ACG | 5 | 1.98** | 37.12 |
| ACE | 15 | 1.11** | 59.70* |
| ACG X AMB | 5 | 1.53* | 48.42 |
| ACE X AMB | 15 | 0.50 | 56.98* |
| ERROR | 107 | 0.49 | 30.31 |
| CV | | 5.99 | 9.28 |
| MEDIA | | 11.79 | 59.27 |

*Significativo al 0.05 y ** Altamente significativo al 0.01.

LE= Longitud de espiga, NGE= Número de Granos por Espiga.

En la estimación de los efectos de ACG de los progenitores de las cruzas dialélicas (Cuadro 4.13), se observó que la variable LE no fue estadísticamente diferente y presentó valores negativos, siendo los más altos Eronga y AN-31 con -0.35 cm. En número de granos por espiga (NGE), la mayor ACG positiva fueron para los progenitores AN-31 y AN-125 con 5.14 y 2.27 de granos por

espiga respectivamente, esto debido a efectos aditivos; en tanto que AN-38 presentó el valor negativo más alto con -3.02 números de granos.

Cuadro 4.13. Estimación de los efectos de aptitud combinatoria general de seis progenitores endogámicos F_2 evaluados en dos ambientes, durante el ciclo 2006/2007.

| GENOTIPOS | LE (cm) | NGE |
|------------------|--------------------|------------|
| Eronga | -0.35 | -0.64 |
| AN-125 | -0.20 | 2.27 |
| AN-105 | -0.17 | 0.29 |
| AN-38 | -0.33 | -3.02 |
| AN-34 | -0.16 | 1.35 |
| AN-31 | -0.35 | 5.14 |

*, **Diferencia de cero al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

En la estimación de los efectos de ACE (Cuadro 4.14) se detectó en LE el mayor efecto positivo en los híbridos AN-38 x Eronga y AN-34 x AN-38 con 0.56 cm. así mismo, se observó que el híbrido AN-31 x AN-38 fue el que presentó el valor negativo más alto con -0.58 cm. En cambio, para NGE, la ACE identificó al híbrido AN-38 x Eronga con un valor positivo y altamente significativo en relación al resto de los híbridos, con un valor positivo de 7.51, no obstante se encontró al híbrido AN-31 x AN-34 con un valor negativo más alto de -3.07.

Cuadro 4.14. Estimación de los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) de 15 híbridos F₂ evaluados en dos ambientes, Buenavista, Saltillo y Las Vegas, Torreón Coah. Durante el ciclo 2006/2007.

| CRUZAS | LE (cm) | NGE |
|------------------------|--------------------|------------|
| AN-125 x Eronga | 0.01 | -2.73 |
| AN-105 x Eronga | -0.04 | -0.58 |
| AN-38 x Eronga | 0.56 | 7.51** |
| AN-34 x Eronga | -0.11 | -0.5 |
| AN-31 x Eronga | 0.29 | -2.39 |
| AN-105 x AN-125 | 0.50 | -0.00 |
| AN-38 x AN-125 | 0.40 | -0.12 |
| AN-34 x AN-125 | -0.44 | -1.14 |
| AN-31 x AN-125 | -0.05 | -0.53 |
| AN-38 x AN-105 | -0.27 | -2.10 |
| AN-34 x AN-105 | -0.09 | 1.52 |
| AN-31 x AN-105 | 0.26 | 0.58 |
| AN-34 x AN-38 | 0.56 | 0.49 |
| AN-31 x AN-38 | -0.58 | 0.26 |
| AN-31 x AN-34 | 0.43 | -3.07 |

*,**Diferencia de cero al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Características Agronómicas y fisiológicas

El análisis dialélico combinado (Cuadro 4.15) de las tres localidades establecidas, se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre ambientes (AMB) y genotipos (GEN) para todas las variables, indicando que los ambientes fueron diferentes al igual que los genotipos, mientras tanto, en la interacción genotipo x ambiente, las variables que demostraron ser altamente significativas fueron GE, LMP, LP, LR y PS, demostrando así que

únicamente las variables fisiológicas demostraron ser altamente significativas para este parámetro. También se detectaron diferencias altamente significativas en ACG para PH, R, PMS, GE, LMP, LP y LR. Por lo antes mencionado se puede decir que para las características mencionadas, los progenitores tienen un comportamiento diferente por su ACG, esto debido a los efectos aditivos. En cuanto a la ACE, las variables PH y R no fueron significativas, en cuanto a LMP demostró ser significativo y altamente significativo para las variables PMS, GE, LP, LR y PS. Esto es causado por los efectos no aditivos.

Por otro lado, la interacción ACG x AMB fue significativo en PMS y LMP, y altamente significativa para PH, R, GE, LP y PS. Mientras que en la interacción ACE x AMB fue significativo para GE y altamente significativo en LMP, LP, LR y PS (Cuadro 4.15).

Al desglosar la fuente de genotipos en ACG y ACE (Cuadro 4.15), se detectó que la ACG contribuyó con más del 80 % a la suma de cuadrados (SC) de genotipos (GEN) en PH, LMP y LP, mientras que en R y PMS contribuyó con el 78 y 63 % respectivamente, esta relevancia es debido a los efectos aditivos.

La ACE, predominó en GE y LR, ya que presentaron más del 60 % de la SC de genotipos, mientras que en PS contribuyó con 60 %, esta importancia es debido a los efectos no aditivos.

Cuadro 4.15. Cuadrados medios y su significancia del análisis dialélico para características agronómicas y fisiológicas para las F₂ en un combinado de tres ambientes en las localidades de Buenavista, Saltillo; Las Vegas, Torreón Coah. y Navidad N.L. Durante el ciclo 2006/2007.

| FV | gl | PH (Kg hl ⁻¹) | R (ton ha ⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl ⁻¹) |
|------------------|-----|------------------------------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|------------------------------|
| AMB | 2 | 5999.52** | 676.00** | 5160.80** | 2789.77** | 55.32** | 92.55** | 14.99** | 0.01** |
| REP (AMB) | 9 | 17.65 | 2.07 | 9.17 | 127.13 | 0.89 | 0.86 | 0.28 | 0.002 |
| GENOTIPO | 20 | 31.60** | 4.31** | 63.44** | 272.73** | 5.63** | 6.96** | 3.14** | 0.01** |
| GEN X AMB | 40 | 16.17 | 1.68 | 10.24 | 154.17** | 1.88** | 2.04** | 1.26** | 0.009** |
| ACG | 5 | 101.38** | 13.37** | 159.59** | 401.71** | 18.98** | 22.42** | 4.67** | 0.02 |
| ACE | 15 | 8.34 | 1.29 | 31.39** | 229.73** | 1.17* | 1.80** | 2.62** | 0.008** |
| ACG X AMB | 10 | 31.90** | 4.70** | 22.04* | 225.74** | 1.37* | 2.00** | 0.84 | 0.01** |
| ACE X AMB | 30 | 10.93 | 0.68 | 6.31 | 130.32* | 2.05** | 2.05** | 1.40** | 0.008** |
| ERROR | 180 | 12.25 | 1.19 | 9.30 | 77.13 | 0.65 | 0.61 | 0.67 | 0.002 |
| CV | | 5.49 | 22.52 | 7.32 | 10.13 | 10.09 | 8.81 | 6.14 | 15.24 |
| MEDIA | | 63.77 | 4.85 | 41.62 | 86.65 | 8.04 | 8.90 | 13.38 | 0.32 |

*Significativo al 0.05 y ** Altamente significativo al 0.01.

PH= Peso Hectolitrico, R= Rendimiento t ha⁻¹, PMS= Peso de Mil Semilla, GE= Germinación Estándar, LMP= Longitud Media de Plúmula, LP= Longitud de Plúmula, LR= Longitud de Radícula, PS= Peso Seco.

Para la estimación de los efectos de ACG de los progenitores de las cruza dialélicas (Cuadro 4.16), revelaron que en PH, el valor positivo mayor fue para el progenitor AN-31 con 1.57 kg hl⁻¹, esto sugiere que tal material presentó genes aditivos que se expresaron de forma favorable para esta variable, sin embargo el progenitor AN-125 fue el que presentó el valor negativo más alto con -0.61 kg hl⁻¹.

En rendimiento (R), AN-34 presentó el valor positivo más alto con 0.17 ton ha⁻¹ y AN-105 tuvo el valor negativo más alto con -0.49 ton ha⁻¹. Por otro

lado, en peso de mil semillas (PMS) se observó que todos los progenitores presentaron resultados negativos, siendo el de mayor valor AN-31 con -3.69 gr. De igual forma, la variable GE, todas fueron negativas, aunque esta presentó valores negativos altamente significativos para AN-105 con -7.01 % y significativos para AN-31, AN-34 y Eronga con -10.69, -5.67 y -5.51 % respectivamente.

Para LMP y LP, se identificó al progenitor Eronga con el valor positivo más elevado con 0.16 y 0.14 cm., mientras que el valor negativo más elevado fue para AN-38 con -0.41 y -0.60 cm. respectivamente, siendo esta última estadísticamente diferente.

En LR, se observó que todos los progenitores presentaron valores negativos a excepción de AN-105 con 0.24 cm., siendo las de valores negativos altamente significativos AN-31 y AN-34 con -1.46 y -0.66 cm.

Para PS (Cuadro 4.16), se observó que todos los progenitores presentaron valores negativos, siendo altamente significativo AN-105 y Eronga con -0.04 gr pl^{-1} y significativo AN-38 con -0.02 gr pl^{-1} .

Cuadro 4.16. Estimación de ACG de seis progenitores endogámicas de cruzas dialélicas F₂ evaluados en tres ambientes, durante el ciclo 2006/2007.

| GEN | PH (Kg hl ⁻¹) | R (ton ha ⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl ⁻¹) |
|---------------|------------------------------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|------------------------------|
| Eronga | -0.03 | -0.01 | -2.60 | -5.51* | 0.16 | 0.14 | -0.08 | -0.04** |
| AN-125 | -0.61 | 0.00 | -2.75 | -2.67 | 0.15 | 0.11 | -0.04 | -0.01 |
| AN-105 | 0.39 | -0.49 | -0.68 | -7.01** | -0.03 | -0.14 | 0.24 | -0.04** |
| AN-38 | 0.11 | -0.35 | -1.93 | -4.01 | -0.41 | -0.60* | -0.27 | -0.02* |
| AN-34 | 0.78 | 0.17 | -0.85 | -5.67* | -0.27 | -0.48 | -0.66** | -0.02 |
| AN-31 | 1.57 | -0.32 | -3.69 | -10.69* | -0.21 | -0.22 | -1.46** | -0.04 |

*,**Diferencia de cero al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

La estimación de los efectos de ACE de las cruzas dialélicas (Cuadro 4.17), se encontró en PH el mayor efecto positivo para el híbrido AN-125 x Eronga con 1.11 kg hl⁻¹, siendo los híbridos AN-31 x AN-34 y AN-105 x Eronga los de valores negativos más altos con -1.50 y -1.07 kg hl⁻¹.

Para rendimiento (R), se encontraron que las cruzas AN-31 x AN-38 y AN-105 x Eronga tuvieron valores positivos más altos a las demás con 0.46 y 0.41 ton ha⁻¹ respectivamente, siendo la de valor negativo más alto con -0.56 ton ha⁻¹, la craza AN-34 x AN-125.

En PMS, las cruzas AN-31 x AN-105 y AN-38 x AN-105 presentaron los valores negativos más altos con -0.47 y -0.45 gr., asimismo, se observó que la craza con valor positivo más alto fue AN-31 x Eronga con 2.06 gr. sin embargo se observa que para las cruzas AN-125 x Eronga, AN-105 x Eronga, AN-105 x

AN-125, AN-38 x AN-125, AN-31 x AN-125 y AN-34 x AN-38 tuvieron valores positivos y superiores a 1.00 gr., esto debido a los efectos no aditivos.

Para GE, se encontró el valor positivo más alto entre todas las cruzas, demostrando ser significativa para AN-34 x Eronga con 5.73 %, seguido por AN-31 x AN-105 con 4.15 gr. siendo la de valor negativo más alto AN-125 x Eronga con -2.26 %.

En cuanto a LMP y LP, se encontró a la craza AN-105 x Eronga como la que obtuvo el valor negativo más alto para estas dos variables con -0.56 y -0.57 cm., mientras que las cruzas AN-31 x AN-105 y AN-34 x AN-38 fueron las de valores positivos más altos con 0.45 y 0.42 cm y 0.47 y 0.51 cm. para cada variable, indicando estas dos variables el mismo objetivo, sin embargo fueron realizadas con una metodología diferente, lo que esto nos indica que el trabajo fue realizado correctamente, ya que los resultados de estas dos variables coinciden entre sí.

Para LR, se observó que la craza AN-125 x Eronga fue altamente significativa con respecto a las demás con un valor negativo de -0.77 cm. siendo significativos con valores positivos altos AN-31 x AN-34, AN-31 x AN-105 y AN-38 x Eronga con valor superiores a 0.47 cm. Por otro lado, en peso seco (PS) AN-34 x Eronga fue el único híbrido que demostró diferencia estadística significativa con un valor positivo de 0.03 gr pl⁻¹.

Cuadro 4.17. Estimación de ACE de 15 híbridos F₂ evaluados en tres ambientes, durante el ciclo 2006/2007.

| CRUZAS | PH (Kg hl ⁻¹) | R (ton ha ⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl ⁻¹) |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|------------------------------|
| AN-125 x Eronga | 1.11 | 0.05 | 1.32 | -2.26 | 0.09 | 0.22 | -0.77** | -0.00 |
| AN-105 x Eronga | -1.07 | 0.41 | 1.19 | 3.07 | -0.56 | -0.57 | 0.03 | 0.02 |
| AN-38 x Eronga | -0.77 | 0.01 | 0.96 | 3.23 | 0.00 | 0.00 | 0.47* | 0.02 |
| AN-34 x Eronga | 0.65 | -0.20 | -0.34 | 5.73* | 0.01 | 0.13 | 0.41 | 0.03* |
| AN-31 x Eronga | 0.15 | -0.22 | 2.06 | 1.23 | 0.13 | -0.07 | 0.01 | 0.01 |
| AN-105 x AN-125 | -0.61 | 0.27 | 1.30 | 3.32 | -0.21 | -0.13 | 0.19 | 0.01 |
| AN-38 x AN-125 | 0.98 | 0.08 | 1.44 | -0.84 | 0.19 | 0.33 | -0.26 | 0.00 |
| AN-34 x AN-125 | 0.20 | -0.56 | 0.35 | 1.65 | -0.04 | -0.16 | 0.41 | 0.00 |
| AN-31 x AN-125 | -0.46 | 0.14 | 1.09 | 3.48 | -0.34 | -0.49 | 0.50* | 0.01 |
| AN-38 x AN-105 | 0.57 | 0.26 | -0.45 | 3.48 | 0.39 | 0.40 | 0.05 | 0.02 |
| AN-34 x AN-105 | -0.00 | 0.30 | -0.20 | -0.01 | -0.00 | 0.11 | -0.27 | -0.00 |
| AN-31 x AN-105 | 0.34 | -0.27 | -0.47 | 4.15 | 0.45 | 0.47 | 0.48* | 0.02 |
| AN-34 x AN-38 | -0.91 | -0.09 | 1.39 | 2.15 | 0.42 | 0.51 | 0.29 | 0.01 |
| AN-31 x AN-38 | -0.10 | 0.46 | 0.50 | -0.01 | 0.18 | -0.03 | -0.01 | -0.00 |
| AN-31 x AN-34 | -1.50 | 0.21 | 0.50 | 1.82 | 0.15 | 0.36 | 0.48* | -0.00 |

*,**Diferencia de cero al 0.05 y 0.01 de probabilidad, respectivamente.

Heterosis

Se determinó la heterosis (Cuadro 4.18) de las cruzas dialélicas F₁ para observar el comportamiento de éstas en cuanto a la ganancia o pérdida genética de cada una en comparación con la media de sus progenitores. En longitud de espiga (LE), las cruzas AN-31 x AN-105 y AN-31 x AN-34 fueron las que presentaron mayor heterosis con 31.91 y 20.72 %, siendo las cruzas AN-125 x Eronga y AN-105 x Eronga las que demostraron resultados negativos de -7.80 y -5.38 %, indicándonos que estas cruzas no fueron relevantes para esta variable, ya que no presentaron un aumento en sus características, demostrando ser menores a la media de sus progenitores.

Además en NGE, se observaron resultados similares a la variable antes mencionada, en el sentido de que los híbridos AN-31 x AN-34 y AN-31 x AN-105 fueron también las de mayor heterosis con 42.36 y 39.39 % respectivamente, debido a los efectos no aditivos, observando que también la cruce AN-105 x Eronga fue negativa con -27.20 %, demostrando que esta cruce no registró heterosis. Para peso hectolitrico (PH) se encontró una mayor heterosis en las cruces AN-34 x Eronga y AN-31 x AN-125 con 5.10 y 4.55 %, demostrando ser híbridos sobresalientes, al contrario de AN-38 x AN-105 quien tuvo un valor negativo de -5.76 %. Por otro lado, en peso de mil semillas (PMS) únicamente se encontró al híbrido AN-105 x Eronga con valor negativo de -6.38 %, demostrando los demás un incremento de heterosis, siendo los mejores AN-34 x AN-105 y AN-34 x AN-38 con 25.00 y 23.40 %.

En GE, se encontraron cuatro cruces con valores negativos de heterosis, siendo la más baja AN-34 x AN-38 con -10.05 %, encontrándose como el mejor híbrido, es decir con una mayor heterosis en AN-31 x AN-125 con 11.36 %, seguido por AN-38 x AN-105 con 7.61 %.

Para LMP y LP, se encontró al híbrido AN-105 x Eronga como el de menor valor ante la media de sus progenitores con un porcentaje de -4.21 y -7.66. En cuanto a los mejores híbridos para LMP fueron AN-38 x AN-125 y AN-125 x Eronga con 9.29 y 8.66 % y para LP AN-34 x AN-38 y AN-34 x AN-105 con 13.59 y 11.64 % indicándonos que los híbridos con estos porcentajes superaron a la media de sus progenitores, demostrando ser superiores a ellos.

En LR, se observaron que todos los híbridos fueron superiores a sus progenitores, obteniendo mejores longitudes de radícula debido a efectos no aditivos, encontrando como las mejores cruzas a AN-34 x AN-105 y AN-34 x AN-38 con 27.09 y 19.55 %, superior a la media de sus progenitores. Por otro lado, en la variable de peso seco (PS) se encontraron seis cruzas con peso seco por planta inferiores a sus progenitores indicando que hubo una depresión endogámica, siendo las de menor valor AN-38 x Eronga y AN-34 x AN-38 con -4.55 y -4.35 %, siendo la de mayor heterosis AN-31 x AN-125 con 27.27 %.

Cuadro 4.18. Porcentaje de heterosis para la F_1 en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, durante el ciclo 2005/2006.

| CRUZAS | LE | NGE | PH | PMS | GE | LMP | LP | LR | PS |
|------------------------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| AN-125 x Eronga | -7.80 | -0.50 | -2.33 | 1.57 | -4.12 | 8.66 | 4.39 | 2.21 | -1.08 |
| AN-105 x Eronga | -5.38 | -27.20 | -1.60 | -6.38 | 4.76 | -4.27 | -7.66 | 3.19 | -2.22 |
| AN-38 x Eronga | 9.49 | 5.69 | -2.53 | 11.86 | 0.52 | 3.30 | 0.58 | 4.39 | -4.55 |
| AN-34 x Eronga | 4.32 | 5.90 | 5.10 | 14.29 | 0.00 | 3.15 | 7.76 | 8.65 | -1.12 |
| AN-31 x Eronga | -0.78 | -0.02 | 1.50 | 11.36 | 5.62 | -1.72 | -3.28 | 2.87 | 3.70 |
| AN-105 x AN-125 | 8.11 | 31.82 | 0.00 | 10.86 | 2.67 | -0.65 | -0.32 | 1.38 | 9.33 |
| AN-38 x AN-125 | 2.74 | 9.28 | -0.53 | 18.29 | 2.65 | 9.29 | 9.32 | 11.36 | 17.81 |
| AN-34 x AN-125 | 14.19 | 24.19 | 2.94 | 14.84 | 0.00 | 4.84 | 3.96 | 11.92 | 2.70 |
| AN-31 x AN-125 | 12.64 | -2.34 | 4.55 | 3.07 | 11.36 | 3.05 | 1.01 | 17.87 | 27.27 |
| AN-38 x AN-105 | 15.17 | 24.25 | -5.76 | 9.32 | 7.61 | 5.17 | 2.82 | 12.35 | 17.14 |
| AN-34 x AN-105 | 14.85 | 22.18 | 3.28 | 25.00 | -1.60 | -1.79 | 11.64 | 27.09 | 1.41 |
| AN-31 x AN-105 | 31.91 | 39.39 | -0.90 | 6.25 | 2.92 | -0.55 | -0.15 | 4.99 | -1.59 |
| AN-34 x AN-38 | 5.63 | 17.67 | 3.15 | 23.40 | -10.05 | 5.58 | 13.59 | 19.55 | -4.35 |
| AN-31 x AN-38 | 18.61 | 25.60 | 2.21 | 11.41 | -0.58 | -2.10 | 2.80 | 6.47 | 8.20 |
| AN-31 x AN-34 | 20.72 | 42.36 | 1.35 | 2.86 | 3.41 | 6.88 | 6.23 | 9.76 | 16.13 |

La estimación porcentual de heterosis combinada en dos ambientes para las cruzas dialélicas en F_2 (Cuadro 4.19), se observó que para LE hubo cuatro híbridos que resultaron ser menores a sus progenitores, siendo el de menor valor AN-31 x AN-38 con -3.31 %, siendo los mejores híbridos AN-105 x AN-125 y AN-38 x AN-125 con 6.08 y 5.40 % de heterosis.

En cuanto a NGE, se encontró como el mejor híbrido a AN-38 x Eronga con 16.25 % de heterosis, en cuanto a los híbridos con rendimientos no superiores a sus progenitores, es decir con porcentaje de heterosis negativas, la más notoria fue AN-31 x AN-34 con -8.18 %.

Cuadro 4.19. Porcentaje de heterosis para la F_2 en un combinado para dos localidades (Buenavista y Las Vegas, Coahuila), durante el ciclo 2006/2007.

| CRUZAS | LE | NGE |
|-----------------|-------|-------|
| AN-125 x Eronga | 2.47 | -6.00 |
| AN-105 x Eronga | 2.76 | -0.72 |
| AN-38 x Eronga | 9.25 | 16.25 |
| AN-34 x Eronga | 1.22 | -1.47 |
| AN-31 x Eronga | 4.77 | -5.63 |
| AN-105 x AN-125 | 6.08 | -2.15 |
| AN-38 x AN-125 | 5.40 | 0.42 |
| AN-34 x AN-125 | -1.81 | -4.86 |
| AN-31 x AN-125 | 1.11 | -4.74 |
| AN-38 x AN-105 | -0.76 | -1.27 |
| AN-34 x AN-105 | -0.09 | 1.17 |
| AN-31 x AN-105 | 3.89 | -1.40 |
| AN-34 x AN-38 | 1.68 | 2.24 |
| AN-31 x AN-38 | -3.31 | 0.82 |
| AN-31 x AN-34 | 4.08 | -8.18 |

La estimación de la heterosis en semilla F_2 (Cuadro 4.20) en un combinado de tres localidades, se encontró que para PH, el mejor híbrido dió un porcentaje del 2.22 % arriba de la media de sus progenitores, siendo AN-125 x Eronga, mientras que los menores fueron AN-31 x AN-34 y AN-34 x AN-38 con -3.66 y -2.18 % respectivamente.

Para R (Cuadro 4.20), se observó que la mayoría de las cruzas mostraron heterosis, siendo esto algo bueno, encontrando el mejor porcentaje al híbrido AN-31 x AN-38 con 15.39 %, seguido por los híbridos AN-38 x AN-105 y AN-105 x Eronga con 13.68 y 13.45 % de superioridad a la media de sus progenitores, también cabe destacar que Gutiérrez *et al.* (2002) encontraron efectos positivos de heterosis en rendimiento, tanto para la media de sus progenitores como para el progenitor superior.

En PMS (Cuadro 4.20), se observaron que todas las cruzas tuvieron un cierto porcentaje de heterosis, siendo las cruzas AN-31 x Eronga y AN-38 x AN-125 las mejores con un valor mayor de 10 %. Por otro lado, en GE también presentaron heterosis en todas las cruzas, siendo las cruzas AN-34 x Eronga y AN-31 x AN-105 las que obtuvieron una mayor heterosis, con un valor superior a la media de sus progenitores de 14.24 y 13.02 % respectivamente.

En LMP, se encontró como al mejor híbrido a AN-34 x AN-38 con el 9.31 % de heterosis, seguido por AN-38 x AN-105 con 8.55 %, siendo la peor cruce AN-105 x Eronga con un valor negativo de -8.53 % de heterosis.

Para LP (Cuadro 4.20), se observó que la mejor craza coincidió con LMP, siendo AN-34 x AN-38 con 11.86 % de heterosis, como en muchos de los parámetros evaluados, siendo en esta variable la AN-105 x Eronga y AN-31 x AN-125 con -6.86 y -5.51 %, quienes tuvieron el valor más bajo.

En LR (Cuadro 4.20), el mayor valor positivo de heterosis fue para las cruzas AN-31 x AN-34 y AN-31 x AN-105 con 9.69 y 7.66 % respectivamente, en tanto que la de menor valor resultó ser la craza AN-125 x Eronga con -5.16 % de heterosis, dándonos a entender esta última que fue menor su longitud de radícula a la que presentaron sus progenitores. Por otro lado, en peso seco (PS) demostraron heterosis para todas las cruzas, siendo las de mayor valor AN-38 x AN-105 y AN-34 x Eronga con 24.53 y 24.14 % respectivamente.

Depresión endogámica

En el (Cuadro 4.21), se evaluó la depresión endogámica, la cual nos indica las disminuciones en porcentajes que tuvieron las F_2 en comparación con las F_1 , establecida en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila, y la F_2 establecida en las localidades de Buenavista, Saltillo y Las Vegas, Torreón, Coahuila.

Cuadro 4.20. Porcentaje de heterosis para la F_2 en un combinado para tres localidades, durante el ciclo 2006/2007.

| CRUZAS | PH | R | PMS | GE | LMP | LP | LR | PS |
|-----------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| AN-125 x Eronga | 2.22 | 1.05 | 9.78 | 2.12 | -0.82 | 1.14 | -5.16 | 6.06 |
| AN-105 x Eronga | -1.94 | 13.45 | 6.71 | 11.30 | -8.53 | -6.86 | 1.52 | 22.03 |
| AN-38 x Eronga | -1.30 | 3.36 | 8.22 | 9.53 | 1.61 | 2.64 | 4.89 | 20.00 |
| AN-34 x Eronga | 0.44 | -6.33 | 3.41 | 14.24 | 0.77 | 3.28 | 6.02 | 24.14 |
| AN-31 x Eronga | -0.35 | -2.81 | 10.32 | 8.20 | 1.28 | -1.00 | 3.23 | 14.75 |
| AN-105 x AN-125 | -0.76 | 10.20 | 7.48 | 9.66 | -4.04 | -1.61 | 2.54 | 18.64 |
| AN-38 x AN-125 | 1.94 | 4.75 | 10.14 | 2.91 | 4.25 | 6.82 | -0.78 | 10.00 |
| AN-34 x AN-125 | 0.19 | -14.47 | 5.52 | 7.16 | 0.25 | 0.28 | 5.85 | 10.34 |
| AN-31 x AN-125 | -0.85 | 4.81 | 8.55 | 9.01 | -4.60 | -5.51 | 6.94 | 14.75 |
| AN-38 x AN-105 | 0.50 | 13.68 | 2.22 | 10.98 | 8.55 | 9.89 | 2.35 | 24.53 |
| AN-34 x AN-105 | -0.92 | 10.77 | 1.39 | 8.16 | 2.03 | 5.21 | 1.40 | 9.80 |
| AN-31 x AN-105 | -0.38 | 1.03 | 1.94 | 13.02 | 6.71 | 7.10 | 7.66 | 22.22 |
| AN-34 x AN-38 | -2.18 | -0.22 | 7.45 | 8.87 | 9.31 | 11.86 | 5.97 | 15.38 |
| AN-31 x AN-38 | -0.88 | 15.39 | 6.30 | 5.78 | 0.96 | 3.50 | 3.83 | 9.09 |
| AN-31 x AN-34 | -3.66 | 5.20 | 4.66 | 9.60 | 4.07 | 6.95 | 9.69 | 9.43 |

Se observó en LE (Cuadro 4.21), que la mayoría de los genotipos no presentaron una depresión endogámica indicando que fue mejor la F_2 en comparación de las F_1 a excepción de las cruzas AN-31 x AN-38, AN-31 x AN-105 y AN-38 x AN-105 con 7.03, 6.24 y 2.72 %, teniendo al progenitor AN-31 con el valor negativo más alto de -20.12 % y las cruzas AN-125 x Eronga y AN-105 x Eronga sin depresión con -24.82 y -22.34 %.

En NGE, se localizó únicamente al progenitor Eronga con 7.46 % de depresión endogámica, señalando que los demás progenitores obtuvieron algo de ganancia en la F_2 , sin embargo, se localizaron dos híbridos AN-105 x AN-

125 y AN-38 x AN-105 con un valor superior al 8 % de depresión endogámica, encontrando AN-105 x Eronga como el híbrido con el valor negativo más alto con -44.78 %, o sea el que obtuvo la media más elevada en F_2 en relación a la F_1 .

Cuadro 4.21. Porcentaje de depresión endogámica combinado de genotipos de triticales evaluados en dos localidades, durante el ciclo 2006/2007.

| GENOTIPOS Y CRUZAS | LE | NGE |
|-------------------------------|-----------|------------|
| Eronga | -8.03 | 7.46 |
| AN-125 | -16.90 | -19.94 |
| AN-105 | -17.94 | -23.76 |
| AN-38 | -8.30 | -6.82 |
| AN-34 | -17.29 | -58.97 |
| AN-31 | -20.12 | -84.48 |
| AN-125 x Eronga | -24.82 | 0.75 |
| AN-105 x Eronga | -22.34 | -44.78 |
| AN-38 x Eronga | -7.93 | -9.20 |
| AN-34 x Eronga | -9.19 | -9.73 |
| AN-31 x Eronga | -20.14 | -18.46 |
| AN-105 x AN-125 | -15.19 | 9.61 |
| AN-38 x AN-125 | -15.44 | -4.00 |
| AN-34 x AN-125 | -0.69 | -4.56 |
| AN-31 x AN-125 | -6.35 | -42.11 |
| AN-38 x AN-105 | 2.72 | 8.88 |
| AN-34 x AN-105 | -2.30 | -15.43 |
| AN-31 x AN-105 | 6.24 | -5.55 |
| AN-34 x AN-38 | -8.55 | -11.35 |
| AN-31 x AN-38 | 7.03 | -9.70 |
| AN-31 x AN-34 | -2.32 | -10.34 |

La depresión endogámica es expresada como la reducción en el porcentaje del comportamiento de la media de la F_2 establecida en tres

localidades en comparación del comportamiento de la media F_1 (Cuadro 4.22), donde se encontró que el PH todos los progenitores presentaron depresión de endogamia, siendo AN-38 la de mayor depresión con 11.28 %. En las cruzas fue similar a los progenitores en el sentido de que todas presentaron un cierto porcentaje de depresión, siendo el híbrido AN-34 x AN-38 con valor más elevado (12.07 %).

Para PMS, se encontró al progenitor Eronga con el mayor valor de depresión de endogamia con 16.10 %, siendo AN-34 la más sobresaliente, ya que no obtuvo depresión de endogamia con -19.42 %, en cuanto a los híbridos, solamente tres no presentaron depresión, siendo AN-31 x AN-34, AN-31 x AN-125 y AN-105 x Eronga con -15.97, -2.67 y -2.45 %, siendo superior estos que la F_1 , y los híbridos que presentaron una mayor depresión fueron AN-38 x AN-125 y AN-38 x Eronga con 15.13 y 14.24 % respectivamente.

En GE, no se encontró depresión endogámica en los híbridos AN-31 x AN-105 y AN-34 x AN-38, ya que obtuvieron valores negativos de -1.89 y -1.18 %, sin embargo se encontraron endogamia para los demás híbridos, siendo AN-34 x AN-125 con 9.03 %, seguidos por las cruzas AN-31 x AN-34, AN-34 x AN-105, AN-38 x AN-105 y AN-38 x AN-125 con más de 8 %, en cuanto a los progenitores todos presentaron depresión de endogamia, siendo AN-34 la de mayor valor con 22.23 %.

EN LMP, se observó que todos los progenitores y cruzas presentaron depresión de endogamia, siendo AN-38 con 21.52 % y AN-125 x Eronga con 23.91 % respectivamente. Al igual que LP, pero en éstas fueron AN-105 y AN-34 x AN-105 con 22.89 y 21.57 %.

Para LR, se encontró a Eronga como el único progenitor con depresión de endogamia (5.45 %); en cuánto a las cruzas AN-31 x AN-105 fue el que sobresalió más, ya que no presentó depresión (-6.15 %), y la craza con mayor depresión fue para AN-34 x AN-105 con 14.67 %.

En PS, el único progenitor que no presentó depresión de endogamia fué AN-31 con -3.70 %, siendo Eronga con 38.89 % el que obtuvo el mayor efecto de endogamia, algo similar sucedió en las cruzas, el cual solamente la craza AN-31 x AN-105 no presentó endogamia con -6.45 %, el cual se observa que intervino el progenitor que no presentó endogamia antes mencionado, en cuánto a las cruzas con mayor depresión de endogamia fueron AN-125 x Eronga y AN-38 x AN-125 con más del 23 %, interviniendo en la craza de mayor endogamia el genotipo que presentó un mayor efecto de endogamia.

Cuadro 4.22. Porcentaje de depresión endogámica para un combinado de genotipos de triticale evaluados en tres localidades, durante el ciclo 2006/2007.

| GENOTIPOS Y CRUZAS | PH | PMS | GE | LMP | LP | LR | PS |
|------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Eronga | 6.01 | 16.10 | 13.61 | 19.03 | 19.83 | 5.45 | 38.89 |
| AN-125 | 7.96 | 12.18 | 7.99 | 13.77 | 12.20 | -1.69 | 15.38 |
| AN-105 | 9.10 | 3.02 | 11.36 | 18.68 | 22.89 | -6.55 | 27.78 |
| AN-38 | 11.28 | 4.91 | 10.40 | 21.52 | 20.94 | -11.71 | 20.59 |
| AN-34 | 2.89 | -19.42 | 22.23 | 11.72 | 11.33 | -7.38 | 28.57 |
| AN-31 | 3.82 | -9.11 | 2.50 | 11.86 | 14.40 | -0.33 | -3.70 |
| AN-125 x Eronga | 2.68 | 7.34 | 5.02 | 23.91 | 19.00 | 9.07 | 23.91 |
| AN-105 x Eronga | 7.93 | -2.45 | 7.07 | 22.49 | 20.52 | 1.51 | 18.18 |
| AN-38 x Eronga | 7.54 | 14.24 | 4.17 | 21.56 | 18.74 | -2.71 | 14.29 |
| AN-34 x Eronga | 8.73 | 11.46 | 6.19 | 17.42 | 19.28 | 2.19 | 18.18 |
| AN-31 x Eronga | 6.67 | 6.39 | 6.38 | 12.91 | 15.19 | 2.50 | 16.67 |
| AN-105 x AN-125 | 9.23 | 10.49 | 3.48 | 19.02 | 18.59 | -5.22 | 14.63 |
| AN-38 x AN-125 | 7.36 | 15.13 | 8.94 | 21.71 | 18.77 | 5.26 | 23.26 |
| AN-34 x AN-125 | 8.09 | 6.94 | 9.03 | 16.51 | 14.86 | 1.35 | 15.79 |
| AN-31 x AN-125 | 10.84 | -2.67 | 7.49 | 19.23 | 18.99 | 8.31 | 16.67 |
| AN-38 x AN-105 | 4.21 | 10.14 | 8.08 | 17.68 | 16.47 | 0.66 | 19.51 |
| AN-34 x AN-105 | 10.01 | 13.43 | 8.70 | 11.59 | 21.57 | 14.67 | 22.22 |
| AN-31 x AN-105 | 6.10 | 1.58 | -1.89 | 8.72 | 12.31 | -6.15 | -6.45 |
| AN-34 x AN-38 | 12.07 | 7.29 | -1.18 | 13.74 | 17.49 | 2.88 | 9.09 |
| AN-31 x AN-38 | 10.47 | 2.63 | 0.78 | 14.08 | 17.03 | -3.34 | 9.09 |
| AN-31 x AN-34 | 8.14 | -15.97 | 8.07 | 14.11 | 12.34 | -3.73 | 19.44 |

Discusión

Los resultados demostraron que la F_1 resultó ser superior a la F_2 debido que en la F_1 es donde se expresa el máximo “vigor híbrido”, coincidiendo con Cruz *et al.* (2003a) y De la Loma (1985), quienes mencionan que la población F_1 es la que exhibe la heterosis con mayor intensidad y es tan homogénea como sus progenitores. En cuanto a los efectos genéticos para la F_1 , se observó que el tipo de acción que predominó fue la aditiva para las variables

PH, PMS, GE, LMP, LP y PS, en cuanto a LE, NGE, y LR fueron predominadas por los efectos de dominancia, coincidiendo con Manjarrez (2006), en el sentido de que los efectos aditivos fueron los que predominaron en las características agronómicas y fisiológicas. Para la F₂ realizadas en un combinado de tres ambientes, se encontró que los efectos aditivos y no aditivos predominaron de forma equitativa para las variables evaluadas, donde los efectos aditivos predominaron para PH, PMS, R, LMP y LP, y para los de dominancia LE, NGE, GE, LR y PS, observando que en los efectos aditivos predominaron más las variables agronómicas y los efectos de dominancia en las fisiológicas, no coincidiendo con Cortez *et al.* (1985) y Mendoza *et al.* (2005), quienes trabajaron con maíz, encontrando que los efectos de dominancia resultaron ser el factor de mayor contribución en la expresión del rendimiento, también en éstas no se encontraron diferencias entre localidades y genotipos para rendimiento, no coincidiendo con Gutiérrez *et al.* (2002), quienes determinaron la ACG y ACE en un combinado, encontrando diferencias entre localidades y genotipos para rendimiento.

Para los efectos de heterosis, en F₁ se observaron cruzas que sobresalieron por tener un porcentaje de heterosis considerable en cada una de las variable agronómicas y fisiológicas evaluadas, las cuales se mencionan a continuación: para las agronómicas LE, dos cruzas sobresalieron las cuales fueron AN-31 x AN-105 y AN-31 x AN-34, en cuánto a NGE, las cruzas AN-31 x AN-34 y AN-31 x AN-105, para PH las cruzas AN-34 x Eronga y AN-31 x AN-125, PMS, las cruzas AN-34 x AN-105 y AN-34 x AN-38, y para germinación

estándar (GE) las cruzas AN-31 x AN-125 y AN-38 x AN-105, demostrando ser las más sobresalientes o las que obtuvieron un mayor valor en comparación a las demás cruzas al compararlas con la media de sus progenitores, coincidiendo con Gutiérrez *et al.* (2002), quienes encontraron efectos positivos de heterosis al compararlas con la media de sus progenitores.

En cuanto a las F_2 realizadas en un combinado se encontraron cruzas con heterosis relevantes en cada variable evaluada encontrando en LE a dos cruzas AN-105 x AN-125 y AN-38 x AN-125, para NGE la cruce AN-38 x Eronga, en PH se observó la cruce AN-31 x Eronga, para R se localizaron tres cruces siendo AN-31 x AN-38, AN-38 x AN-105 y AN-105 x Eronga, en PMS se observó AN-31 x Eronga y AN-38 x AN-125, para GE las mejores fueron AN-34 x Eronga y AN-31 x AN-105, siendo estas las mejores en cada una de sus variables evaluadas, pudiendo ser estas las cruces seleccionadas para el segundo ciclo de evaluación y así mejorar el material o al menos el carácter de interés, sin embargo se encontraron mejores resultados en la F_1 , siendo la F_2 más variable con una heterosis menos intensa, coincidiendo con De la Loma (1985), en el sentido de la importancia de hacer selección en cada ciclo de producción y mencionando que a medida que el número de generaciones sucesivas aumenta, si no se efectúa selección, el efecto de la heterosis va desapareciendo rápidamente y se llega a un estado en que cada generación no difiere esencialmente de la anterior y que la población F_2 es mucho más variable que la F_1 y exhibe una heterosis menos intensa que ella.

En cuanto a la depresión endogámica se observaron que algunos progenitores y algunas cruzas tuvieron porcentajes sobresalientes de depresión endogámica, demostrando una disminución en el ciclo de evaluación F_2 a la obtenida en F_1 (perdida de vigor), coincidiendo con Mendoza *et al.* (2005) en el sentido de que encontró pérdida de vigor en la F_2 en comparación con la F_1 , mencionando a continuación a los progenitores y las cruzas con mayor depresión endogámica, LE se encontró a la cruza AN-31 x AN-38, para NGE el progenitor Eronga y las cruzas AN-105 x AN-125 y AN-38 x AN-105, en PH al progenitor AN-38 y la cruza AN-34 x AN-38, para PMS a Eronga y las cruzas AN-38 x AN-125 y AN-38 x Eronga, en cuanto a GE se observó un porcentaje considerable de depresión endogámica en el progenitor AN-34 y la cruza AN-34 x AN-125, lo cual gracias a esto nos damos cuenta que algunas cruzas van perdiendo el vigor híbrido adquiridos en la F_1 debido a los efectos aditivos y no aditivos, o bien que pudo haber intervención de efectos epistáticos o del ambiente.

CONCLUSIONES

- Los resultados demostraron que la F_1 resultó ser superior a la F_2 debido que en la F_1 es donde se expresa el máximo “vigor híbrido”.
- Los materiales evaluados en F_1 contienen mayores efectos aditivos, debido a que los cuadrados medios de aptitud combinatoria general demostraron tener los valores más altos, comparados con los efectos no aditivos, siendo los progenitores más importantes Eronga y AN-105.
- Se lograron identificar en la F_1 cruzas que presentaron una aptitud combinatoria específica con valores altos, siendo estos los híbridos AN-38 x Eronga, AN-34 x Eronga, AN-34 x AN-125, AN-38 x AN-105, AN-34 x AN-105 y AN-31 x AN-105.
- Los materiales evaluados en F_2 , en sus efectos aditivos y de dominancia actuaron de manera equitativa, debido a que los cuadrados medios de ACG y ACE así lo demostraron, predominando los aditivos en las características agronómicas y de dominancia en las fisiológicas, sobresaliendo los progenitores AN-125, AN-34 y Eronga, y los híbridos AN-38 x Eronga, AN-34 x Eronga, AN-31 x AN-105 y AN-34 x AN-38.

- En cuanto al nivel de heterosis, la F_1 fue la que mayor heterosis presentó en comparación a la F_2 , esto debido a que la F_1 es más homogénea y registró en forma general valores mayores de las variables estudiadas que la F_2 .

RESÚMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivos determinar los efectos genéticos y el nivel de heterosis en 15 híbridos F_1 y F_2 de triticale (*X Triticosecale Witt.*) para rendimiento de grano y sus componentes, sus características de calidad agronómica y fisiológica de la semilla y determinar el efecto de la interacción genotipo-ambiente sobre el rendimiento y calidad de semilla, así como la heterosis y depresión endogámica. Se utilizaron 15 híbridos F_1 y F_2 y sus seis progenitores, dos de hábito primaveral, dos intermedio y dos intermedio-invernal, todos desarrollados por el Proyecto Triticale del Programa de Mejoramiento de Cereales de Grano Pequeño del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a excepción de la variedad de hábito primaveral Eronga-83. Las características agronómicas evaluadas fueron: longitud de espigas (LE), número de granos por espiga (NGE), rendimiento de grano (R), peso de mil semillas (PMS) y peso hectolitrico (PH) también se evaluó la germinación estándar (GE), longitud media de plúmula (LMP), longitud de plúmula (LP), longitud de radícula (LR) y peso seco de plántula (PS) en los ciclos F_1 y F_2 de producción. La información generada se analizó utilizando el programa DIALLEL-SAS.05 propuesto por Zhang *et al.* (2005) por el método II de Griffing (1956), que evalúa los progenitores y las cruzas directas, estimando la aptitud combinatoria general

(ACG) y específica (ACE) de los progenitores y cruzas en estudio. Los resultados demostraron que en la mayoría de las variables estudiadas, la F_1 resultó ser superior a la F_2 , debido que en la F_1 es donde se expresó el máximo "vigor híbrido", sin embargo, se encontraron híbridos F_2 que expresaron heterosis positiva para algunas de las variables estudiadas. Los efectos genéticos en la F_1 que predominaron para genotipos (GEN) fueron los aditivos en PH, PMS, GE, LMP, LP y PS con 59, 60, 53, 82, 73 y 88 % respectivamente, siendo en mayor proporción para las variables fisiológicas en los progenitores Eronga y AN-105, predominando únicamente los efectos de dominancia en las variables LE con 85 %, NGE y LR con más del 60 %, siendo los híbridos AN-38 x Eronga, AN-34 x Eronga, AN-34 x AN-125, AN-38 x AN-105, AN-34 x AN-105 y AN-31 x AN-105 los que tuvieron mayor ACE; en la F_2 entre genotipos (GEN), fueron los efectos aditivos y de dominancia que actuaron de manera equitativa, predominando los aditivos en las características agronómicas y los de dominancia en las fisiológicas, para los aditivos fueron: PH, R, PMS, LMP y LP (80, 78, 63, 84 y 80 %) respectivamente, siendo AN-125, AN-34 y Eronga los progenitores más sobresalientes, en cuanto a los de dominancia LE, NGE, GE, LR y PS con 62, 82, 63, 62 y 60 % respectivamente, obteniendo los mejores híbridos AN-38 x Eronga, AN-34 x Eronga, AN-31 x AN-105 y AN-34 x AN-38. En cuanto a la heterosis para la F_1 se identificaron a los mejores híbridos en NGE: (AN-31 x AN-34), PH: (AN-34 x Eronga), PMS: (AN-34 x AN-105) y GE: (AN-31 x AN-125). En cuanto a las F_2 se encontraron los mejores resultados en NGE: (AN-38 x Eronga), PH: (AN-125 x Eronga), R: (AN-31 x AN-38), PMS: (AN-31 x Eronga) y GE: (AN-34 x Eronga). También se identificaron cruzas con

mayor depresión endogámica en NGE: (AN-105 x AN-125), PH: (AN-34 x AN-38), PMS: (AN-38 x AN-125), GE: (AN-34 x AN-125). En relación a la interacción genotipo-ambiente, rendimiento no mostró diferencias estadísticas, sin embargo todas las variables fisiológicas obtuvieron diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$) siendo éstas de comportamientos distintos al interactuar en diferentes ambientes.

LITERATURA CITADA

- Antuna, G. O., F. Rincón S., E. Gutiérrez R., N. A. Ruiz T. y L. Bustamante G. 2003. Componente genético de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 26 (1): 11-17.
- Basra, A. 1995. *Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications.* New York, Binghamton. 389 p.
- Benítez, R. I., J. E. Rodríguez P. y L. M. Serrano C. 1992. Selección masal estratificada para rendimiento de grano y longitud de espiga en trigo. *Rev. Fitotec. Mex.* 15: 30-39.
- Besnier, R. F. 1989. *Semillas: biología y tecnología.* Madrid, Ediciones Mundiprensa. 697 p.
- Copeland, L. and M. McDonald. 2001. *Principles of seed science and technology.* 4° Edición. Boston, Kluwer Academic. 497 p.
- Córdova, O., H., S., R. Velásquez., F. Poey. y G. Soto. 1980. Heterosis del rendimiento y aptitud combinatoria de líneas y familias completos de maíz. *Memoria de Reunión de PCCMCA.* 26: 24-28.
- Cortez, M. H., A. Rodríguez C., G. Gutiérrez., J. Durón I., R. Girón C. and M. Oyervidez G. 1985. Evaluation of broad base improved population of maize (*Zea mays* L.) I. Cumulative gene effects and hetesis. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 43 p.
- Cruz, L. L., J. Ron P., J. L. Ramírez D., J. J. Sánchez G., M. M. Morales R., M. Chuela B., S. A. Hurtado P. y S. Mena M. 2003a. Heterosis y aptitud combinatoria entre híbridos comerciales y germoplasma exótico de maíz en Jalisco, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 26 (1): 1-10.
- Cruz, L. E., E. Gutiérrez R., A. Palomo G. y S. Rodríguez H. 2003b. Aptitud combinatoria y heterosis de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. *Rev. Fitotec. Mex.* 26 (4): 279-284.

- De la Loma, J. L. 1985. Genética general y aplicada. Editorial Hispano-Americana, 2d° Edición. 405 p.
- De la Vega, L. J. A. 2008. El triticale. En línea: <http://www.buscagro.com/www.buscagro.com/biblioteca/JorgeDelaVega/Triticale.pdf>. Consulta 4/09/2008.
- De la Rosa, L. A., H. de León C., F. Rincón S. y G. Martínez Z. 2006. Efectos genéticos, heterosis y diversidad genética entre híbridos comerciales de maíz adaptados al bajo mexicano. Rev. Fitotec. Mex. 29 (3): 247-254.
- Delouche, J. C. 2002. Germinación, deterioro y vigor de semillas. Rev. Seed News. Nov./ Dic. V. 6 N. 6.
- Esparza M. J. H., and A. E. Foster. 1998. Genetic analysis of heading date and other agronomic characters in barley (*Hordeum vulgare L.*). Euphytica. 99: 145-153.
- Falconer, D. S. 1981. Introducción a la genética cuantitativa. 12ª impresión. Editorial CECSA. 430 p.
- FAO. 2002. Anuario estadístico 1969-2001. Base de datos. En línea: <http://apps.fao.org/page/form?collection = Production Crops.Primary & Domain = Production & servlet = 1& language = ES & hostname = apps.fao.org&versión = default>.
- Gómez, R. P. E. 1975. Rendimiento y componentes de rendimiento en triticale. Tesis de la Universidad Católica de Chile. Fac. de Agronomía. 62 p.
- Gowen, J. W. 1952. Heterosis. Iowa State Collage Press. Ames Iowa. 224-225.
- Gutiérrez, R. E., A. Palomo G., A. Espinoza B. y E. Cruz L. 2002. Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera, México. Rev. Fitotec. Mex. 25 (3): 271-277.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463-493.
- Grogan, C. O. and C. A. Francis. 1972. Heterosis in inbred source crosses of maize (*Zea mays L.*) Crop. Sci. 12: 759-730.
- Hede, A. R. 2000. A new approach to triticale improvement. 46 (2), 125-131.
- Hewstone, M. C. y C. Jobet F. 2004. PRETORIA-INIA: Una Nueva Variedad de Triticale. Nota Científica. Agric. Téc. Chile 64 (3): 305-308.

- International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International Rules for Seed Testing. ISBN 3-906549-38-0.
- Kumar, V. S., G. Srinivasan., N. Vergara A. y F. González C. 1995. Heterosis y aptitud combinatoria en germoplasma de maíz de valles Altos. *Rev. Fitotec. Mex.* 18: 123-139.
- Lozano, R. A. J. 1980. Efectividad de los parámetros de estabilidad en la evaluación y selección de germoplasma de triticale. Tesis de Maestría. UAAAN, Saltillo, Coah. Méx. 149 p.
- Manjarrez, S. M., S. A. Rodríguez H., N. O. Gómez M., E. Moreno M., M. E. Vázquez B., V. M. Zamora V. y A. López B. 2008. Aptitud combinatoria para calidad de semillas de maíz normales y de alta calidad de proteína. *Rev. Fitotec. Mex.* 31 (2): 125-131.
- Manjarrez, S. M. 2006. Efectos genéticos en la calidad de semillas de maíz de grano normal y de alta calidad de proteína. Tesis de Doctorado. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 99 p.
- Martínez, Z. G., J. R. A. Dorantes G., M. Ramírez M., A. Rosa L. y O. Pozo C. 2005. Efectos genéticos y heterosis en la vida de anaquel del chile serrano. *Rev. Fitotec. Méx.* 28 (4): 327-332.
- Martínez, Z. G. y S. C. Gamboa. 1998. Efecto de altura de planta, días a floración y días a madurez sobre la estructura del rendimiento de grano en trigo macarronero. *Agraria UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.* 14 (2): 77-83.
- Martínez G., A. 1983. Diseño y análisis de experimentos de cruas dialélicas. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 13. p.
- Matzinger, D. F. 1963. Experimental estimates of genetics parameters and their applications in self-fertilizing plant. In: W. D. Hanson and H. F. Robinson (eds). *Statistical Genetics and Plant Breeding.* NAS-NRC. No. 982. USA.
- Mellado, Z. M., R. Madariaga B. y I. Matus T. 2005. Aguacero-INIA. Nuevo cultivar de triticale de primavera para Chile. *Nota Científica. Agricultura técnica.* 65 (1): 90-95.
- Mendoza, E. M., A. López B., L. Latournerie M., J. A. Rangel L., J. G. Ramírez P., S. A. Rodríguez H. y G. Castañón N. 2005. Análisis de medias generacionales para estimar parámetros genéticos de la resistencia al achaparramiento en maíz. *Agronomía Trop.* 55 (3): 429-446.

- Molina, M. J. C., V. A. González H., A. Carballo C., M. Livera M., F. Castillo G. y M. L. Ortega D. 2003. Cambios en la calidad fisiológica y su asociación con la madurez de la semilla de maíz durante su formación. *Rev. Fitotec. Mex.* 26 (4): 271-277.
- Molina G., J. D. 1992. *Introducción a la genética de poblaciones y cuantitativa.* Editorial AGT EDITOR, S.A. 151 p.
- Morales, R. M. M., J. Ron P., J. J. Sánchez G., J. L. Ramírez D., L. Cruz L., S. Mena M., S. Hurtado P. y M. Chuela B. 2005. Diversidad genética y heterosis entre híbridos comerciales de maíz de Jalisco liberados en la década de 1990. *Rev. Fitotec. Mex.* 28 (2): 115-126.
- Moreno, M. E. 1996. *Análisis físico y biológico de semillas agrícolas.* Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mutzing, A. 1974. Historical review of the development of triticale. *Triticale IDRC-024e. Proc. Intern Symp.* 1972. El Batán, México. 13-30.
- Mutzing, A. 1935. Triple hybrids between rye and two wheat species. *Hereditas.* 20: 137-160.
- O'Mara, J. G. 1948. Fertility in allopolyploids. *Rec. Genet. Soc. Amer.* 17-52.
- Peña, R. A., J. D. Eastin., S. D. Kachman y D. J. Andrews. 2002. Respuesta a la selección para rendimiento de grano y sus componentes, número y tamaño de grano en sorgo. *Rev. Fitotec. Mex.* 25 (1): 49-56.
- Peñaloza P. 2001. *Semillas de Hortalizas: Manual de producción.* Valparaíso. Ediciones Universitarias de Valparaíso, 161 p.
- Ramírez, J. J., T. C. Santana, H. E. Villaseñor y C. L. Castañeda. 2003. Selección para componentes del rendimiento de grano en triticale irradiado. *Agrociencia.* 37 (6): 595-603.
- Robledo, T. V., J. R. González D., A. Núñez B., A. Benavides M. y F. Ramírez G. 2002. Estudio de la heterosis en frijol común en condiciones de Temporal. *Rev. Fitotec. Méx.* 25 (1): 65-70.
- Rojas B. A. and F. Sprague. 1952. A comparison of variance components in corn yield traits. III. General and specific combination ability and their interacciones with locations and years. *Agron. J.* 44: 462-466. USA.
- Romero, D. R. 1985. Estudio de las características agronómicas y de calidad, parámetros genéticos y correlaciones en líneas completas y substituidas de triticales hexaploides. Tesis Maestría UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: 45-78.

- SIAP. 2007. Producción de triticale. En línea. http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/ientidad/index.jsp
- Salinas, A; Yoldjian, A; Craviotto, R; y Visaro, V. 2001. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soya. *Pesq. Agropec. Bras.* 36 (2): 371-379.
- Sprague, G. F. and L. A. Tatum. 1942. General versus specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 34. 923-932. USA.
- Thomas, J. B., P. J. Kaltsikes, J. P. Gustafson and D. G. Roupakias. 1980. Development of kernel shrivelling in triticale. *Z. Pflanzenzuecht.* 85: 1-27.
- Vázquez, B. M. E. 1999. Efectos genéticos para calidad fisiológica de semilla, características agronómicas y rendimiento en siete líneas de maíz. Tesis de Doctorado. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 133-134.
- Zhang, Y., M. S. Kang and K. R. Lamkey. 2005. DIALLEL-SAS05: A comprehensive program for Griffing's and Gardner-Eberhart analyses. *Agron. J.* 97: 1097-1106. U. S. A.
- Zillinsky, F. J. and A. López. 1973. Breeding for improved agronomic characteristics. *CIMMYT. Res. Bull.* 2424-12-30.

APENDICE

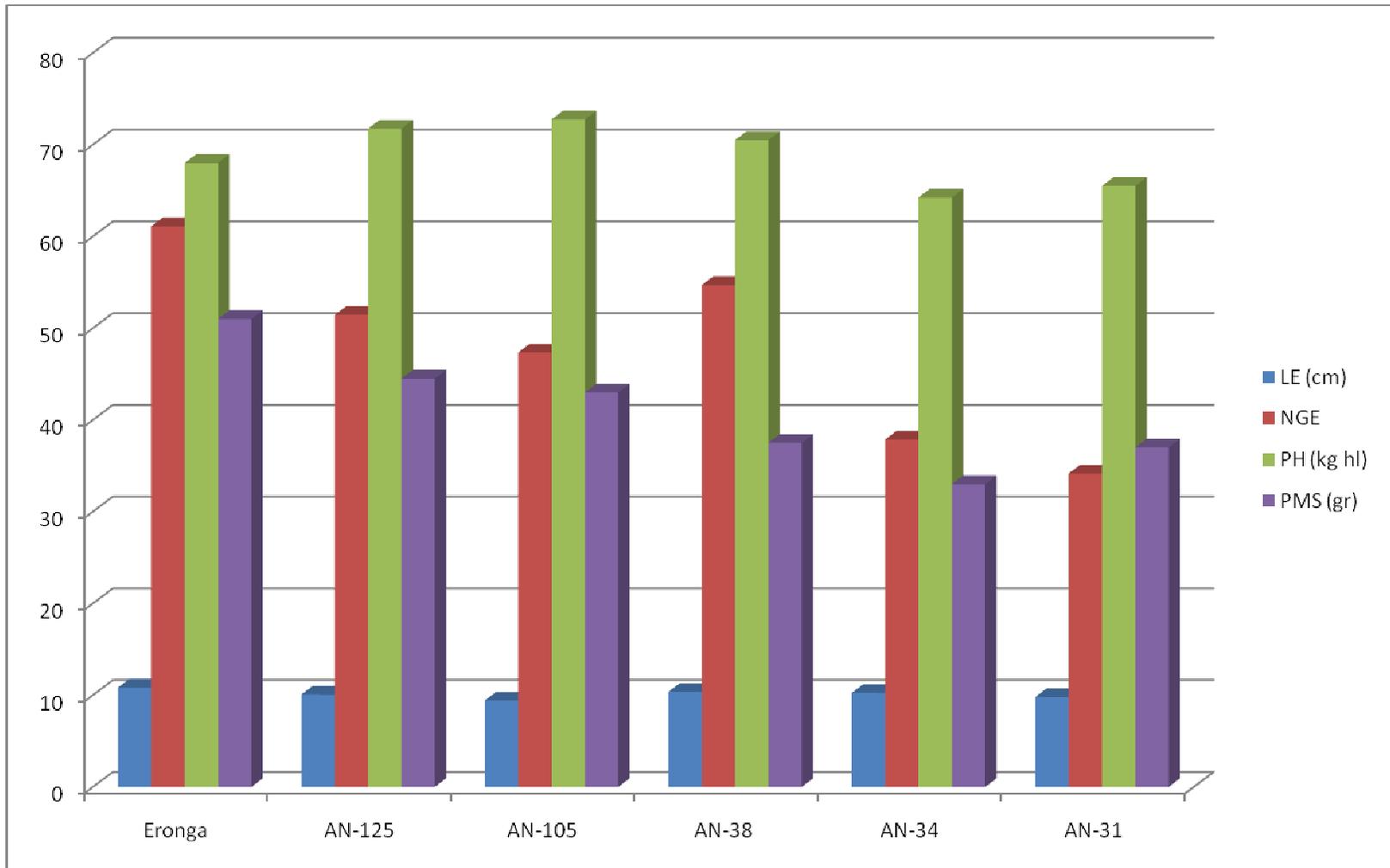


Figura A.1. Comparación de medias de los progenitores para las variables agronómicas en F_1 .

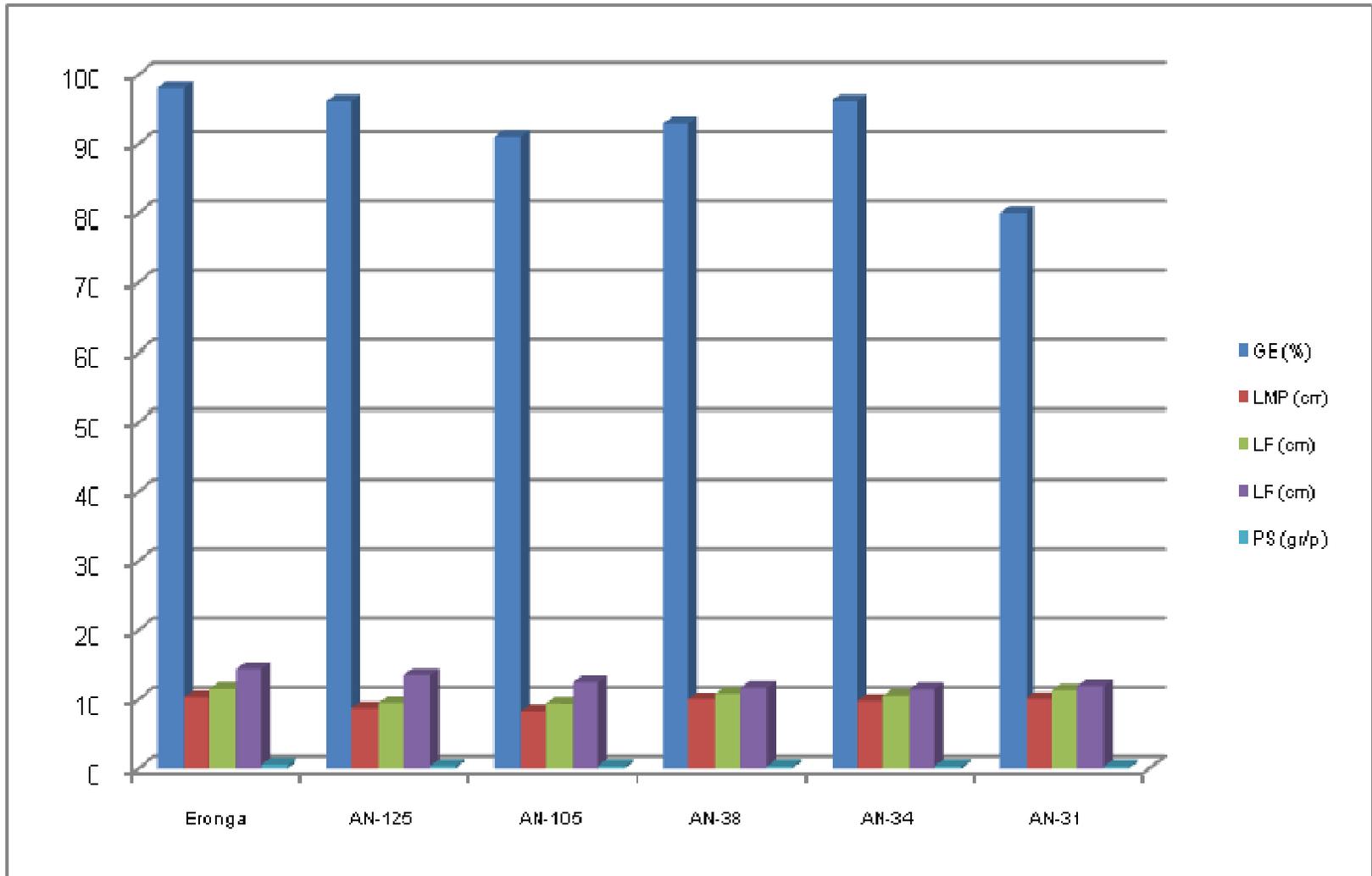


Figura A.2. Comparación de medias de los progenitores para las variables fisiológicas en F_1 .

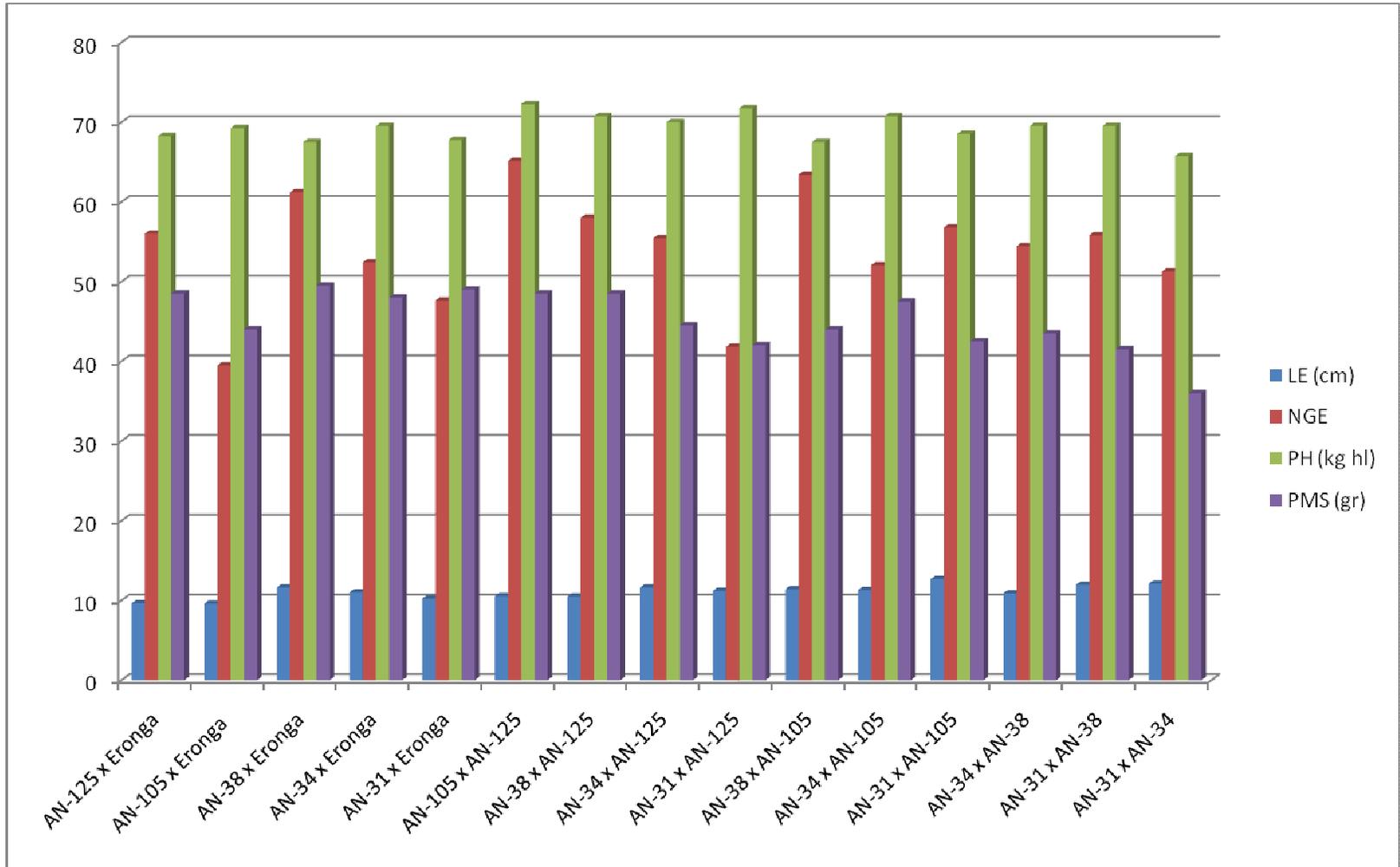


Figura A.3. Comparación de media de las cruzas para las variables agronómicas en F_1 .

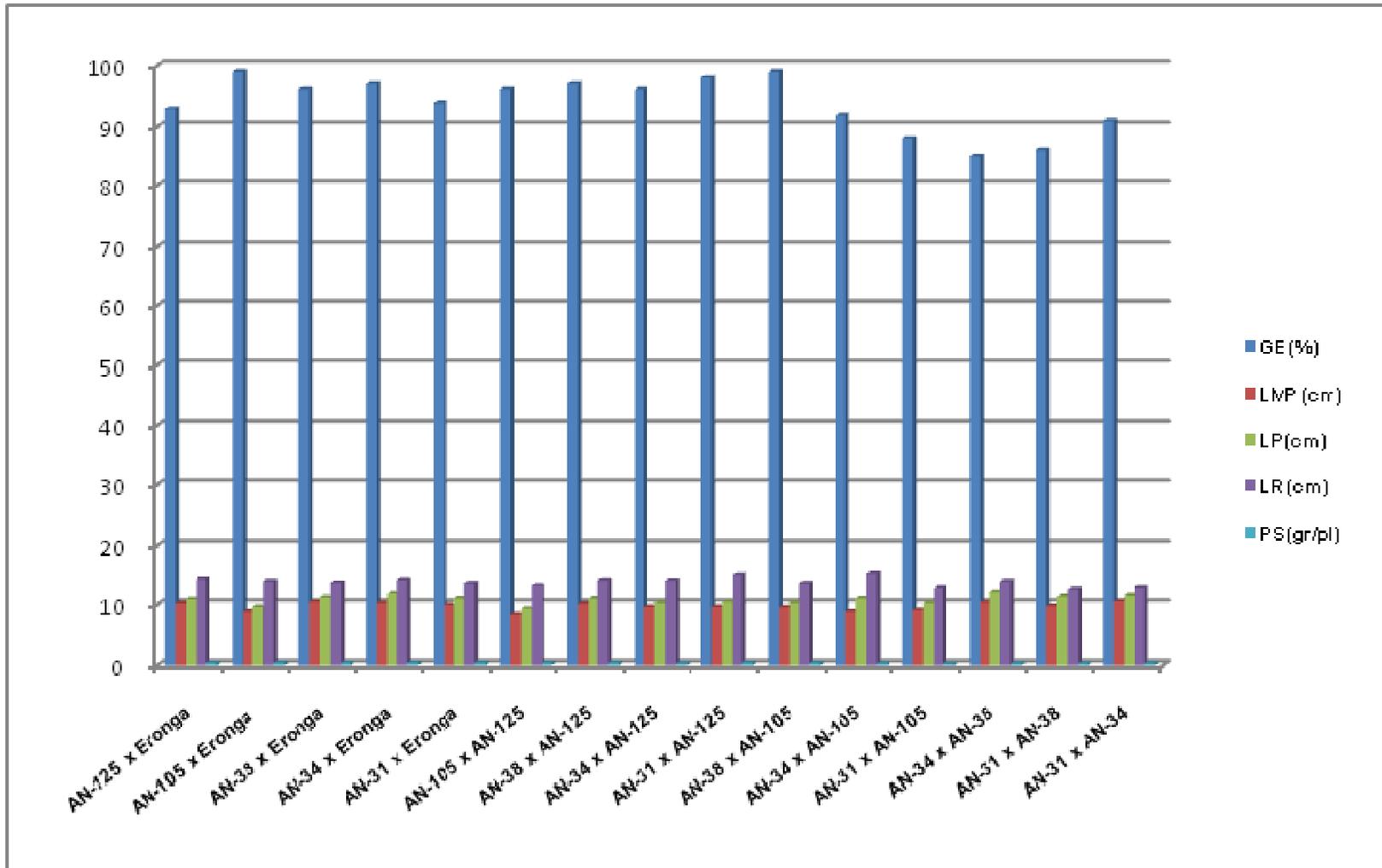


Figura A.4. Comparación de medias de las cruzas para las variables fisiológicas en F₁.

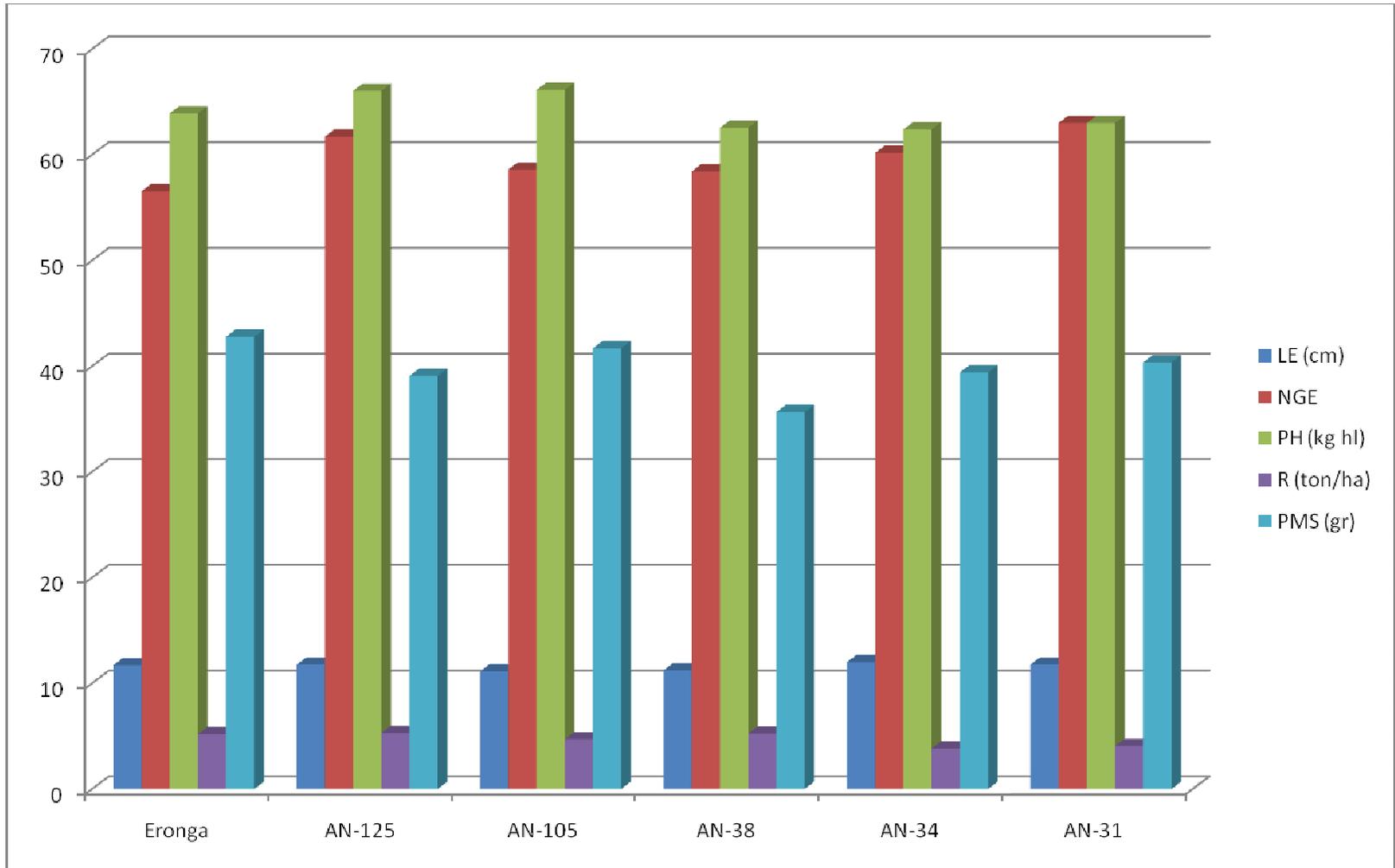


Figura A.5. Comparación de medias de los progenitores para las variables agronómicas en F_2 .

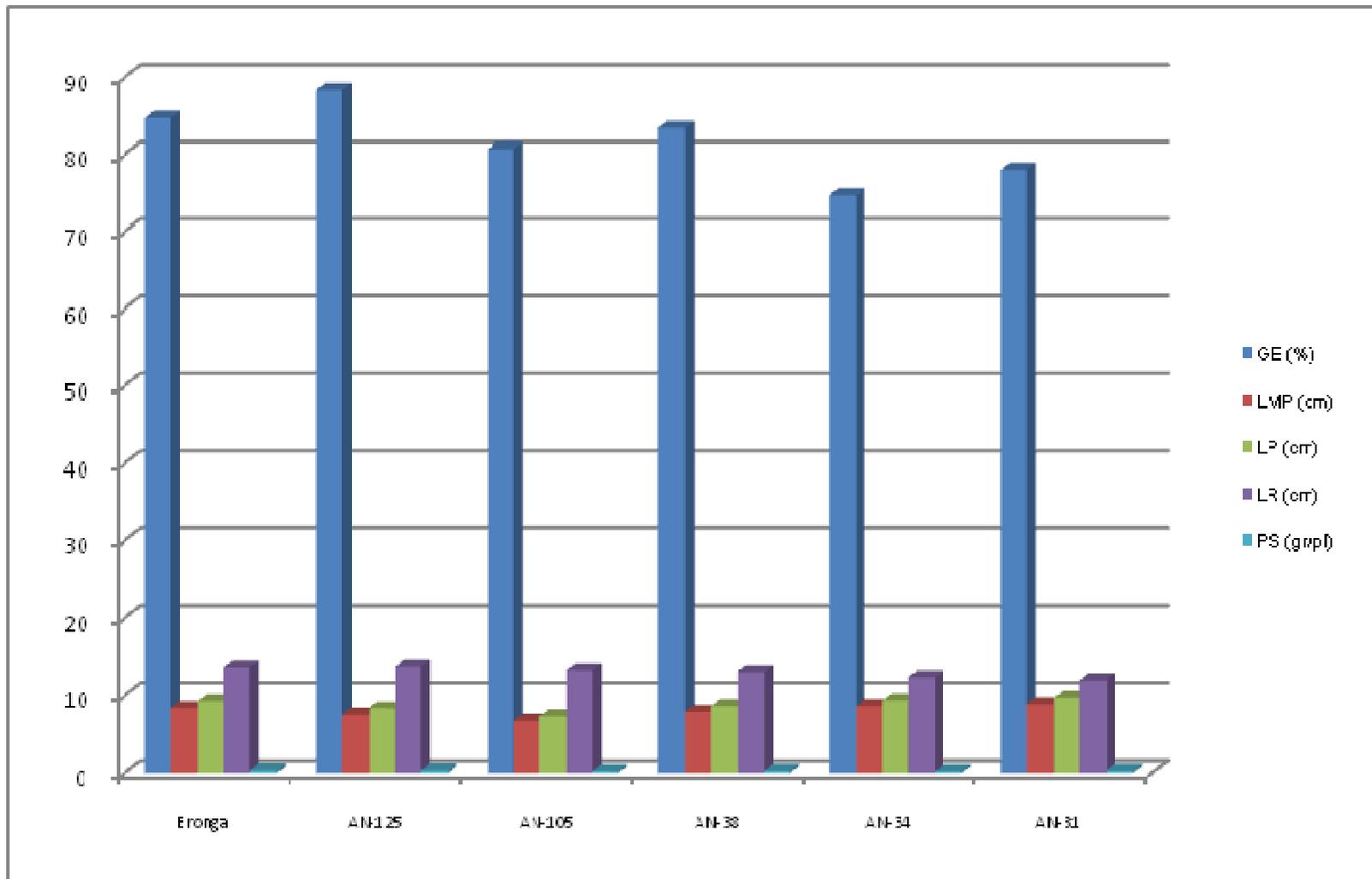


Figura A.6. Comparación de medias de los progenitores para las variables fisiológicas en F_2 .

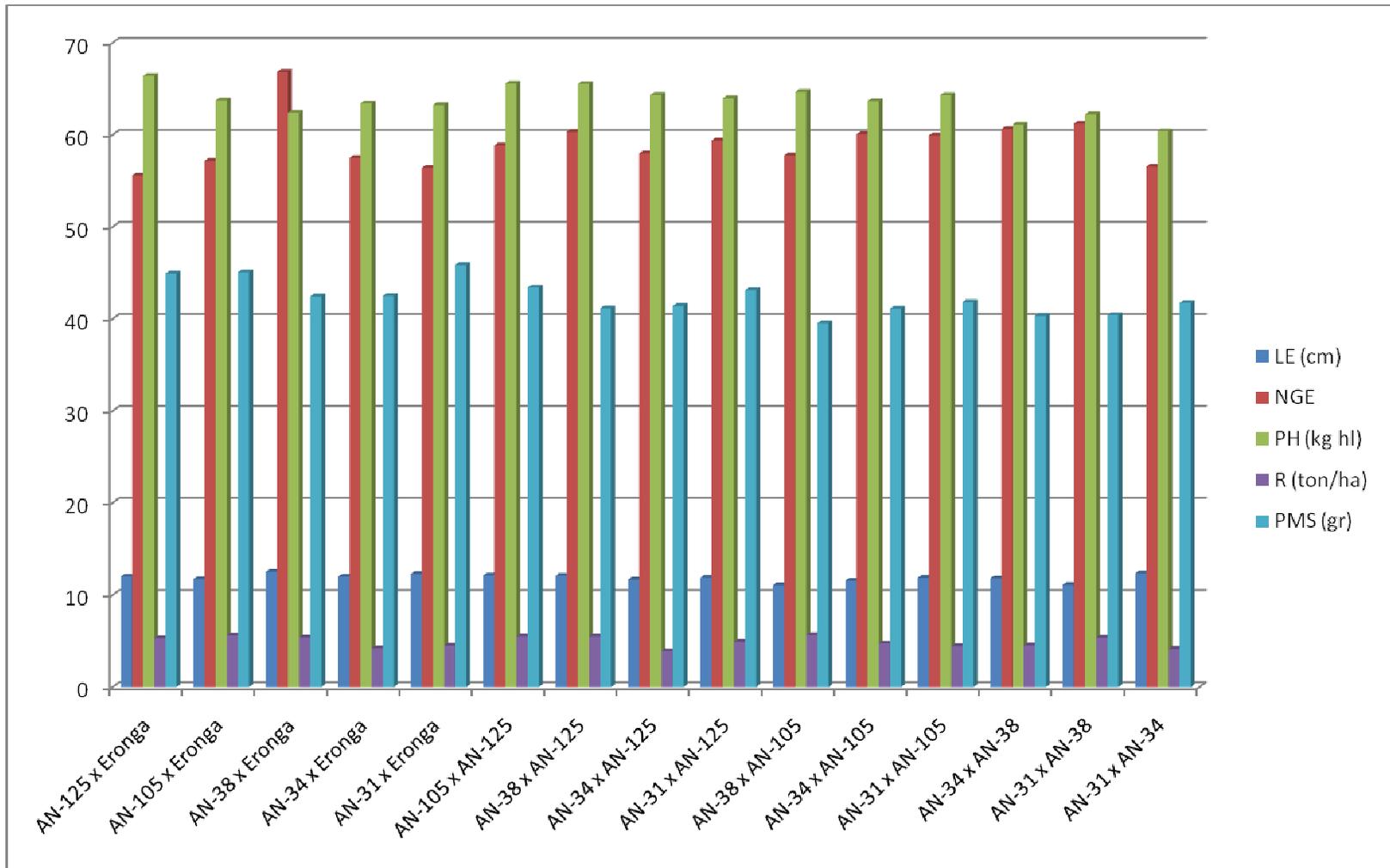


Figura A.7. Comparación de medias de las cruzas para las variables agronómicas en F_2 .

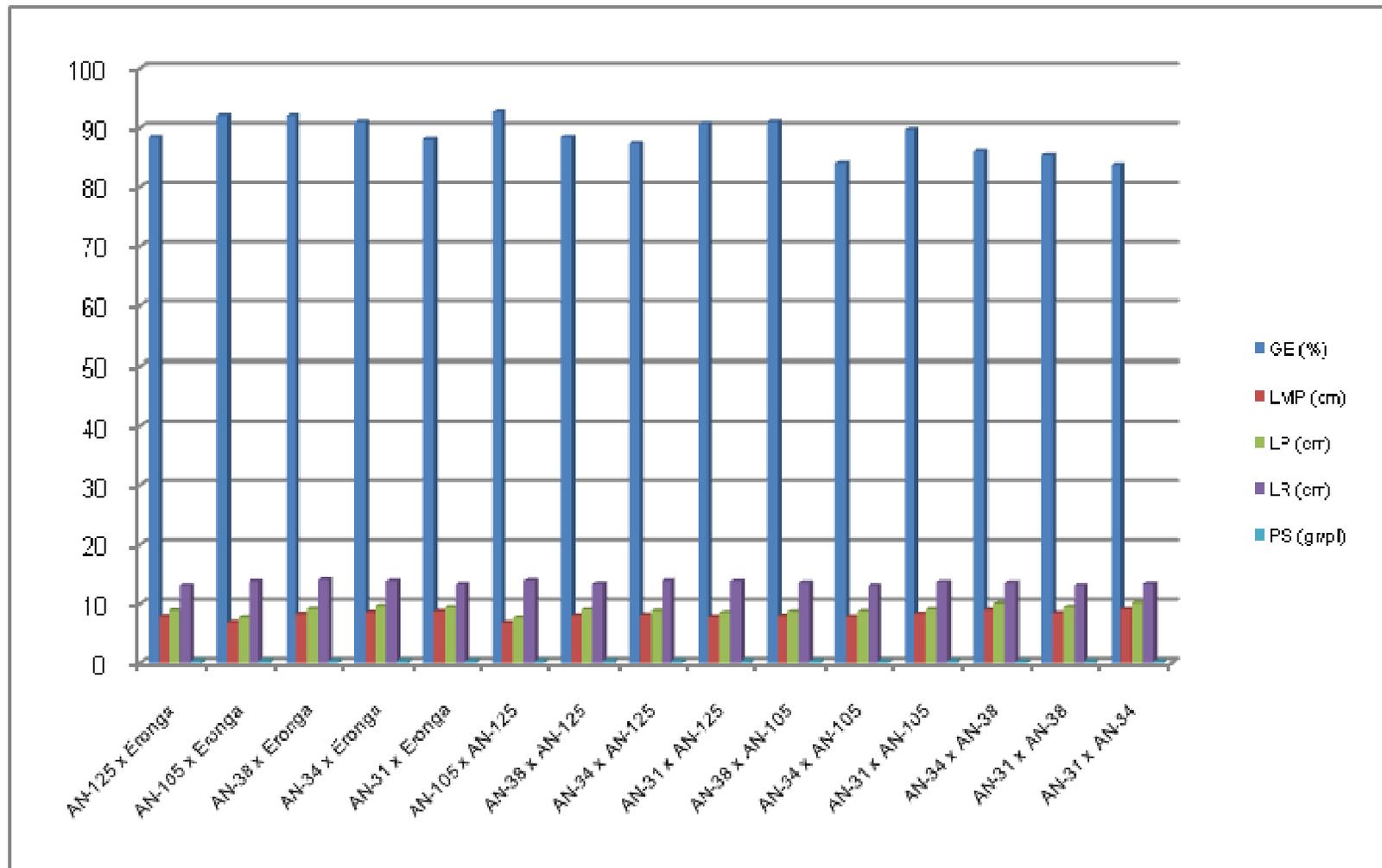


Figura A.8. Comparación de medias de las cruzas para las variables fisiológicas en F₂.

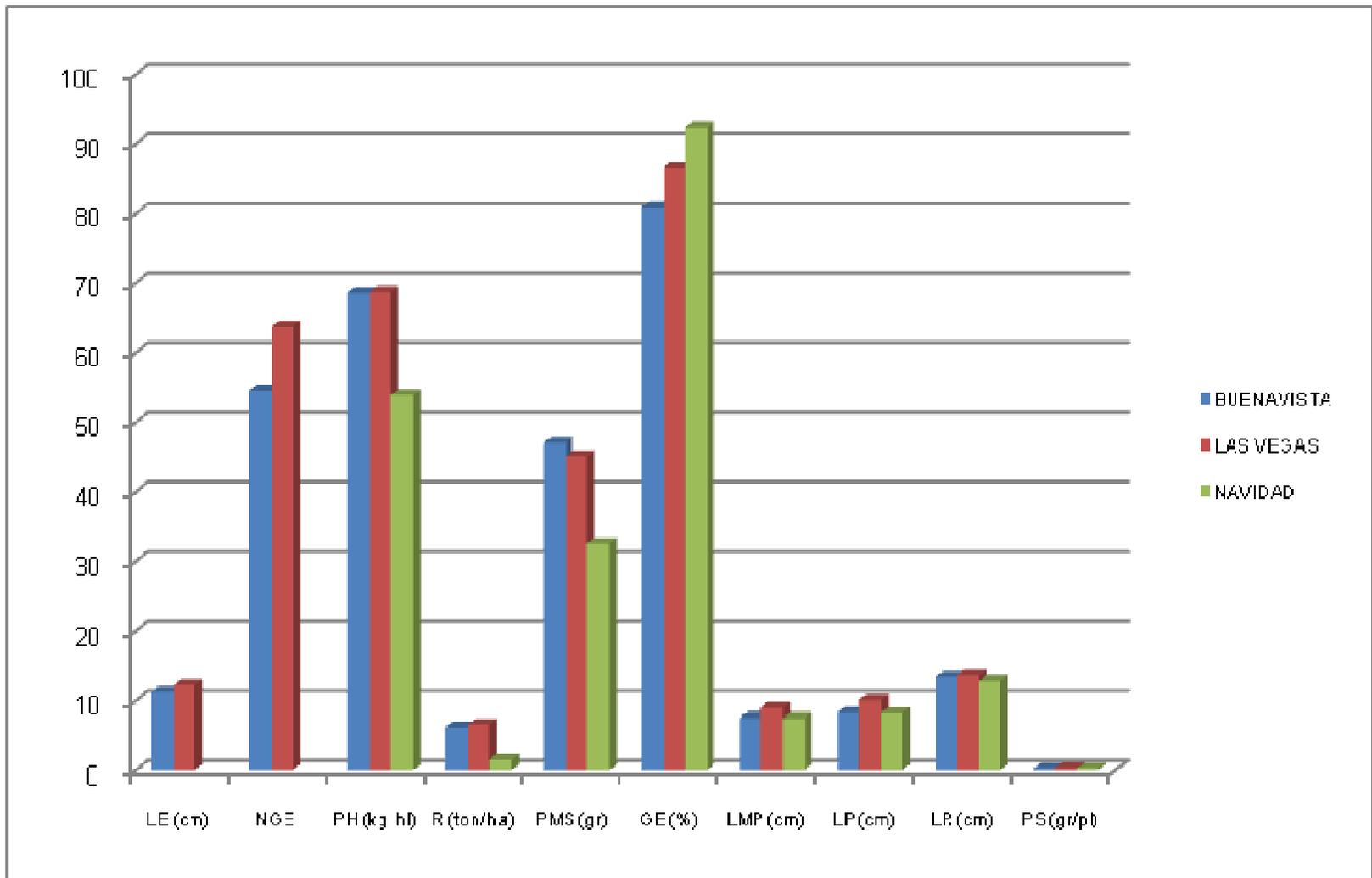


Figura A.9. Comparación de medias para Ambiente en F₂.

Heterosis F₂

Cuadro A.1 Porcentaje de heterosis en F₂ para la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, ciclo de producción 2006-2007.

| CRUZAS | LE | NGE | PH | R | PMS | GE | LMP | LP | LR | PS |
|-----------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| AN-125 x Eronga | 3.90 | -14.79 | -0.18 | -11.75 | 3.57 | 1.89 | 13.52 | 17.57 | 4.05 | 18.18 |
| AN-105 x Eronga | -1.27 | -3.88 | -4.04 | 12.64 | 6.00 | 20.00 | 6.17 | 1.21 | 9.29 | 66.99 |
| AN-38 x Eronga | 6.52 | 17.16 | -2.42 | -2.24 | 6.46 | 15.38 | 29.43 | 23.76 | 11.59 | 58.00 |
| AN-34 x Eronga | -0.91 | -13.56 | 0.02 | -8.86 | 3.69 | 37.78 | 19.88 | 21.33 | 12.31 | 72.73 |
| AN-31 x Eronga | 2.64 | -3.53 | -0.12 | -1.58 | 8.85 | 11.41 | 16.34 | 10.72 | 4.57 | 27.62 |
| AN-105 x AN-125 | 6.51 | -14.23 | 0.18 | 15.98 | 1.61 | 22.08 | 2.60 | 9.68 | 8.44 | 49.09 |
| AN-38 x AN-125 | 1.63 | -7.97 | 0.39 | 2.91 | 8.17 | 10.97 | 12.07 | 14.61 | 3.41 | 33.64 |
| AN-34 x AN-125 | -0.27 | -14.13 | 0.26 | -9.24 | 7.67 | 14.93 | 7.49 | 2.23 | 4.04 | 17.89 |
| AN-31 x AN-125 | 2.07 | -4.79 | -3.12 | 9.04 | 12.04 | 14.86 | -1.20 | 0.90 | 3.60 | 31.25 |
| AN-38 x AN-105 | 3.64 | -0.79 | 5.22 | 2.19 | -0.14 | 24.50 | 19.46 | 22.49 | 4.63 | 50.00 |
| AN-34 x AN-105 | 1.81 | -3.34 | 2.15 | 0.34 | -5.66 | 9.23 | -6.36 | -7.80 | -0.17 | -3.41 |
| AN-31 x AN-105 | 1.28 | -0.44 | 0.04 | -7.31 | 2.13 | 27.78 | 12.25 | 13.49 | 4.11 | 44.76 |
| AN-34 x AN-38 | 2.74 | -5.39 | -0.96 | -7.23 | 4.63 | 16.03 | 3.50 | 4.99 | 5.79 | 7.06 |
| AN-31 x AN-38 | 0.20 | 4.84 | 1.48 | 15.86 | 7.22 | 3.45 | 5.93 | 8.73 | -0.09 | -0.98 |
| AN-31 x AN-34 | 4.97 | -14.96 | -0.68 | 3.36 | 5.92 | 22.58 | 3.20 | 3.82 | 13.23 | 22.22 |

Cuadro A.2 Porcentaje de heterosis en F₂ para la localidad Las Vegas, Torreón, Coahuila, México, ciclo de producción 2006-2007.

| CRUZAS | LE | NGE | PH | R | PMS | GE | LMP | LP | LR | PS |
|-----------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| AN-125 x Eronga | 1.05 | 1.93 | 4.87 | 10.23 | 11.76 | 2.96 | 6.25 | 7.49 | -8.65 | 12.00 |
| AN-105 x Eronga | 6.63 | 2.12 | -3.28 | 12.59 | 3.86 | 4.71 | -6.69 | -3.51 | 1.73 | 4.87 |
| AN-38 x Eronga | 11.85 | 15.46 | -1.26 | 6.40 | 7.21 | 10.18 | 6.61 | 4.29 | 4.73 | 18.60 |
| AN-34 x Eronga | 3.10 | 9.47 | 3.69 | -9.24 | 3.94 | 5.59 | -1.28 | 1.74 | 3.07 | 12.12 |
| AN-31 x Eronga | 6.69 | -7.33 | 1.71 | -3.98 | 12.53 | 0.00 | -3.79 | -6.58 | -0.26 | -3.95 |
| AN-105 x AN-125 | 5.63 | 9.62 | -5.24 | 1.75 | 6.13 | 0.57 | 2.66 | 1.07 | 3.03 | 2.48 |
| AN-38 x AN-125 | 8.83 | 8.33 | 2.70 | 5.70 | 6.99 | 0.00 | 20.21 | 17.51 | 4.58 | 12.45 |
| AN-34 x AN-125 | -3.22 | 4.27 | 2.00 | -20.47 | 3.42 | 14.46 | 4.48 | 6.70 | 11.27 | 21.34 |
| AN-31 x AN-125 | 0.25 | -4.70 | 1.81 | 2.51 | 3.94 | 1.69 | 2.27 | -3.55 | 9.38 | -2.51 |
| AN-38 x AN-105 | -4.78 | -1.72 | -4.96 | 23.99 | 4.48 | -1.73 | 9.57 | 10.39 | 9.14 | 0.44 |
| AN-34 x AN-105 | -1.73 | 5.61 | -4.11 | 21.92 | 4.76 | 1.80 | 3.07 | 5.35 | 0.11 | 3.03 |
| AN-31 x AN-105 | 6.15 | -2.24 | -1.43 | 7.89 | -0.55 | -4.49 | 12.56 | 8.24 | 4.01 | -7.75 |
| AN-34 x AN-38 | 0.65 | 9.49 | -5.80 | 4.50 | 7.34 | 6.10 | 19.85 | 22.02 | 12.04 | 26.13 |
| AN-31 x AN-38 | -6.48 | -2.61 | -4.78 | 15.01 | 2.11 | -0.57 | 10.31 | 9.51 | 5.68 | 1.53 |
| AN-31 x AN-34 | 3.24 | -2.16 | -6.76 | 8.43 | 2.27 | -6.51 | 3.03 | 5.45 | 2.84 | -13.43 |

Cuadro A.3 Porcentaje de heterosis en F_2 para la localidad de Navidad, Nuevo León, México, ciclo de producción 2006-2007.

| CRUZAS | PH | R | PMS | GE | LMP | LP | LR | PS |
|-----------------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| AN-125 x Eronga | 1.84 | 11.17 | 16.56 | 1.57 | -19.54 | -19.09 | -10.54 | -6.84 |
| AN-105 x Eronga | 2.58 | 22.51 | 11.95 | 9.94 | -22.25 | -17.83 | -6.42 | 4.84 |
| AN-38 x Eronga | 0.07 | 12.72 | 12.24 | 3.87 | -25.46 | -16.26 | -1.50 | -6.18 |
| AN-34 x Eronga | -3.19 | 15.72 | 2.18 | 4.40 | -12.00 | -10.09 | 3.16 | 1.86 |
| AN-31 x Eronga | -3.26 | -3.52 | 9.41 | 13.77 | -5.73 | -4.59 | 5.80 | 26.41 |
| AN-105 x AN-125 | 3.99 | 30.06 | 18.74 | 7.87 | -16.77 | -14.91 | -4.08 | 1.13 |
| AN-38 x AN-125 | 2.91 | 8.91 | 17.49 | -1.06 | -17.97 | -10.56 | -10.36 | -14.38 |
| AN-34 x AN-125 | -2.26 | -10.16 | 5.44 | -4.76 | -10.91 | -8.56 | 2.07 | -11.19 |
| AN-31 x AN-125 | -1.37 | -3.66 | 10.14 | 11.49 | -14.94 | -13.78 | 7.95 | 12.90 |
| AN-38 x AN-105 | 1.51 | 20.00 | 2.52 | 11.90 | -2.44 | -2.42 | -6.74 | 19.31 |
| AN-34 x AN-105 | -0.68 | 9.71 | 7.13 | 13.61 | 8.52 | 17.22 | 4.28 | 25.11 |
| AN-31 x AN-105 | 0.43 | 9.00 | 5.24 | 19.48 | -5.04 | -0.84 | 15.51 | 32.28 |
| AN-34 x AN-38 | 0.85 | 9.45 | 11.48 | 6.15 | 3.47 | 6.84 | 0.01 | 7.87 |
| AN-31 x AN-38 | 0.99 | 15.85 | 10.74 | 14.63 | -13.37 | -8.31 | 6.22 | 25.00 |
| AN-31 x AN-34 | -3.47 | 1.36 | 6.21 | 16.36 | 5.93 | 11.73 | 13.41 | 21.90 |

Heterosis para las F_1

Cuadro A.4. Heterosis para longitud de espiga (LE) comparando la F_1 con la media de sus progenitores.

| CRUZAS | F_1 | P_1 | P_2 | $P_1+P_2/2$ | H (%) |
|-----------------|-------|-------|-------|-------------|-------|
| AN-125 x Eronga | 9.63 | 10.83 | 10.06 | 10.12 | -7.80 |
| AN-105 x Eronga | 9.58 | 10.83 | 9.42 | 10.12 | -5.38 |
| AN-38 x Eronga | 11.60 | 10.83 | 10.36 | 10.59 | 9.49 |
| AN-34 x Eronga | 10.99 | 10.83 | 10.24 | 10.53 | 4.32 |
| AN-31 x Eronga | 10.23 | 10.83 | 9.79 | 10.31 | -0.78 |
| AN-105 x AN-125 | 10.53 | 10.06 | 9.42 | 9.74 | 8.11 |
| AN-38 x AN-125 | 10.49 | 10.06 | 10.36 | 10.21 | 2.74 |
| AN-34 x AN-125 | 11.59 | 10.06 | 10.24 | 10.15 | 14.19 |
| AN-31 x AN-125 | 11.18 | 10.06 | 9.79 | 9.925 | 12.64 |
| AN-38 x AN-105 | 11.39 | 9.42 | 10.36 | 9.89 | 15.17 |
| AN-34 x AN-105 | 11.29 | 9.42 | 10.24 | 9.83 | 14.85 |
| AN-31 x AN-105 | 12.67 | 9.42 | 9.79 | 9.605 | 31.91 |
| AN-34 x AN-38 | 10.88 | 10.36 | 10.24 | 10.30 | 5.63 |
| AN-31 x AN-38 | 11.95 | 10.36 | 9.79 | 10.07 | 18.61 |
| AN-31 x AN-34 | 12.09 | 10.24 | 9.79 | 10.01 | 20.72 |

Cuadro A.5. Heterosis para número de granos por espiga (NGE) comparando la F_1 con la media de sus progenitores.

| CRUZAS | F_1 | P_1 | P_2 | $P_1+P_2/2$ | H (%) |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 56.00 | 61.11 | 51.45 | 56.28 | -0.50 |
| AN-105 x Eronga | 39.48 | 61.11 | 47.35 | 54.23 | -27.20 |
| AN-38 x Eronga | 61.20 | 61.11 | 54.70 | 57.90 | 5.69 |
| AN-34 x Eronga | 52.40 | 61.11 | 37.85 | 49.48 | 5.90 |
| AN-31 x Eronga | 47.62 | 61.11 | 34.15 | 47.63 | -0.02 |
| AN-105 x AN-125 | 65.12 | 51.45 | 47.35 | 49.40 | 31.82 |
| AN-38 x AN-125 | 58.00 | 51.45 | 54.70 | 53.07 | 9.28 |
| AN-34 x AN-125 | 55.45 | 51.45 | 37.85 | 44.65 | 24.19 |
| AN-31 x AN-125 | 41.80 | 51.45 | 34.15 | 42.80 | -2.34 |
| AN-38 x AN-105 | 63.40 | 47.35 | 54.70 | 51.02 | 24.25 |
| AN-34 x AN-105 | 52.05 | 47.35 | 37.85 | 42.60 | 22.18 |
| AN-31 x AN-105 | 56.80 | 47.35 | 34.15 | 40.75 | 39.39 |
| AN-34 x AN-38 | 54.45 | 54.70 | 37.85 | 46.27 | 17.67 |
| AN-31 x AN-38 | 55.80 | 54.70 | 34.15 | 44.42 | 25.60 |
| AN-31 x AN-34 | 51.25 | 37.85 | 34.15 | 36.00 | 42.36 |

Cuadro A.6. Heterosis para peso hectolitrico (PH) comparando la F_1 con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F_1 | P_1 | P_2 | $P_1+P_2/2$ | H (%) |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 68.25 | 68.00 | 71.75 | 69.87 | -2.33 |
| AN-105 x Eronga | 69.25 | 68.00 | 72.75 | 70.37 | -1.60 |
| AN-38 x Eronga | 67.50 | 68.00 | 70.50 | 69.25 | -2.53 |
| AN-34 x Eronga | 69.50 | 68.00 | 64.25 | 66.12 | 5.10 |
| AN-31 x Eronga | 67.75 | 68.00 | 65.50 | 66.75 | 1.50 |
| AN-105 x AN-125 | 72.25 | 71.75 | 72.75 | 72.25 | 0.00 |
| AN-38 x AN-125 | 70.75 | 71.75 | 70.50 | 71.12 | -0.53 |
| AN-34 x AN-125 | 70.00 | 71.75 | 64.25 | 68.00 | 2.94 |
| AN-31 x AN-125 | 71.75 | 71.75 | 65.50 | 68.62 | 4.55 |
| AN-38 x AN-105 | 67.50 | 72.75 | 70.50 | 71.62 | -5.76 |
| AN-34 x AN-105 | 70.75 | 72.75 | 64.25 | 68.50 | 3.28 |
| AN-31 x AN-105 | 68.50 | 72.75 | 65.50 | 69.12 | -0.90 |
| AN-34 x AN-38 | 69.50 | 70.50 | 64.25 | 67.37 | 3.15 |
| AN-31 x AN-38 | 69.50 | 70.50 | 65.50 | 68.00 | 2.21 |
| AN-31 x AN-34 | 65.75 | 64.25 | 65.50 | 64.87 | 1.35 |

Cuadro A.7. Heterosis para peso de mil semillas (PMS) comparando la F_1 con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₁ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 48.50 | 51.00 | 44.50 | 47.75 | 1.57 |
| AN-105 x Eronga | 44.00 | 51.00 | 43.00 | 47.00 | -6.38 |
| AN-38 x Eronga | 49.50 | 51.00 | 37.50 | 44.25 | 11.86 |
| AN-34 x Eronga | 48.00 | 51.00 | 33.00 | 42.00 | 14.29 |
| AN-31 x Eronga | 49.00 | 51.00 | 37.00 | 44.00 | 11.36 |
| AN-105 x AN-125 | 48.50 | 44.50 | 43.00 | 43.75 | 10.86 |
| AN-38 x AN-125 | 48.50 | 44.50 | 37.50 | 41.00 | 18.29 |
| AN-34 x AN-125 | 44.50 | 44.50 | 33.00 | 38.75 | 14.84 |
| AN-31 x AN-125 | 42.00 | 44.50 | 37.00 | 40.75 | 3.07 |
| AN-38 x AN-105 | 44.00 | 43.00 | 37.50 | 40.25 | 9.32 |
| AN-34 x AN-105 | 47.50 | 43.00 | 33.00 | 38.00 | 25.00 |
| AN-31 x AN-105 | 42.50 | 43.00 | 37.00 | 40.00 | 6.25 |
| AN-34 x AN-38 | 43.50 | 37.50 | 33.00 | 35.25 | 23.40 |
| AN-31 x AN-38 | 41.50 | 37.50 | 37.00 | 37.25 | 11.41 |
| AN-31 x AN-34 | 36.00 | 33.00 | 37.00 | 35.00 | 2.86 |

Cuadro A.8. Heterosis para germinación estándar (GS) comparando la F_1 con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₁ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 93.00 | 98.00 | 96.00 | 97.00 | -4.12 |
| AN-105 x Eronga | 99.00 | 98.00 | 91.00 | 94.50 | 4.76 |
| AN-38 x Eronga | 96.00 | 98.00 | 93.00 | 95.50 | 0.52 |
| AN-34 x Eronga | 97.00 | 98.00 | 96.00 | 97.00 | 0.00 |
| AN-31 x Eronga | 94.00 | 98.00 | 80.00 | 89.00 | 5.62 |
| AN-105 x AN-125 | 96.00 | 96.00 | 91.00 | 93.50 | 2.67 |
| AN-38 x AN-125 | 97.00 | 96.00 | 93.00 | 94.50 | 2.65 |
| AN-34 x AN-125 | 96.00 | 96.00 | 96.00 | 96.00 | 0.00 |
| AN-31 x AN-125 | 98.00 | 96.00 | 80.00 | 88.00 | 11.36 |
| AN-38 x AN-105 | 99.00 | 91.00 | 93.00 | 92.00 | 7.61 |
| AN-34 x AN-105 | 92.00 | 91.00 | 96.00 | 93.50 | -1.60 |
| AN-31 x AN-105 | 88.00 | 91.00 | 80.00 | 85.50 | 2.92 |
| AN-34 x AN-38 | 85.00 | 93.00 | 96.00 | 94.50 | -10.05 |
| AN-31 x AN-38 | 86.00 | 93.00 | 80.00 | 86.50 | -0.58 |
| AN-31 x AN-34 | 91.00 | 96.00 | 80.00 | 88.00 | 3.41 |

Cuadro A.9. Heterosis para longitud media de plúmula (LMP) comparando la F_1 con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₁ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 10.29 | 10.30 | 8.64 | 9.47 | 8.66 |
| AN-105 x Eronga | 8.85 | 10.30 | 8.19 | 9.24 | -4.27 |
| AN-38 x Eronga | 10.48 | 10.30 | 9.99 | 10.14 | 3.30 |
| AN-34 x Eronga | 10.33 | 10.30 | 9.73 | 10.01 | 3.15 |
| AN-31 x Eronga | 9.99 | 10.30 | 10.03 | 10.16 | -1.72 |
| AN-105 x AN-125 | 8.36 | 8.64 | 8.19 | 8.41 | -0.65 |
| AN-38 x AN-125 | 10.18 | 8.64 | 9.99 | 9.31 | 9.29 |
| AN-34 x AN-125 | 9.63 | 8.64 | 9.73 | 9.18 | 4.84 |
| AN-31 x AN-125 | 9.62 | 8.64 | 10.03 | 9.33 | 3.05 |
| AN-38 x AN-105 | 9.56 | 8.19 | 9.99 | 9.09 | 5.17 |
| AN-34 x AN-105 | 8.80 | 8.19 | 9.73 | 8.96 | -1.79 |
| AN-31 x AN-105 | 9.06 | 8.19 | 10.03 | 9.11 | -0.55 |
| AN-34 x AN-38 | 10.41 | 9.99 | 9.73 | 9.86 | 5.58 |
| AN-31 x AN-38 | 9.80 | 9.99 | 10.03 | 10.01 | -2.10 |
| AN-31 x AN-34 | 10.56 | 9.73 | 10.03 | 9.88 | 6.88 |

Cuadro A.10. Heterosis para longitud de plúmula (LP) comparando la F_1 con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₁ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 10.95 | 11.55 | 9.43 | 10.49 | 4.39 |
| AN-105 x Eronga | 9.65 | 11.55 | 9.35 | 10.45 | -7.66 |
| AN-38 x Eronga | 11.26 | 11.55 | 10.84 | 11.19 | 0.58 |
| AN-34 x Eronga | 11.88 | 11.55 | 10.50 | 11.02 | 7.76 |
| AN-31 x Eronga | 11.06 | 11.55 | 11.32 | 11.43 | -3.28 |
| AN-105 x AN-125 | 9.36 | 9.43 | 9.35 | 9.39 | -0.32 |
| AN-38 x AN-125 | 11.08 | 9.43 | 10.84 | 10.13 | 9.32 |
| AN-34 x AN-125 | 10.36 | 9.43 | 10.50 | 9.96 | 3.96 |
| AN-31 x AN-125 | 10.48 | 9.43 | 11.32 | 10.37 | 1.01 |
| AN-38 x AN-105 | 10.38 | 9.35 | 10.84 | 10.09 | 2.82 |
| AN-34 x AN-105 | 11.08 | 9.35 | 10.50 | 9.92 | 11.64 |
| AN-31 x AN-105 | 10.32 | 9.35 | 11.32 | 10.33 | -0.15 |
| AN-34 x AN-38 | 12.12 | 10.84 | 10.50 | 10.67 | 13.59 |
| AN-31 x AN-38 | 11.39 | 10.84 | 11.32 | 11.08 | 2.80 |
| AN-31 x AN-34 | 11.59 | 10.50 | 11.32 | 10.91 | 6.23 |

Cuadro A.11. Heterosis para número de granos por espiga (NGE) comparando la F_1 con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₁ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 14.34 | 14.49 | 13.57 | 14.03 | 2.21 |
| AN-105 x Eronga | 13.93 | 14.49 | 12.51 | 13.50 | 3.19 |
| AN-38 x Eronga | 13.67 | 14.49 | 11.70 | 13.09 | 4.39 |
| AN-34 x Eronga | 14.13 | 14.49 | 11.52 | 13.00 | 8.65 |
| AN-31 x Eronga | 13.60 | 14.49 | 11.95 | 13.22 | 2.87 |
| AN-105 x AN-125 | 13.22 | 13.57 | 12.51 | 13.04 | 1.38 |
| AN-38 x AN-125 | 14.07 | 13.57 | 11.70 | 12.63 | 11.36 |
| AN-34 x AN-125 | 14.04 | 13.57 | 11.52 | 12.54 | 11.92 |
| AN-31 x AN-125 | 15.04 | 13.57 | 11.95 | 12.76 | 17.87 |
| AN-38 x AN-105 | 13.60 | 12.51 | 11.70 | 12.10 | 12.35 |
| AN-34 x AN-105 | 15.27 | 12.51 | 11.52 | 12.01 | 27.09 |
| AN-31 x AN-105 | 12.84 | 12.51 | 11.95 | 12.23 | 4.99 |
| AN-34 x AN-38 | 13.88 | 11.70 | 11.52 | 11.61 | 19.55 |
| AN-31 x AN-38 | 12.59 | 11.70 | 11.95 | 11.82 | 6.47 |
| AN-31 x AN-34 | 12.88 | 11.52 | 11.95 | 11.73 | 9.76 |

Cuadro A.12. Heterosis para peso seco (PS) comparando la F_1 con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₁ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 0.46 | 0.54 | 0.39 | 0.47 | -1.08 |
| AN-105 x Eronga | 0.44 | 0.54 | 0.36 | 0.45 | -2.22 |
| AN-38 x Eronga | 0.42 | 0.54 | 0.34 | 0.44 | -4.55 |
| AN-34 x Eronga | 0.44 | 0.54 | 0.35 | 0.45 | -1.12 |
| AN-31 x Eronga | 0.42 | 0.54 | 0.27 | 0.41 | 3.70 |
| AN-105 x AN-125 | 0.41 | 0.39 | 0.36 | 0.38 | 9.33 |
| AN-38 x AN-125 | 0.43 | 0.39 | 0.34 | 0.37 | 17.81 |
| AN-34 x AN-125 | 0.38 | 0.39 | 0.35 | 0.37 | 2.70 |
| AN-31 x AN-125 | 0.42 | 0.39 | 0.27 | 0.33 | 27.27 |
| AN-38 x AN-105 | 0.41 | 0.36 | 0.34 | 0.35 | 17.14 |
| AN-34 x AN-105 | 0.36 | 0.36 | 0.35 | 0.36 | 1.41 |
| AN-31 x AN-105 | 0.31 | 0.36 | 0.27 | 0.32 | -1.59 |
| AN-34 x AN-38 | 0.33 | 0.34 | 0.35 | 0.35 | -4.35 |
| AN-31 x AN-38 | 0.33 | 0.34 | 0.27 | 0.31 | 8.20 |
| AN-31 x AN-34 | 0.36 | 0.35 | 0.27 | 0.31 | 16.13 |

Heterosis en un Combinado para las F₂

Cuadro A.13. Heterosis para longitud de espiga (LE) comparando la F₂ en un combinado de dos localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F ₂ | P ₁ | P ₂ | P ₁ +P ₂ /2 | H (%) |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------------|-------|
| AN-125 x Eronga | 12.02 | 11.70 | 11.76 | 11.73 | 2.47 |
| AN-105 x Eronga | 11.72 | 11.70 | 11.11 | 11.41 | 2.76 |
| AN-38 x Eronga | 12.52 | 11.70 | 11.22 | 11.46 | 9.25 |
| AN-34 x Eronga | 12.00 | 11.70 | 12.01 | 11.86 | 1.22 |
| AN-31 x Eronga | 12.29 | 11.70 | 11.76 | 11.73 | 4.77 |
| AN-105 x AN-125 | 12.13 | 11.76 | 11.11 | 11.44 | 6.08 |
| AN-38 x AN-125 | 12.11 | 11.76 | 11.22 | 11.49 | 5.40 |
| AN-34 x AN-125 | 11.67 | 11.76 | 12.01 | 11.89 | -1.81 |
| AN-31 x AN-125 | 11.89 | 11.76 | 11.76 | 11.76 | 1.11 |
| AN-38 x AN-105 | 11.08 | 11.11 | 11.22 | 11.17 | -0.76 |
| AN-34 x AN-105 | 11.55 | 11.11 | 12.01 | 11.56 | -0.09 |
| AN-31 x AN-105 | 11.88 | 11.11 | 11.76 | 11.44 | 3.89 |
| AN-34 x AN-38 | 11.81 | 11.22 | 12.01 | 11.62 | 1.68 |
| AN-31 x AN-38 | 11.11 | 11.22 | 11.76 | 11.49 | -3.31 |
| AN-31 x AN-34 | 12.37 | 12.01 | 11.76 | 11.89 | 4.08 |

Cuadro A.14. Heterosis para número de granos por espiga (NGE) comparando la F₂ en un combinado de dos localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F ₂ | P ₁ | P ₂ | P ₁ +P ₂ /2 | H (%) |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------------|-------|
| AN-125 x Eronga | 55.58 | 56.55 | 61.71 | 59.13 | -6.00 |
| AN-105 x Eronga | 57.16 | 56.55 | 58.60 | 57.58 | -0.72 |
| AN-38 x Eronga | 66.83 | 56.55 | 58.43 | 57.49 | 16.25 |
| AN-34 x Eronga | 57.50 | 56.55 | 60.17 | 58.36 | -1.47 |
| AN-31 x Eronga | 56.41 | 56.55 | 63.00 | 59.78 | -5.63 |
| AN-105 x AN-125 | 58.86 | 61.71 | 58.60 | 60.16 | -2.15 |
| AN-38 x AN-125 | 60.32 | 61.71 | 58.43 | 60.07 | 0.42 |
| AN-34 x AN-125 | 57.98 | 61.71 | 60.17 | 60.94 | -4.86 |
| AN-31 x AN-125 | 59.40 | 61.71 | 63.00 | 62.36 | -4.74 |
| AN-38 x AN-105 | 57.77 | 58.60 | 58.43 | 58.52 | -1.27 |
| AN-34 x AN-105 | 60.08 | 58.60 | 60.17 | 59.39 | 1.17 |
| AN-31 x AN-105 | 59.95 | 58.60 | 63.00 | 60.80 | -1.40 |
| AN-34 x AN-38 | 60.63 | 58.43 | 60.17 | 59.30 | 2.24 |
| AN-31 x AN-38 | 61.21 | 58.43 | 63.00 | 60.72 | 0.82 |
| AN-31 x AN-34 | 56.55 | 60.17 | 63.00 | 61.59 | -8.18 |

Cuadro A.15. Heterosis para peso hectolitrico (PH) comparando la F_2 en un combinado de tres localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₂ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 66.42 | 63.91 | 66.04 | 64.98 | 2.22 |
| AN-105 x Eronga | 63.76 | 63.91 | 66.13 | 65.02 | -1.94 |
| AN-38 x Eronga | 62.41 | 63.91 | 62.55 | 63.23 | -1.30 |
| AN-34 x Eronga | 63.43 | 63.91 | 62.39 | 63.15 | 0.44 |
| AN-31 x Eronga | 63.23 | 63.91 | 63.00 | 63.46 | -0.35 |
| AN-105 x AN-125 | 65.58 | 66.04 | 66.13 | 66.09 | -0.76 |
| AN-38 x AN-125 | 65.54 | 66.04 | 62.55 | 64.30 | 1.94 |
| AN-34 x AN-125 | 64.34 | 66.04 | 62.39 | 64.22 | 0.19 |
| AN-31 x AN-125 | 63.97 | 66.04 | 63.00 | 64.52 | -0.85 |
| AN-38 x AN-105 | 64.66 | 66.13 | 62.55 | 64.34 | 0.50 |
| AN-34 x AN-105 | 63.67 | 66.13 | 62.39 | 64.26 | -0.92 |
| AN-31 x AN-105 | 64.32 | 66.13 | 63.00 | 64.57 | -0.38 |
| AN-34 x AN-38 | 61.11 | 62.55 | 62.39 | 62.47 | -2.18 |
| AN-31 x AN-38 | 62.22 | 62.55 | 63.00 | 62.78 | -0.88 |
| AN-31 x AN-34 | 60.40 | 62.39 | 63.00 | 62.70 | -3.66 |

Cuadro A.16. Heterosis para rendimiento (R) comparando la F_2 en un combinado de tres localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₂ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 5.29 | 5.18 | 5.29 | 5.24 | 1.05 |
| AN-105 x Eronga | 5.61 | 5.18 | 4.71 | 4.95 | 13.45 |
| AN-38 x Eronga | 5.38 | 5.18 | 5.23 | 5.21 | 3.36 |
| AN-34 x Eronga | 4.22 | 5.18 | 3.83 | 4.51 | -6.33 |
| AN-31 x Eronga | 4.49 | 5.18 | 4.06 | 4.62 | -2.81 |
| AN-105 x AN-125 | 5.51 | 5.29 | 4.71 | 5.00 | 10.20 |
| AN-38 x AN-125 | 5.51 | 5.29 | 5.23 | 5.26 | 4.75 |
| AN-34 x AN-125 | 3.90 | 5.29 | 3.83 | 4.56 | -14.47 |
| AN-31 x AN-125 | 4.90 | 5.29 | 4.06 | 4.68 | 4.81 |
| AN-38 x AN-105 | 5.65 | 4.71 | 5.23 | 4.97 | 13.68 |
| AN-34 x AN-105 | 4.73 | 4.71 | 3.83 | 4.27 | 10.77 |
| AN-31 x AN-105 | 4.43 | 4.71 | 4.06 | 4.39 | 1.03 |
| AN-34 x AN-38 | 4.52 | 5.23 | 3.83 | 4.53 | -0.22 |
| AN-31 x AN-38 | 5.36 | 5.23 | 4.06 | 4.65 | 15.39 |
| AN-31 x AN-34 | 4.15 | 3.83 | 4.06 | 3.95 | 5.20 |

Cuadro A.17. Heterosis para peso de mil semillas (PMS) comparando la F₂ en un combinado de tres localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₂ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 44.94 | 42.79 | 39.08 | 40.94 | 9.78 |
| AN-105 x Eronga | 45.08 | 42.79 | 41.70 | 42.25 | 6.71 |
| AN-38 x Eronga | 42.45 | 42.79 | 35.66 | 39.23 | 8.22 |
| AN-34 x Eronga | 42.50 | 42.79 | 39.41 | 41.10 | 3.41 |
| AN-31 x Eronga | 45.87 | 42.79 | 40.37 | 41.58 | 10.32 |
| AN-105 x AN-125 | 43.41 | 39.08 | 41.70 | 40.39 | 7.48 |
| AN-38 x AN-125 | 41.16 | 39.08 | 35.66 | 37.37 | 10.14 |
| AN-34 x AN-125 | 41.41 | 39.08 | 39.41 | 39.25 | 5.52 |
| AN-31 x AN-125 | 43.12 | 39.08 | 40.37 | 39.73 | 8.55 |
| AN-38 x AN-105 | 39.54 | 41.70 | 35.66 | 38.68 | 2.22 |
| AN-34 x AN-105 | 41.12 | 41.70 | 39.41 | 40.56 | 1.39 |
| AN-31 x AN-105 | 41.83 | 41.70 | 40.37 | 41.04 | 1.94 |
| AN-34 x AN-38 | 40.33 | 35.66 | 39.41 | 37.54 | 7.45 |
| AN-31 x AN-38 | 40.41 | 35.66 | 40.37 | 38.02 | 6.30 |
| AN-31 x AN-34 | 41.75 | 39.41 | 40.37 | 39.89 | 4.66 |

Cuadro A.18. Heterosis para rendimiento (R) comparando la F₂ en un combinado de tres localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₂ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 88.33 | 84.66 | 88.33 | 86.50 | 2.12 |
| AN-105 x Eronga | 92.00 | 84.66 | 80.66 | 82.66 | 11.30 |
| AN-38 x Eronga | 92.00 | 84.66 | 83.33 | 84.00 | 9.53 |
| AN-34 x Eronga | 91.00 | 84.66 | 74.66 | 79.66 | 14.24 |
| AN-31 x Eronga | 88.00 | 84.66 | 78.00 | 81.33 | 8.20 |
| AN-105 x AN-125 | 92.66 | 88.33 | 80.66 | 84.50 | 9.66 |
| AN-38 x AN-125 | 88.33 | 88.33 | 83.33 | 85.83 | 2.91 |
| AN-34 x AN-125 | 87.33 | 88.33 | 74.66 | 81.50 | 7.16 |
| AN-31 x AN-125 | 90.66 | 88.33 | 78.00 | 83.17 | 9.01 |
| AN-38 x AN-105 | 91.00 | 80.66 | 83.33 | 82.00 | 10.98 |
| AN-34 x AN-105 | 84.00 | 80.66 | 74.66 | 77.66 | 8.16 |
| AN-31 x AN-105 | 89.66 | 80.66 | 78.00 | 79.33 | 13.02 |
| AN-34 x AN-38 | 86.00 | 83.33 | 74.66 | 79.00 | 8.87 |
| AN-31 x AN-38 | 85.33 | 83.33 | 78.00 | 80.67 | 5.78 |
| AN-31 x AN-34 | 83.66 | 74.66 | 78.00 | 76.33 | 9.60 |

Cuadro A.19. Heterosis para longitud media de plúmula (LMP) comparando la F_2 en un combinado de tres localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₂ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 7.83 | 8.34 | 7.45 | 7.90 | -0.82 |
| AN-105 x Eronga | 6.86 | 8.34 | 6.66 | 7.50 | -8.53 |
| AN-38 x Eronga | 8.22 | 8.34 | 7.84 | 8.09 | 1.61 |
| AN-34 x Eronga | 8.53 | 8.34 | 8.59 | 8.47 | 0.77 |
| AN-31 x Eronga | 8.70 | 8.34 | 8.84 | 8.59 | 1.28 |
| AN-105 x AN-125 | 6.77 | 7.45 | 6.66 | 7.06 | -4.04 |
| AN-38 x AN-125 | 7.97 | 7.45 | 7.84 | 7.65 | 4.25 |
| AN-34 x AN-125 | 8.04 | 7.45 | 8.59 | 8.02 | 0.25 |
| AN-31 x AN-125 | 7.77 | 7.45 | 8.84 | 8.15 | -4.60 |
| AN-38 x AN-105 | 7.87 | 6.66 | 7.84 | 7.25 | 8.55 |
| AN-34 x AN-105 | 7.78 | 6.66 | 8.59 | 7.63 | 2.03 |
| AN-31 x AN-105 | 8.27 | 6.66 | 8.84 | 7.75 | 6.71 |
| AN-34 x AN-38 | 8.98 | 7.84 | 8.59 | 8.22 | 9.31 |
| AN-31 x AN-38 | 8.42 | 7.84 | 8.84 | 8.34 | 0.96 |
| AN-31 x AN-34 | 9.07 | 8.59 | 8.84 | 8.72 | 4.07 |

Cuadro A.20. Heterosis para longitud de plúmula (LP) comparando la F_2 en un combinado de tres localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₂ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 8.87 | 9.26 | 8.28 | 8.77 | 1.14 |
| AN-105 x Eronga | 7.67 | 9.26 | 7.21 | 8.24 | -6.86 |
| AN-38 x Eronga | 9.15 | 9.26 | 8.57 | 8.92 | 2.64 |
| AN-34 x Eronga | 9.59 | 9.26 | 9.31 | 9.29 | 3.28 |
| AN-31 x Eronga | 9.38 | 9.26 | 9.69 | 9.48 | -1.00 |
| AN-105 x AN-125 | 7.62 | 8.28 | 7.21 | 7.75 | -1.61 |
| AN-38 x AN-125 | 9.00 | 8.28 | 8.57 | 8.43 | 6.82 |
| AN-34 x AN-125 | 8.82 | 8.28 | 9.31 | 8.80 | 0.28 |
| AN-31 x AN-125 | 8.49 | 8.28 | 9.69 | 8.99 | -5.51 |
| AN-38 x AN-105 | 8.67 | 7.21 | 8.57 | 7.89 | 9.89 |
| AN-34 x AN-105 | 8.69 | 7.21 | 9.31 | 8.26 | 5.21 |
| AN-31 x AN-105 | 9.05 | 7.21 | 9.69 | 8.45 | 7.10 |
| AN-34 x AN-38 | 10.00 | 8.57 | 9.31 | 8.94 | 11.86 |
| AN-31 x AN-38 | 9.45 | 8.57 | 9.69 | 9.13 | 3.50 |
| AN-31 x AN-34 | 10.16 | 9.31 | 9.69 | 9.50 | 6.95 |

Cuadro A.21. Heterosis para longitud de radícula (LR) comparando la F₂ en un combinado de tres localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₂ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 13.04 | 13.70 | 13.80 | 13.75 | -5.16 |
| AN-105 x Eronga | 13.72 | 13.70 | 13.33 | 13.52 | 1.52 |
| AN-38 x Eronga | 14.04 | 13.70 | 13.07 | 13.39 | 4.89 |
| AN-34 x Eronga | 13.82 | 13.70 | 12.37 | 13.04 | 6.02 |
| AN-31 x Eronga | 13.26 | 13.70 | 11.99 | 12.85 | 3.23 |
| AN-105 x AN-125 | 13.91 | 13.80 | 13.33 | 13.57 | 2.54 |
| AN-38 x AN-125 | 13.33 | 13.80 | 13.07 | 13.44 | -0.78 |
| AN-34 x AN-125 | 13.85 | 13.80 | 12.37 | 13.09 | 5.85 |
| AN-31 x AN-125 | 13.79 | 13.80 | 11.99 | 12.90 | 6.94 |
| AN-38 x AN-105 | 13.51 | 13.33 | 13.07 | 13.20 | 2.35 |
| AN-34 x AN-105 | 13.03 | 13.33 | 12.37 | 12.85 | 1.40 |
| AN-31 x AN-105 | 13.63 | 13.33 | 11.99 | 12.66 | 7.66 |
| AN-34 x AN-38 | 13.48 | 13.07 | 12.37 | 12.72 | 5.97 |
| AN-31 x AN-38 | 13.01 | 13.07 | 11.99 | 12.53 | 3.83 |
| AN-31 x AN-34 | 13.36 | 12.37 | 11.99 | 12.18 | 9.69 |

Cuadro A.22. Heterosis para peso seco (PS) comparando la F₂ en un combinado de tres localidades (AMB), con la media de sus progenitores.

| GENOTIPOS | F₂ | P₁ | P₂ | P₁+P₂/2 | H (%) |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|
| AN-125 x Eronga | 0.35 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 6.06 |
| AN-105 x Eronga | 0.36 | 0.33 | 0.26 | 0.30 | 22.03 |
| AN-38 x Eronga | 0.36 | 0.33 | 0.27 | 0.30 | 20.00 |
| AN-34 x Eronga | 0.36 | 0.33 | 0.25 | 0.29 | 24.14 |
| AN-31 x Eronga | 0.35 | 0.33 | 0.28 | 0.31 | 14.75 |
| AN-105 x AN-125 | 0.35 | 0.33 | 0.26 | 0.30 | 18.64 |
| AN-38 x AN-125 | 0.33 | 0.33 | 0.27 | 0.30 | 10.00 |
| AN-34 x AN-125 | 0.32 | 0.33 | 0.25 | 0.29 | 10.34 |
| AN-31 x AN-125 | 0.35 | 0.33 | 0.28 | 0.31 | 14.75 |
| AN-38 x AN-105 | 0.33 | 0.26 | 0.27 | 0.27 | 24.53 |
| AN-34 x AN-105 | 0.28 | 0.26 | 0.25 | 0.26 | 9.80 |
| AN-31 x AN-105 | 0.33 | 0.26 | 0.28 | 0.27 | 22.22 |
| AN-34 x AN-38 | 0.30 | 0.27 | 0.25 | 0.26 | 15.38 |
| AN-31 x AN-38 | 0.30 | 0.27 | 0.28 | 0.28 | 9.09 |
| AN-31 x AN-34 | 0.29 | 0.25 | 0.28 | 0.27 | 9.43 |

Depresión Endogámica

Cuadro A.23. Depresión endogámica para longitud de espiga (LE).

| PROGENITORES Y CRUZAS | F ₁ | F ₂ | D. E. (%) F ₁ -F ₂ /F ₁ *100 |
|--------------------------|----------------|----------------|--|
| Eronga | 10.83 | 11.70 | -8.03 |
| AN-125 | 10.06 | 11.76 | -16.89 |
| AN-105 | 9.42 | 11.11 | -17.94 |
| AN-38 | 10.36 | 11.22 | -8.30 |
| AN-34 | 10.24 | 12.01 | -17.28 |
| AN-31 | 9.79 | 11.76 | -20.12 |
| AN-125 x Eronga | 9.63 | 12.02 | -24.81 |
| AN-105 x Eronga | 9.58 | 11.72 | -22.33 |
| AN-38 x Eronga | 11.60 | 12.52 | -7.93 |
| AN-34 x Eronga | 10.99 | 12.00 | -9.19 |
| AN-31 x Eronga | 10.23 | 12.29 | -20.13 |
| AN-105 x AN-125 | 10.53 | 12.13 | -15.19 |
| AN-38 x AN-125 | 10.49 | 12.11 | -15.44 |
| AN-34 x AN-125 | 11.59 | 11.67 | -0.69 |
| AN-31 x AN-125 | 11.18 | 11.89 | -6.35 |
| AN-38 x AN-105 | 11.39 | 11.08 | 2.72 |
| AN-34 x AN-105 | 11.29 | 11.55 | -2.30 |
| AN-31 x AN-105 | 12.67 | 11.88 | 6.23 |
| AN-34 x AN-38 | 10.88 | 11.81 | -8.54 |
| AN-31 x AN-38 | 11.95 | 11.11 | 7.02 |
| AN-31 x AN-34 | 12.09 | 12.37 | -2.31 |

Cuadro A.24. Depresión endogámica para número de granos por espiga (NGE).

| PROGENITORES Y CRUZAS | F ₁ | F ₂ | D. E. (%) F ₁ -F ₂ /F ₁ *100 |
|--------------------------|----------------|----------------|--|
| Eronga | 61.11 | 56.55 | 7.46 |
| AN-125 | 51.45 | 61.71 | -19.94 |
| AN-105 | 47.35 | 58.60 | -23.76 |
| AN-38 | 54.70 | 58.43 | -6.82 |
| AN-34 | 37.85 | 60.17 | -58.97 |
| AN-31 | 34.15 | 63.00 | -84.48 |
| AN-125 x Eronga | 56.00 | 55.58 | 0.75 |
| AN-105 x Eronga | 39.48 | 57.16 | -44.78 |
| AN-38 x Eronga | 61.20 | 66.83 | -9.20 |
| AN-34 x Eronga | 52.40 | 57.50 | -9.73 |
| AN-31 x Eronga | 47.62 | 56.41 | -18.46 |
| AN-105 x AN-125 | 65.12 | 58.86 | 9.61 |
| AN-38 x AN-125 | 58.00 | 60.32 | -4.00 |
| AN-34 x AN-125 | 55.45 | 57.98 | -4.56 |
| AN-31 x AN-125 | 41.80 | 59.40 | -42.11 |
| AN-38 x AN-105 | 63.40 | 57.77 | 8.88 |
| AN-34 x AN-105 | 52.05 | 60.08 | -15.43 |
| AN-31 x AN-105 | 56.80 | 59.95 | -5.55 |
| AN-34 x AN-38 | 54.45 | 60.63 | -11.35 |
| AN-31 x AN-38 | 55.80 | 61.21 | -9.70 |
| AN-31 x AN-34 | 51.25 | 56.55 | -10.34 |

Cuadro A.25. Depresión endogámica para peso hectolitrico (PH).

| PROGENITORES Y CRUZAS | F ₁ | F ₂ | D. E. (%) F ₁ -F ₂ /F ₁ *100 |
|-----------------------|----------------|----------------|--|
| Eronga | 68.00 | 63.91 | 6.01 |
| AN-125 | 71.75 | 66.04 | 7.96 |
| AN-105 | 72.75 | 66.13 | 9.10 |
| AN-38 | 70.50 | 62.55 | 11.28 |
| AN-34 | 64.25 | 62.39 | 2.89 |
| AN-31 | 65.50 | 63.00 | 3.82 |
| AN-125 x Eronga | 68.25 | 66.42 | 2.68 |
| AN-105 x Eronga | 69.25 | 63.76 | 7.93 |
| AN-38 x Eronga | 67.50 | 62.41 | 7.54 |
| AN-34 x Eronga | 69.50 | 63.43 | 8.73 |
| AN-31 x Eronga | 67.75 | 63.23 | 6.67 |
| AN-105 x AN-125 | 72.25 | 65.58 | 9.23 |
| AN-38 x AN-125 | 70.75 | 65.54 | 7.36 |
| AN-34 x AN-125 | 70.00 | 64.34 | 8.09 |
| AN-31 x AN-125 | 71.75 | 63.97 | 10.84 |
| AN-38 x AN-105 | 67.50 | 64.66 | 4.21 |
| AN-34 x AN-105 | 70.75 | 63.67 | 10.01 |
| AN-31 x AN-105 | 68.50 | 64.32 | 6.10 |
| AN-34 x AN-38 | 69.50 | 61.11 | 12.07 |
| AN-31 x AN-38 | 69.50 | 62.22 | 10.47 |
| AN-31 x AN-34 | 65.75 | 60.40 | 8.14 |

Cuadro A.26. Depresión endogámica para peso de mil semillas (PMS).

| PROGENITORES Y CRUZAS | F ₁ | F ₂ | D. E. (%) F ₁ -F ₂ /F ₁ *100 |
|-----------------------|----------------|----------------|--|
| Eronga | 51.00 | 42.79 | 16.10 |
| AN-125 | 44.50 | 39.08 | 12.18 |
| AN-105 | 43.00 | 41.70 | 3.02 |
| AN-38 | 37.50 | 35.66 | 4.91 |
| AN-34 | 33.00 | 39.41 | -19.42 |
| AN-31 | 37.00 | 40.37 | -9.11 |
| AN-125 x Eronga | 48.50 | 44.94 | 7.34 |
| AN-105 x Eronga | 44.00 | 45.08 | -2.45 |
| AN-38 x Eronga | 49.50 | 42.45 | 14.24 |
| AN-34 x Eronga | 48.00 | 42.50 | 11.46 |
| AN-31 x Eronga | 49.00 | 45.87 | 6.39 |
| AN-105 x AN-125 | 48.50 | 43.41 | 10.49 |
| AN-38 x AN-125 | 48.50 | 41.16 | 15.13 |
| AN-34 x AN-125 | 44.50 | 41.41 | 6.94 |
| AN-31 x AN-125 | 42.00 | 43.12 | -2.67 |
| AN-38 x AN-105 | 44.00 | 39.54 | 10.14 |
| AN-34 x AN-105 | 47.50 | 41.12 | 13.43 |
| AN-31 x AN-105 | 42.50 | 41.83 | 1.58 |
| AN-34 x AN-38 | 43.50 | 40.33 | 7.29 |
| AN-31 x AN-38 | 41.50 | 40.41 | 2.63 |
| AN-31 x AN-34 | 36.00 | 41.75 | -15.97 |

Cuadro A.27. Depresión endogámica para germinación estándar (GS).

| PROGENITORES Y CRUZAS | F ₁ | F ₂ | D. E. (%) F ₁ -F ₂ /F ₁ *100 |
|-----------------------|----------------|----------------|--|
| Eronga | 98.00 | 84.66 | 13.61 |
| AN-125 | 96.00 | 88.33 | 7.99 |
| AN-105 | 91.00 | 80.66 | 11.36 |
| AN-38 | 93.00 | 83.33 | 10.40 |
| AN-34 | 96.00 | 74.66 | 22.23 |
| AN-31 | 80.00 | 78.00 | 2.50 |
| AN-125 x Eronga | 93.00 | 88.33 | 5.02 |
| AN-105 x Eronga | 99.00 | 92.00 | 7.07 |
| AN-38 x Eronga | 96.00 | 92.00 | 4.17 |
| AN-34 x Eronga | 97.00 | 91.00 | 6.19 |
| AN-31 x Eronga | 94.00 | 88.00 | 6.38 |
| AN-105 x AN-125 | 96.00 | 92.66 | 3.48 |
| AN-38 x AN-125 | 97.00 | 88.33 | 8.94 |
| AN-34 x AN-125 | 96.00 | 87.33 | 9.03 |
| AN-31 x AN-125 | 98.00 | 90.66 | 7.49 |
| AN-38 x AN-105 | 99.00 | 91.00 | 8.08 |
| AN-34 x AN-105 | 92.00 | 84.00 | 8.70 |
| AN-31 x AN-105 | 88.00 | 89.66 | -1.89 |
| AN-34 x AN-38 | 85.00 | 86.00 | -1.18 |
| AN-31 x AN-38 | 86.00 | 85.33 | 0.78 |
| AN-31 x AN-34 | 91.00 | 83.66 | 8.07 |

Cuadro A.28. Depresión endogámica para longitud media de plúmula (LMP).

| PROGENITORES Y CRUZAS | F ₁ | F ₂ | D. E. (%) F ₁ -F ₂ /F ₁ *100 |
|-----------------------|----------------|----------------|--|
| Eronga | 10.30 | 8.34 | 19.03 |
| AN-125 | 8.64 | 7.45 | 13.77 |
| AN-105 | 8.19 | 6.66 | 18.68 |
| AN-38 | 9.99 | 7.84 | 21.52 |
| AN-34 | 9.73 | 8.59 | 11.72 |
| AN-31 | 10.03 | 8.84 | 11.86 |
| AN-125 x Eronga | 10.29 | 7.83 | 23.91 |
| AN-105 x Eronga | 8.85 | 6.86 | 22.49 |
| AN-38 x Eronga | 10.48 | 8.22 | 21.56 |
| AN-34 x Eronga | 10.33 | 8.53 | 17.42 |
| AN-31 x Eronga | 9.99 | 8.70 | 12.91 |
| AN-105 x AN-125 | 8.36 | 6.77 | 19.02 |
| AN-38 x AN-125 | 10.18 | 7.97 | 21.71 |
| AN-34 x AN-125 | 9.63 | 8.04 | 16.51 |
| AN-31 x AN-125 | 9.62 | 7.77 | 19.23 |
| AN-38 x AN-105 | 9.56 | 7.87 | 17.68 |
| AN-34 x AN-105 | 8.80 | 7.78 | 11.59 |
| AN-31 x AN-105 | 9.06 | 8.27 | 8.72 |
| AN-34 x AN-38 | 10.41 | 8.98 | 13.74 |
| AN-31 x AN-38 | 9.80 | 8.42 | 14.08 |
| AN-31 x AN-34 | 10.56 | 9.07 | 14.11 |

Cuadro A.29. Depresión endogámica para longitud de plúmula (LP).

| PROGENITORES Y CRUZAS | F₁ | F₂ | D. E. (%) F₁-F₂/F₁*100 |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|--|
| Eronga | 11.55 | 9.26 | 19.83 |
| AN-125 | 9.43 | 8.28 | 12.20 |
| AN-105 | 9.35 | 7.21 | 22.89 |
| AN-38 | 10.84 | 8.57 | 20.94 |
| AN-34 | 10.50 | 9.31 | 11.33 |
| AN-31 | 11.32 | 9.69 | 14.40 |
| AN-125 x Eronga | 10.95 | 8.87 | 19.00 |
| AN-105 x Eronga | 9.65 | 7.67 | 20.52 |
| AN-38 x Eronga | 11.26 | 9.15 | 18.74 |
| AN-34 x Eronga | 11.88 | 9.59 | 19.28 |
| AN-31 x Eronga | 11.06 | 9.38 | 15.19 |
| AN-105 x AN-125 | 9.36 | 7.62 | 18.59 |
| AN-38 x AN-125 | 11.08 | 9.00 | 18.77 |
| AN-34 x AN-125 | 10.36 | 8.82 | 14.86 |
| AN-31 x AN-125 | 10.48 | 8.49 | 18.99 |
| AN-38 x AN-105 | 10.38 | 8.67 | 16.47 |
| AN-34 x AN-105 | 11.08 | 8.69 | 21.57 |
| AN-31 x AN-105 | 10.32 | 9.05 | 12.31 |
| AN-34 x AN-38 | 12.12 | 10.00 | 17.49 |
| AN-31 x AN-38 | 11.39 | 9.45 | 17.03 |
| AN-31 x AN-34 | 11.59 | 10.16 | 12.34 |

Cuadro A.30. Depresión endogámica para longitud de radícula (LR).

| PROGENITORES Y CRUZAS | F₁ | F₂ | D. E. (%) F₁-F₂/F₁*100 |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|--|
| Eronga | 14.49 | 13.70 | 5.45 |
| AN-125 | 13.57 | 13.80 | -1.69 |
| AN-105 | 12.51 | 13.33 | -6.55 |
| AN-38 | 11.70 | 13.07 | -11.71 |
| AN-34 | 11.52 | 12.37 | -7.38 |
| AN-31 | 11.95 | 11.99 | -0.33 |
| AN-125 x Eronga | 14.34 | 13.04 | 9.07 |
| AN-105 x Eronga | 13.93 | 13.72 | 1.51 |
| AN-38 x Eronga | 13.67 | 14.04 | -2.71 |
| AN-34 x Eronga | 14.13 | 13.82 | 2.19 |
| AN-31 x Eronga | 13.60 | 13.26 | 2.50 |
| AN-105 x AN-125 | 13.22 | 13.91 | -5.22 |
| AN-38 x AN-125 | 14.07 | 13.33 | 5.26 |
| AN-34 x AN-125 | 14.04 | 13.85 | 1.35 |
| AN-31 x AN-125 | 15.04 | 13.79 | 8.31 |
| AN-38 x AN-105 | 13.60 | 13.51 | 0.66 |
| AN-34 x AN-105 | 15.27 | 13.03 | 14.67 |
| AN-31 x AN-105 | 12.84 | 13.63 | -6.15 |
| AN-34 x AN-38 | 13.88 | 13.48 | 2.88 |
| AN-31 x AN-38 | 12.59 | 13.01 | -3.34 |
| AN-31 x AN-34 | 12.88 | 13.36 | -3.73 |

Cuadro A.31. Depresión endogámica para peso seco (PS).

| PROGENITORES Y CRUZAS | F₁ | F₂ | D. E. (%) F₁-F₂/F₁*100 |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|--|
| Eronga | 0.54 | 0.33 | 38.89 |
| AN-125 | 0.39 | 0.33 | 15.38 |
| AN-105 | 0.36 | 0.26 | 27.78 |
| AN-38 | 0.34 | 0.27 | 20.59 |
| AN-34 | 0.35 | 0.25 | 28.57 |
| AN-31 | 0.27 | 0.28 | -3.70 |
| AN-125 x Eronga | 0.46 | 0.35 | 23.91 |
| AN-105 x Eronga | 0.44 | 0.36 | 18.18 |
| AN-38 x Eronga | 0.42 | 0.36 | 14.29 |
| AN-34 x Eronga | 0.44 | 0.36 | 18.18 |
| AN-31 x Eronga | 0.42 | 0.35 | 16.67 |
| AN-105 x AN-125 | 0.41 | 0.35 | 14.63 |
| AN-38 x AN-125 | 0.43 | 0.33 | 23.26 |
| AN-34 x AN-125 | 0.38 | 0.32 | 15.79 |
| AN-31 x AN-125 | 0.42 | 0.35 | 16.67 |
| AN-38 x AN-105 | 0.41 | 0.33 | 19.51 |
| AN-34 x AN-105 | 0.36 | 0.28 | 22.22 |
| AN-31 x AN-105 | 0.31 | 0.33 | -6.45 |
| AN-34 x AN-38 | 0.33 | 0.30 | 9.09 |
| AN-31 x AN-38 | 0.33 | 0.30 | 9.09 |
| AN-31 x AN-34 | 0.36 | 0.29 | 19.44 |

Cuadro A.32. Suma de cuadrados (SC) y su significancia del análisis dialélico para características agronómicas y fisiológicas en semilla F₁ evaluada en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo 2005/2006.

| FV | GL | LE | NGE | PH | PMS | GE | LMP | LP | LR | PS |
|----------------------------------|----|---------|------------|------------------------|-----------|-----------|---------|---------|--------|------------------------|
| | | (cm) | | (Kg hl ⁻¹) | (gr) | (%) | (cm) | (cm) | (cm) | (gr pl ⁻¹) |
| REP | 3 | 1.98 | 155.76 | 5.64 | 265.17** | 128.55 | 3.54 | 4.95 | 13.44* | 0.009 |
| GEN | 20 | 63.4** | 5,617.8** | 411.6** | 1,219.6** | 2,051.8 | 42.4* | 53** | 83.2** | 0.28** |
| ACG | 5 | 9.45 | 2,135.8** | 241.05** | 718.75** | 1,081.65* | 34.85** | 38.65** | 27.1** | 0.24** |
| ACE | 15 | 53.85** | 3,481.95** | 170.7** | 500.85 | 970.05 | 7.5 | 14.4 | 56.1** | 0.045 |
| ERROR | 60 | 67.2 | 1,810.8 | 102 | 1,215.6 | 4,011 | 61.8 | 55.2 | 88.8 | 0.18 |
| CV | | 9.79 | 10.51 | 1.89 | 11.10 | 8.75 | 10.52 | 8.94 | 9.05 | 14.85 |
| MEDIA | | 10.80 | 52.25 | 69.10 | 40.53 | 93.38 | 9.66 | 10.76 | 13.47 | 0.393 |
| δ²_A | | 0.00 | 78.29 | 0.92* | 8.21* | 18.82* | 0.01** | 0.02** | 0.01 | .000** |
| δ²_D | | 0.11** | 450.96** | 1.08** | 10.14 | 44.17 | 0.00 | 0.00 | 0.12** | .000 |

*Significativo al 0.05 y ** Altamente significativo al 0.01.

LE= Longitud de Espiga, NGE= Número de Granos por Espiga, PH= Peso Hectolitrico PMS= Peso de Mil Semillas GE= Germinación Estándar LMP= Longitud Media de Plúmula LP= Longitud de Plúmula LR= Longitud de Radícula PS= Peso Seco.

Cuadro A.33. Suma de cuadrados (SC) y su significancia del análisis dialélico combinado para LE y NGE de semilla F₂ evaluadas en dos localidades, durante el ciclo 2006/2007.

| FV | GI | LE (cm) | NGE |
|------------------|-----------|--------------------|------------|
| AMB | 1 | 44.90** | 3574.22** |
| REP (AMB) | 6 | 6.12 | 279.48 |
| GENOTIPO | 20 | 26.8** | 1,081.2* |
| GEN X AMB | 20 | 15.4 | 1,096.8* |
| ACG | 5 | 9.9** | 185.6 |
| ACE | 15 | 16.65** | 895.5* |
| ACG X AMB | 5 | 7.65* | 242.1 |
| ACE X AMB | 15 | 7.5 | 854.7* |
| ERROR | 107 | 52.43 | 3,243.17 |
| CV | | 5.99 | 9.28 |
| MEDIA | | 11.79 | 59.27 |

*Significativo al 0.05 y ** Altamente significativo al 0.01.

LE= Longitud de Espiga, NGE= Número de Granos por Espiga

Cuadro A.34. Suma de cuadrados (SC) y su significancia del análisis dialélico para características agronómicas y fisiológicas para las F₂ en un combinado de tres ambientes en las localidades de Buenavista, Saltillo; Las Vegas, Torreón Coah. Y Navidad N.L. Durante el ciclo 2006/2007.

| FV | gl | PH (Kg hl⁻¹) | R (ton ha⁻¹) | PMS (gr) | GE (%) | LMP (cm) | LP (cm) | LR (cm) | PS (gr pl⁻¹) |
|------------------|-----------|--|--|---------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| AMB | 2 | 11,999.04** | 1,352** | 10,321.6** | 5,579.54** | 110.64** | 185.1** | 29.98** | 0.02** |
| REP (AMB) | 9 | 158.85 | 18.63 | 82.53 | 1,144.17 | 8.01 | 7.74 | 2.52 | 0.018 |
| GENOTIPO | 20 | 632** | 86.2** | 1,268.8** | 5,454.6** | 112.6** | 139.2** | 62.8** | 0.2** |
| GEN X AMB | 40 | 646.8 | 67.2 | 409.6 | 6,166.8** | 75.2** | 81.6** | 50.4** | 0.36** |
| ACG | 5 | 506.9** | 66.85** | 797.95** | 2,008.55** | 94.9** | 112.1** | 23.35** | 0.1 |
| ACE | 15 | 125.1 | 19.35 | 470.85** | 3,445.95** | 17.55* | 27** | 39.3** | 0.12** |
| ACG X AMB | 10 | 319** | 47** | 220.4* | 2,257.4** | 13.7* | 20** | 8.4 | 0.1** |
| ACE X AMB | 30 | 327.9 | 20.4 | 189.3 | 3,909.6* | 61.5** | 61.5** | 42** | 0.24** |
| ERROR | 180 | 2,205 | 214.2 | 1,674 | 13,883.4 | 117 | 109.8 | 120.6 | 0.36 |
| CV | | 5.49 | 22.52 | 7.32 | 10.13 | 10.09 | 8.81 | 6.14 | 15.24 |
| MEDIA | | 63.77 | 4.85 | 41.62 | 86.65 | 8.04 | 8.90 | 13.38 | 0.32 |

*Significativo al 0.05 y ** Altamente significativo al 0.01.

PH= Peso Hectolitrico, R= Rendimiento t ha⁻¹, PMS= Peso de Mil Semilla, GE= Germinación Estándar, LMP= Longitud Media de Plúmula, LP= Longitud de Plúmula, LR= Longitud de Radícula, PS= Peso Seco.

Cuadro A.35. Producción de triticale de riego + temporal en el año 2007.

| <i>Cultivo</i> | <i>Sup. Sembrada (Ha)</i> | <i>Sup. Cosechada (Ha)</i> | <i>Producción (Ton)</i> | <i>Rendimiento (Ton/Ha)</i> | <i>PMR (\$/Ton)</i> | <i>Valor Producción (Miles de Pesos)</i> |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|--|
| NACIONAL | | | | | | |
| TRITICALE FORRAJERO EN VERDE | 4,929.98 | 4,929.98 | 159,537.16 | 32.36 | 307.51 | 49,059.75 |
| TRITICALE GRANO | 1,170.00 | 1,170.00 | 5,519.83 | 4.72 | 1,549.93 | 8,555.35 |
| ESTADO DE COAHUILA | | | | | | |
| TRITICALE FORRAJERO EN VERDE | 879.50 | 879.50 | 24,887.25 | 28.30 | 280.66 | 6,984.97 |
| ESTADO DE CHIHUAHUA | | | | | | |
| TRITICALE FORRAJERO EN VERDE | 1,279.48 | 1,279.48 | 51,801.91 | 40.49 | 315.34 | 16,335.37 |
| ESTADO DE DURANGO | | | | | | |
| TRITICALE FORRAJERO EN VERDE | 664.00 | 664.00 | 23,246.00 | 35.01 | 212.49 | 4,939.48 |
| ESTADO GUANAJUATO | | | | | | |
| TRITICALE FORRAJERO EN VERDE | 925.00 | 925.00 | 28,649.00 | 30.97 | 400.00 | 11,459.60 |
| ESTADO DE JALISCO | | | | | | |
| TRITICALE FORRAJERO EN VERDE | 193.00 | 193.00 | 4,010.00 | 20.78 | 351.95 | 1,411.30 |
| TRITICALE GRANO | 20.00 | 20.00 | 60.00 | 3.00 | 3,500.00 | 210.00 |
| ESTADO DE MICHOACÁN | | | | | | |
| TRITICALE GRANO | 10.00 | 10.00 | 17.00 | 1.70 | 6,000.00 | 102.00 |
| ESTADO DE NUEVO LEON | | | | | | |
| TRITICALE GRANO | 60.00 | 60.00 | 270.00 | 4.50 | 2,000.00 | 540.00 |
| ESTADO DE QUERÉTARO | | | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|-----------|-------|----------|----------|
| TRITICALE FORRAJERO EN VERDE | 413.00 | 413.00 | 12,171.00 | 29.47 | 304.50 | 3,706.00 |
| ESTADO DE SONORA | | | | | | |
| TRITICALE GRANO | 762.00 | 762.00 | 4,259.58 | 5.59 | 1,300.00 | 5,537.45 |
| ESTADO DE ZACATECAS | | | | | | |
| TRITICALE FORRAJERO EN VERDE | 2.00 | 2.00 | 76.00 | 38.00 | 600.00 | 45.60 |

Fuente: SIAP. 2007.