

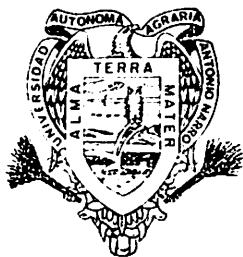
Potencial Genético de Progenies Segregantes de Trigo  
(Triticum aestivum L.) entre Progenitores de Diverso  
Origen Estacional de Alto y Bajo Rendimiento

Humberto Eduardo Carranza Bazini

T e s i s

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

Maestro en Ciencias  
en Fitomejoramiento

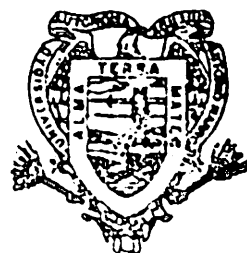


Universidad Autónoma Agraria  
"Antonio Narro"

Programa de Graduados  
Buenavista, Saltillo, Coahuila  
Enero de 1990

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de  
asesoría y aprobada como requisito parcial, para obtener el  
grado de:

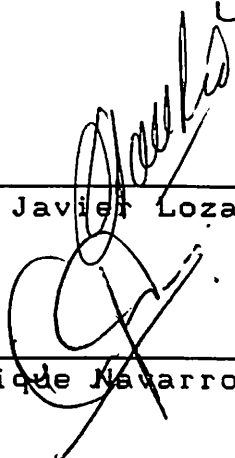
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO



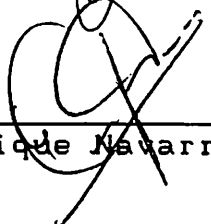
Comité Particular

BIBLIOTECA  
EGIDIO G. REBONATO  
BANCO DE TESIS  
U.A.A.A.N.

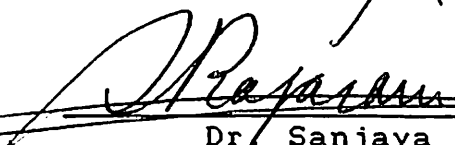
Asesor principal:

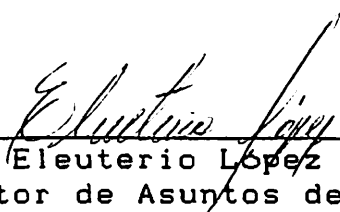
  
MC. A. Javier Lozano del Río

Asesor:

  
Dr. Enrique Navarro Guerrero

Asesor:

  
Dr. Sanjaya Rajaram

  
Dr. Eleuterio López Pérez  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Enero de 1990

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) por el apoyo dado durante la realización de mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por darme la oportunidad de continuar superándome.

Al Biol. M.C. Javier Lozano del Río por concederme la oportunidad de realizar esta investigación y por su valiosa colaboración durante la realización, revisión y corrección del manuscrito.

Al Dr. Enrique Navarro Guerrero por sus incalculables aportaciones, sugerencias y asesoría durante la realización de la presente investigación.

Al Dr. Sanjaya Rajaram por su apoyo desinteresado en mi superación personal e ingreso a esta Universidad y por su participación en la revisión y corrección del manuscrito.

Al Ing. M.C. Gaspar Martínez Zambrano por formar, inicialmente, parte del comité particular de asesoría y por las sugerencias y conocimientos aportados para la realización de este trabajo.

Al Dr. Gregorio Martínez Valdés por su constante apoyo y estímulo para seguir adelante.

A mis compañeros de estudio Valentín Robledo Torres y Moisés Ramírez Meraz, porque en todo momento me brindaron su amistad y apoyo durante la realización de mis estudios de maestría.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo, especialmente a la Sra. Lourdes Villarreal Saucedo por su buena disposición en la realización de este escrito.

## DEDICATORIA

A mis padres:

Humberto Carranza Pérez (Q.E.P.D.) y

Argelia Bazini de Aldana,

Con respeto y admiración, por inculcar en mí  
el deseo de superarme.

A mi esposa:

Dora Elena,

Por su amor, comprensión y paciencia  
compartida durante mis estudios.

A mis hijas:

Claudia Lorena y Karen Vanessa,

Mi mayor tesoro y alegría de vivir.

A mis hermanos:

Ruth, Argelia, Samuel y Vivian,

Por el gran amor fraternal que nos une.

A mis compañeros de promoción:

Por los momentos convividos durante los  
estudios y por su amistad.

## COMPENDIO

Potencial Genético de Progenies Segregantes de Trigo (*Triticum aestivum* L.) entre Progenitores de Diverso Origen Estacional de Alto y Bajo Rendimiento

POR

HUMBERTO EDUARDO CARRANZA BAZINI

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO. ENERO DE 1990

Biol. MC.A. Javier Lozano del Río -Asesor-

Palabras clave: Trigo (*Triticum aestivum* L.), variabilidad genética, grupos estacionales, tipos de cruza, progenies y efectos genéticos.

En esta investigación se presentan los resultados de las cruzas obtenidas entre 10 líneas de trigo (*Triticum aestivum* L.) de primavera x primavera de alto y bajo rendimiento y 10 de invierno x primavera, clasificadas en un estudio conducido previamente por Butron (1989). Se formaron un total de 48 progenies  $F_1$  de las cuales 24 fueron de P x P y el resto de I x P. El diseño utilizado fue de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas subdivididas, con el objeto

central de evaluar el potencial genético de progenies segregantes de los dos grupos estacionales y la identificación de progenies  $F_1$  sobresalientes con amplia variabilidad genética para futuras líneas de investigación.

En los resultados se encontraron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad entre los dos grupos estacionales para los caracteres días a madurez fisiológica, área de hoja bandera y semillas por espiga y al 0.05 de probabilidad peso de 1000 semillas, indicando que existe amplia variabilidad genética entre los grupos estacionales.

En tipos de cruza comparando los grupos estacionales solo altura de planta, área de hoja bandera mostraron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad y madurez fisiológica al 0.05 de probabilidad. Lo anterior hace pensar que en los cuatro tipos de cruza existe poca variación para hacer mejoramiento, al menos para esos caracteres que fueron no significativos.

Progenies entre los grupos estacionales mostraron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para los caracteres peso hectolítrico, espigas por planta, días a madurez fisiológica, altura de planta y peso de 1000 semillas existiendo una gran variabilidad genética entre las progenies de los grupos estacionales.

Analizando los grupos individualmente los tipos de cruza en el grupo P x P mostraron diferencias significativas al 0.05 de probabilidad para los caracteres días a madurez fisiológica y altura de planta revelando que tipos de cruza no presenta suficiente variabilidad genética; en relación a la fuente de variación progenies, ya que esta mostró diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para peso hectolítrico, espigas por planta, días a madurez fisiológica, altura de planta, peso de 1000 semillas y área de hoja bandera al 0.05 de probabilidad, incrementando la probabilidad de detectar progenies sobresalientes que pueden ser usadas en futuras líneas de investigación.

En el grupo I x P, tipos de cruza mostró diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para área de hoja bandera; indicando que muy poco mejoramiento genético pudiera ser practicado; en cambio, para progenies se encontraron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja bandera y rendimiento por parcela al 0.05 de probabilidad; de esta manera se podrían identificar las mejores progenies y ser éstas cruzadas con padres sobresalientes con diferentes fondos genéticos para explotar la variabilidad genética al máximo.

Por lo que respecta a efectos genéticos, los caracteres superiores en ambos grupos estacionales fueron

rendimiento por parcela, días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja bandera y semillas por espiga sobresaliendo en éstas la ACG.

El grupo estacional con mayores efectos de ACG fue el de PxP sobresaliendo rendimiento por parcela, días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja bandera peso de 1000 semillas y semillas por espiga, en el grupo de IxP lo fueron rendimiento por parcela, días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja bandera y semillas por espiga.

Los tipos de cruza con mayores efectos de ACG en ambos grupos estacionales fueron las cruzas AxA y AxB y para ACE fueron AxA y AxB.

## **ABSTRACT**

**Genetic Potencial of Wheat (Triticum aestivum L.)  
Segregating Progenies Between Low and High Yielding  
Progenitors of Diverse Seasonal Origin**

**BY**

**HUMBERTO EDUARDO CARRANZA BAZINI**

**MASTER OF SCIENCES**

**PLANT BREEDING**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MEXICO. JANUARY, 1990**

**MC. A. Javier Lozano del Rio -Advisor-**

**Key words: Wheat (Triticum aestivum L.), genetic  
variability, seasonal groups, types of  
crosses, progenies and genetic effects.**

**This research work presents the results of the  $F_1$  's  
obtained among ten low and high yielding wheat lines  
oroginating from spring x spring (SxS) and winter x spring  
(WxS), varieties wheat. A total of forty-eight  $F_1$  progenies  
were formed from which twenty-four belonged to the SxS  
group, and the rest to the WxS group. The experiment design**

was a split-split plot randomized complete block (RCB) design. The primary objective was to evaluate the genetic potential of the  $F_1$  progenies derived from both the SxS and WxS groups, and identify the outstanding  $F_1$  progenies in terms of their genetic variability.

From combined analyses significant differences between the two groups were observed for traits such as maturity days, flag leaf area, and number of kernels per spike at the 0.01 probability; whereas 1000 kernel weight was only significant at 0.05 probability level. These findings show that large genetic variability for these traits exists between groups. Comparing types of crosses within groups only plant height and flag leaf area were significant at the 0.01 probability level whereas maturity days was significant at 0.05 probability level. These results showed that small genetic variability was found among the crosses and that little genetic improvement can be obtained for these traits.

Genetic variability was observed among progenies between groups, since significant differences at the 0.01 probability level were observed for the following traits: test weight (kg/hectoliter), number of spikes per plant, maturity days, plant height and 1000 kernel weight.

Individual analyses showed that the crosses between SxS were significant at 0.05 probability level only for traits; such as maturity days and plant height, meaning that reduced genetic variability exists among types of crosses conversely progenies showed significance for most of the traits under study (test weight, number of spike per plant, maturity days, among others) indicating that there is a high probability for identifying detecting good progenies.

The crosses within WxS followed almost the same pattern as of crosses within SxS because only flag leaf area was significant at the 0.05 probability level, conversely progenies were significant at the 0.01 probability level for maturity days, plant height, and flag leaf area, grain yield was at 0.05 probability level. So the genetic variability showed for the progenies maybe used and increased when crossed with others progenitors of different background.

With respect to the genetic effects, the best traits in both al groups were grain yield, maturity days being responsible in those traits the GCA.

The seasonal group with the biggest effects of GCA was the SxS group, contributing grains yield, maturity days, plant height, flag leaf area, 1000 kernel weight and kernels per spike. In the WxS group was grains yield, maturity days, plant height, flag leaf area, and kernels per

spike.

The types of crosses with the larger effects of GCA in both seasonal groups were the crosses high x high and high x low and for SCA was high x high, and high x low.

## INDICE DE CONTENIDO

|                                                                                                   | Página |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| INDICE DE CUADROS .....                                                                           | xviii  |
| INDICE DE FIGURAS .....                                                                           | xxvi   |
| <br>INTRODUCCION.....                                                                             | <br>1  |
| <br>REVISION DE LITERATURA .....                                                                  | <br>5  |
| Mejoramiento para Altos Rendimientos .....                                                        | 5      |
| Importancia de la Variabilidad y<br>la Diversidad Genética en el<br>Mejoramiento de Plantas ..... | 6      |
| Tipos Estacionales de Trigo .....                                                                 | 10     |
| <br>Cruzas entre Tipos Estacionales .....                                                         | <br>11 |
| Tipos de Cruzas en Trigo .....                                                                    | 15     |
| <br>Efectos Genéticos .....                                                                       | <br>17 |
| Análisis Dialélicos y Aptitud<br>Combinatoria.....                                                | 18     |
| <br>MATERIALES Y METODOS .....                                                                    | <br>26 |

|                                            | Página |
|--------------------------------------------|--------|
| Descripción del Area de Investigación..... | 26     |
| Material Genético.....                     | 27     |
| Obtención del Material de Prueba.....      | 27     |
| Conducción del Experimento .....           | 30     |
| Prácticas Culturales .....                 | 32     |
| Toma de Datos .....                        | 34     |
| Número de Plantas por Parcela .....        | 34     |
| Días a Espigamiento .....                  | 34     |
| Días a Madurez Fisiológica.....            | 35     |
| Altura de Planta .....                     | 35     |
| Longitud de Espiga .....                   | 35     |
| Area de la Hoja Bandera .....              | 35     |
| Peso de 1000 Semillas.....                 | 36     |
| Semillas por Espiga .....                  | 36     |
| Peso de Semillas por Espiga .....          | 36     |
| Espigas por Parcela .....                  | 37     |
| Peso Hectolítrico .....                    | 37     |
| Espiguillas por Espiga .....               | 37     |
| Espigas por Planta .....                   | 37     |
| Semillas por Espiguilla.....               | 37     |
| Rendimiento por Parcela .....              | 38     |
| Rendimiento Biológico por Parcela ...      | 39     |
| Indice de Cosecha.....                     | 39     |

|                             | Página |
|-----------------------------|--------|
| Análisis Estadístico.....   | 40     |
| RESULTADOS Y DISCUSION..... | 53     |
| CONCLUSIONES .....          | 93     |
| RESUMEN .....               | 98     |
| LITERATURA CITADA .....     | 102    |
| APENDICE A.....             | 112    |

## INDICE DE CUADROS

| Cuadro No. |                                                                                                                                                                                                          | Página |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1.         | Líneas utilizadas como progenitor-<br>res.....                                                                                                                                                           | 28     |
| 2.         | Cuadro indicativo de cruas.....                                                                                                                                                                          | 29     |
| 3.         | Análisis de varianza para el<br>experimento establecido en bloques<br>al azar en arreglo de parcelas<br>divididas subdivididas, utilizando<br>el modelo 1 (considerando todos<br>los efectos fijos)..... | 42     |
| 4.         | Análisis de varianza para el<br>experimento de bloques al azar en<br>arreglo de parcelas divididas,<br>utilizando el modelo 1.....                                                                       | 48     |
| 5.         | Análisis de varianza y coeficiente<br>de variación para los siguientes<br>caracteres de trigo ( <i>Triticum</i><br><i>aestivum</i> L.) evaluados. Buenavista,<br>Coah., 1989.....                        | 54     |

6.           Análisis de varianza y coeficiente de variación para el grupo de P x P para los siguientes caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.), evaluados. Buenavista, Coah., 1989... 57
  
7.           Análisis de varianza y coeficiente de variación para el grupo de I x P para los siguientes caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.), evaluados. Buenavista, Coah., 1989... 60
  
8.           Medias de grupos, media general y DMS al 0.05 de probabilidad de ocho caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluados en Buenavista, Coah., 1989..... 63
  
9.           Medias de tipos de cruza del grupo P x P, media general y DMS al 0.05 de probabilidad de ocho características de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluadas. Buenavista, Coah., 1989..... 65

10. Medias de tipos de cruza del grupo  
I x P, media general y DMS al 0.05  
de probabilidad de ocho caracterís-  
ticas de trigo (*Triticum aestivum*  
L.) evaluadas. Buenavista, Coah.,  
1989..... 65
11. Efectos estimados de la aptitud  
combinatoria general (ACG) y aptitud  
combinatoria específica (ACE) para  
para el carácter rendimiento por  
parcela..... 69
12. Efectos estimados de la aptitud  
combinatoria general (ACG) y aptitud  
combinatoria específica (ACE) para  
para el carácter peso hectolítrico.. 73
13. Efectos estimados de la aptitud  
combinatoria general (ACG) y aptitud  
combinatoria específica (ACE) para  
para el carácter espigas por  
planta..... 76
14. Efectos estimados de la aptitud  
combinatoria general (ACG) y aptitud

|     |                                                                                                                                                                  |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|     | combinatoria específica (ACE) para<br>para el carácter días a madurez<br>fisiológica.....                                                                        | 78 |
| 15. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y aptitud<br>combinatoria específica (ACE) para<br>para el carácter altura de planta...            | 81 |
| 16. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y aptitud<br>combinatoria específica (ACE) para<br>para el carácter área de hoja<br>bandera.....   | 85 |
| 17. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y aptitud<br>combinatoria específica (ACE) para<br>para el carácter peso de 1000<br>semillas ..... | 88 |
| 18. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y aptitud<br>combinatoria específica (ACE) para<br>para el carácter semillas por<br>espiga.....    | 90 |

|      |                                                                                                                                                                                                          |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A.1. | Análisis de varianza y coeficiente de variación para los siguientes caracteres de trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.) evaluados. Buenavista Coahuila, 1989.....                                         | 113 |
| A.2. | Análisis de varianza y coeficiente de variación para el grupo primavera x primavera para las siguientes características de trigo ( <i>Triticum aestivum</i> ) evaluados. Buenavista, Coahuila, 1989..... | 114 |
| A.3. | Análisis de varianza y coeficiente de variación para el grupo invierno x primavera de los caracteres de trigo ( <i>Triticum aestivum</i> ) evaluados. Buenavista, Coahuila, 1989.....                    | 114 |
| A.4. | Medias de grupos, media general y DMS al 0.05 de probabilidad de 8 caracteres de trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.) evaluados. Buenavista Coahuila. 1989.....                                          | 115 |

|      |                                                                                                                                                                                             |     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A.5. | Medias de tipo de cruza del grupo<br>PxP, media general y DMS al 0.05 de<br>probabilidad de 8 caracteres de<br>( <i>Triticum aestivum</i> L.) evaluados.<br>Buenavista, Coahuila. 1989..... | 117 |
| A.6. | Medias de tipo de cruza del grupo<br>lxP, media general y DMS al 0.05 de<br>probabilidad de 8 caracteres de<br>( <i>Triticum aestivum</i> L.) evaluados.<br>Buenavista, Coahuila. 1989..... | 118 |
| A.7. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y de la<br>aptitud combinatoria específica<br>(ACE) para el carácter rendimiento<br>biológico por parcela.....                | 119 |
| A.8. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y de la<br>aptitud combinatoria específica<br>(ACE) para el carácter espigas por<br>parcela.....                              | 121 |
| A.9. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y de la                                                                                                                       |     |

|       |                                                                                                                                                                    |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|       | aptitud combinatoria específica<br>(ACE) para el carácter espiguillas<br>por espiga.....                                                                           | 123 |
| A.10. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y de la<br>aptitud combinatoria específica<br>(ACE) para el carácter semillas<br>por espiguilla..... | 125 |
| A.11. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y de la<br>aptitud combinatoria específica<br>(ACE) para el carácter índice de<br>cosecha.....       | 127 |
| A.12. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y de la<br>aptitud combinatoria específica<br>(ACE) para el carácter días a<br>espigamiento.....     | 129 |
| A.13. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y de la<br>aptitud combinatoria específica<br>(ACE) para el carácter longitud                        |     |

de espiga..... 131

|       |                                                                                                                                                                        |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A.14. | Efectos estimados de la aptitud<br>combinatoria general (ACG) y de la<br>aptitud combinatoria específica<br>(ACE) para el carácter peso de<br>semillas por espiga..... | 132 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## INDICE DE FIGURAS

### Página

|           |                                                                                                                                         |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. | Muestra la distribución de campo en el diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas subdivididas para una repetición..... | 31 |
| Figura 2. | Mostrando la distribución de campo del diseño bloques al azar en arreglo de parcelas divididas para una repetición. ....                | 33 |

## INTRODUCCION

La alimentación de la población humana depende casi en su totalidad directa o indirectamente de los vegetales. Como consecuencia del incremento en la población mundial asociada con la miseria y el hambre, se hace urgente incrementar la producción de los cultivos. Como una contribución, los científicos continúan investigando nuevos métodos y alternativas para aprovechar y mantener al máximo la variabilidad genética de los cultivos en un afán de aislar los genotipos con mayor potencial de rendimiento. Sin embargo, es muy probable que los métodos existentes y prácticas culturales no hayan logrado incrementar al máximo el rendimiento de un cultivo, por lo que se considera que se pueden hacer grandes avances en este aspecto.

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es uno de los cereales más importantes en el mundo, junto con el maíz y el arroz; el cual suministra más de una cuarta parte de la producción mundial total de cereales y constituye la principal fuente de calorías para más de 1.5 billones de personas. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), 1987, 1989. En la actualidad existe un desequilibrio entre la demanda y la producción de este cultivo sobre todo en

países en desarrollo, ya que en éstos se importan alrededor de 54 millones de toneladas métricas, de una producción global de 84 para el año 1985 (CIMMYT, 1987). Este déficit en la producción podría solucionarse en forma parcial, utilizando variedades mejoradas con amplia variabilidad genética, buen potencial de rendimiento y otros atributos agronómicos.

Particularmente en trigo el problema principal lo constituye la identificación de progenies segregantes con un alto potencial para producir líneas derivadas con altos rendimientos. En trabajos realizados anteriormente se ha encontrado que se pueden producir buenas progenies al cruzar progenitores de diferente nivel de comportamiento y origen estacional.

En un trabajo preliminar Butron (1989) clasificó líneas de alto y bajo comportamiento para rendimiento, peso hectolítrico y longitud de espiga en cruzas entre progenitores de diferente origen estacional, primavera x primavera e invierno x primavera, para examinar los efectos del tipo de craza sobre el comportamiento de los componentes de la varianza fenotípica. De sus resultados se desprende que las cruzas invierno x primavera contribuyeron con mayor variabilidad fenotípica y genética que las de primavera x primavera, en condiciones óptimas o muy cercanas a lo óptimo.

En el presente trabajo se cruzaron 10 líneas de alto y bajo comportamiento de primavera x primavera y 10 de invierno x primavera clasificados en el estudio conducido por Butron (1989), generándose un total de 48 progenies  $F_1$  de diferente origen estacional y nivel de rendimiento de las cuales se presentan los resultados.

Para tal efecto se plantearon los siguientes objetivos:

- 1). Evaluar el potencial genético de progenies segregantes originadas de cruzas de primavera x primavera e invierno x primavera.
- 2). Identificación de progenies  $F_1$  sobresalientes con amplia variabilidad genética para futuras líneas de investigación, al cruzar progenitores de alto y bajo rendimiento.

Las siguientes hipótesis fueron probadas:

- 1). Las progenies segregantes originadas de cruzas de invierno x primavera muestran mejor potencial genético que las progenies originadas de cruzas de primavera x primavera.

2). Las progenies  $F_1$  entre líneas de diferente origen estacional (invierno x primavera) y alto x alto, alto x bajo y bajo x alto nivel de rendimiento muestran mayor variabilidad genética que las progenies  $F_1$  de igual origen estacional (primavera x primavera) y bajo x bajo nivel de rendimiento.

## REVISION DE LITERATURA

### Mejoramiento para Altos Rendimientos

Para todo mejorador de plantas el objetivo principal es obtener variedades con un rendimiento mejorado, tanto mejorando en calidad como en su cantidad, lo cual podría significar el mejoramiento para otros caracteres en forma indirecta, tales como la resistencia a plagas y enfermedades, porte de planta, tamaño de fruto o grano u otros. Para lograr lo anterior el mejorador debe seleccionar el germoplasma ideal que será utilizado como material parental, a su vez esto deberá contener los alelos responsables de los caracteres deseados. Sin embargo, no siempre es fácil conjuntar en un programa de mejoramiento genético el germoplasma que cumpla amplia y suficientemente con tales requerimientos. Afortunadamente hay suficiente literatura que nos guía para tomar en consideración algunos factores importantes para lograr detectar la mayor variabilidad genética que permita seleccionar los mejores progenitores. Langham (1949) fue uno de los primeros en sugerir el cruzamiento entre progenitores de alto y bajo comportamiento de un carácter determinado, con la finalidad de obtener tipos transgresivos en sésamo, asumiendo que

ambos tipos parentales poseen distintos genes favorables. Esta asunción ha sido extendida y diferentes criterios han sido usados, tales como la coancestría remota (Smith, 1966; McNeal *et al.*, 1965 y Sprague y Eberhart, 1977); el nivel de comportamiento (Busch *et al.*, 1974); el tipo de gluten (Fonseca y Patterson, 1968 y Brown *et al.*, 1966); la aptitud combinatoria general (Kronstad y Foote, 1964 y Hernández, 1975); el hábito de crecimiento u origen estacional (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), 1973) y el origen geográfico (Sprague y Eberhart, 1977) entre otros. Todos los conceptos anteriores con el fin en común de producir progenies segregantes con una variabilidad genética suficientemente amplia, incrementando así la posibilidad de seleccionar genotipos superiores a través del mejoramiento genético.

#### Importancia de la Variabilidad y la Diversidad Genética en el Mejoramiento de Plantas

La variabilidad genética es la que se manifiesta libremente como una diferencia fenotípica entre los homocigotes, está por lo tanto, escondida en el heterocigoto en forma de variabilidad potencial, aunque siempre es liberada parcialmente por la segregación en la siguiente generación (Allard, 1978).

En cambio la diversidad genética se refiere a que dos poblaciones que han evolucionado en regiones separadas geográficamente deben exhibir divergencia genética. Esta divergencia pudo haber sido como consecuencia de diferentes presiones de mutación y emigración, así como diferentes presiones de selección, encontrados en los medios ambientes donde han evolucionado las poblaciones originales, y que se reflejarán en frecuencias génicas modificadas (Casas y Wellhausen, 1968).

Por lo tanto la variabilidad genética es causada por diversidad genética, es decir, que a mayor diversidad genética de poblaciones que evolucionaron en regiones diferentes y haberse hecho cruzamientos, el resultado será de mayor variabilidad genética. De manera que la diversidad genética es un requisito indispensable en cualquier programa de mejoramiento (CIMMYT, 1978, 1983) y por una gran cantidad de investigadores.

Por el contrario una reducción de la diversidad genética en los programas de mejoramiento de trigo así como de cualquier especie da como resultado un estancamiento en los incrementos (detrimento en las medias) logrados por selección en un atributo determinado (Martínez y Guevara, 1988). Investigaciones llevadas a cabo en CIMMYT (1978) posiblemente confirman lo anterior, ya que los incrementos en rendimiento han sido mínimos en los últimos años,

comparados con los resultados obtenidos a principios de los sesenta (de 3.5 a 8 ton/ha).

Sprague y Eberhart (1977) indican que la diversidad genética entre variedades y líneas de maíz derivados del mismo origen presumiblemente tienen un mayor grado de similitud genética, que las provenientes de diferentes variedades, y que algunas de estas diferencias genéticas pueden ser reveladas por relación ancestral, distribución geográfica o diferencias básicas en morfología.

Trabajos realizados por Casas y Wellhausen (1968) confirman que diferentes fondos genéticos contienen mayor diversidad genética con nueve variedades de polinización abierta de maíz: tres variedades de cada una de tres regiones diferentes de México. Encontraron que las cruza de variedades provenientes de regiones diversas, produjeron los mejores híbridos.

Moll *et al.* (1962) concluyen que la relación entre heterosis y diversidad genética en cruza intervarietales de maíz, es el resultado de diferentes relaciones ancestrales, y separación geográfica de las poblaciones.

Reyes (1985) cita el caso de maíz en México, donde indica que los híbridos H-220, H-309, H-412, H-503 y H-507 han tenido gran área de adaptación en espacio y tiempo, como

consecuencia de que su pedigree tiene amplia diversidad genética. Esta modalidad de mejoramiento se debe considerar para el futuro. Los híbridos anteriores fueron formados con líneas  $S_2$  o  $S_5$  en lugar de los métodos clásicos que han usado líneas  $S_8$  o  $S_9$ ; además las variedades progenitoras han tenido una gran área geográfica de adaptación. La diversidad genética y geográfica explica porque estos híbridos se han cultivado por casi tres décadas a lo largo de las dos costas de México.

López (1986) presentó resultados de evaluación de 66 cruzas directas posibles entre 12 líneas de maíz contrastante en cuanto a área foliar y altura, algunas de las cuales portaban el gene braquítico-2. Entre unas de sus conclusiones indica que los análisis de varianza presentan diferencias altamente significativas para diversas características bajo condiciones de temporal, riego y combinado, revelando una amplia gama de variabilidad genética para las 19 características estudiadas.

Paterniani y Lonquist (1963) mencionan que la cantidad de heterosis mostrada en maíz depende de la habilidad para producir altos rendimientos y de la diversidad genética de las variedades progenitoras usadas. También agregan que la máxima respuesta heterótica se encuentra utilizando progenitores de endospermo contrastantes.

Balla (1985) en su estudio sobre incrementos de la variabilidad genética por hibridación interespecífica indica que el mejoramiento en trigo es constantemente incrementado por la demanda que este cultivo tiene en Hungría. Los mayores problemas pueden ser resueltos por un incremento de la variabilidad genética, que puede ser alcanzado por selección en el germoplasma original y por métodos de cruzamiento. Concluyendo que el incremento de la variabilidad genética en los últimos 13 años ha contribuido al desarrollo de nuevas variedades de trigo. Aunado con métodos de producción del cultivo los rendimientos promedio de trigo (en Hungría) se han triplicado en 25 años (de 1960 a 1985).

#### Tipos Estacionales de Trigo

Los trigos de primavera son aquellos que se siembran al principio del ciclo del cultivo, ya sea en primavera o en otoño dependiendo del clima. Tienen un ciclo de crecimiento continuo de la siembra a la cosecha, de tres a cinco meses, y no sobreviven a temperaturas bajo cero (CIMMYT, 1980 y Hanson *et al.*, 1985).

Generalmente se considera que los trigos de primavera en su fondo genético poseen genes que confieren resistencia a las royas del tallo y a la roya de la hoja, mejores características de panificación (CIMMYT, 1980);

mayor potencial de rendimiento por unidad de tiempo, más amplia adaptación y paja más fuerte (CIMMYT, 1973, 1986).

En cambio los trigos de invierno, tienen que sufrir una interrupción en su desarrollo, causado por períodos continuos de bajas temperaturas. Cuando son sembrados en el otoño son cosechados en el próximo verano, aproximadamente de 10 a 11 meses después de la siembra. Si se presentan bajas temperaturas, estos trigos no amacollan, ni florecen y consecuentemente no producen grano (CIMMYT, 1980 y Hanson et al., 1985).

Más sin embargo, los trigos de invierno como complejo genético presentan por lo general resistencia a enfermedades causadas por distintas especies de septoria, mayor tolerancia a bajas temperaturas y a la sequía (CIMMYT, 1980 y Reyes, 1985), buen tipo agronómico, excelente aptitud combinatoria y sobre todo transmiten un tipo de espiga sobresaliente, además, un mayor rendimiento debido a la incorporación de nuevos genes (CIMMYT, 1973, 1974).

#### Cruzas entre Tipos Estacionales

En el programa de mejoramiento de trigo del CIMMYT (CIMMYT, 1973) la crusa de trigos de invierno con trigos de primavera ofrece un amplio potencial para el mejoramiento de ambos grupos de trigo, lo anterior resulta de la unión de

dos pools genicos que en general son complementarios en características.

Incorporación de germoplasma de invierno en trigos de primavera proveen mayor resistencia a sequia, mejor resistencia a *Septoria tritici* y *Septoria nodorum* y mayores rendimientos debido a la incorporación de nuevos genes. Además, de los segregantes de primavera se espera un rango más amplio de madurez dentro del cual pueda seleccionarse para una condición ecológica en particular.

Kronstad y Scott (1988) hacen referencia a la importancia de utilizar pools de genes de invierno x primavera en el mejoramiento de trigo y su implicación en la amplitud de la variabilidad genética se refleja en tolerancia a factores abióticos y bióticos, rendimiento y la estabilidad del rendimiento.

Grant y McKenzie (1970) reportan heterosis significativa en pruebas de rendimiento de  $F_1$  de cruces en tres trigos de primavera cruzadas con tres trigos de invierno (*T. aestivum* L.). Los rendimientos fueron 40 por ciento más altos que los progenitores de primavera, siendo esta heterosis atribuida a la hibridación de tipos diversos de primavera x invierno.

Brajcich (1980) indica en su investigación sobre estimaciones de heterosis para cinco caracteres agronómicos de cruzas seleccionadas de trigo de invierno x primavera y primavera x primavera (*Triticum aestivum* L. em Thell), respecto a la falta de variabilidad genética y estancamiento de los rendimientos alcanzados en el mejoramiento, fue el que motivó a esta investigación. Entre sus resultados indica que el cruzamiento sistemático de trigos de invierno x primavera puede producir mayor variabilidad genética total para un mayor mejoramiento en este cultivo. Lo anterior se aplica al desarrollo de trigos híbridos (no aditivo) y puede también ser promisorio para programas de mejoramiento convencional, cuando sólo la porción aditiva de la varianza genética total puede ser usada. Esta información confirma que la cantidad de heterosis es una función de la diversidad genética de los progenitores.

Brajcich (1981) estudiando la naturaleza de la herencia, interacción genotipo-ambiente y asociación de características agronómicas en cruzas de trigo de invierno x primavera (*Triticum aestivum* L. em Thell). El autor observó mayor diversidad genética para fecha de madurez, altura de planta, tallos por planta, peso de semilla y rendimiento de grano en el sitio de primavera. Mientras que en el sitio de invierno se encontró mayor variación para fecha de embuche, período de llenado de grano, índice de cosecha y semillas por espiga.

Mani y Rao (1975) de sus estimaciones de heterosis en cruzas de trigo de invierno x primavera indican que aunque la importancia de los trigos de invierno para el mejoramiento de los trigos de primavera, para incrementar la variabilidad genética fue remarcado por Akerman y Mackey (1949); su utilización ha sido muy limitada. Sin embargo, ha resultado en la liberación de algunas variedades sobresalientes como Mentana y Thacher y toda la serie de recientes trigos enanos mexicanos de primavera, llevando genes de enanismo de un progenitor de invierno Norin. Además de llevar genes diversos para rendimiento hay algunas otras ventajas en el uso de los tipos de invierno para mejorar los tipos de primavera, especialmente cuando se mejora para áreas temporaleras. Los trigos de invierno tienen una corona más profunda y buen sistema radical de manera que pueden ser capaces de utilizar la humedad y nutrientes de perfiles más profundos del suelo. Los trigos de invierno tienen resistencia a la sequía también y de acuerdo con Levitt (1951) al hielo.

Continuando con cruzas de invierno x primavera Pinthus (1972) indica en base a resultados preliminares, que los requerimientos de frío es un carácter recesivo y que los híbridos de invierno x primavera pueden ser cultivados satisfactoriamente en regiones con trigo de primavera, donde las variedades altamente rendidoras europeas y americanas de invierno no alcanzan el embuche.

### Tipos de Cruzas en Trigo

Los estudios sobre cruzas de diferente nivel de comportamiento se remontan a cuando Langham (1949) reportó por primera vez el uso de progenitores distintos en cruzas de sésamo para obtener segregantes transgresivos. Este trabajo llevó a Longham (1949) a proponer el método de alto por bajo para el mejoramiento de plantas autógamas; indicando que posiblemente los genes favorables se recombinan con nuevos genes modificantes, resultando en segregación transgresiva, cruzando representantes de una población, los cuales exhiben una expresión alta o baja de la característica en cuestión.

El método propuesto por Longham (1949) para mejoramiento de plantas autógamas fue estudiado anteriormente por Johnson y Hayes (1940) en maíz (*Zea mays* L.). Ellos usaron dos grupos de alto y dos grupos de bajo rendimiento de líneas mejoradas. En sus resultados encontraron que la proporción de híbridos de alto rendimiento a partir del grupo alto x bajo fue igual al grupo alto x alto.

Green (1948) estudió la herencia de la aptitud combinatoria en la  $F_2$  de tres cruzas simples de maíz haciendo uso de cruzas alto x alto, alto x bajo y bajo x bajo combinaciones de líneas endogámicas, una frecuencia

alta de buenas combinaciones de segregantes  $F_2$  fue encontrada en la craza representada por alto x alto.

Lonnquist (1953, 1968) y Lonnquist y Lindsey (1964) evaluaron híbridos de maíz alto x alto, alto x bajo y bajo x bajo de probadores seleccionados en base a su autofecundación, usando para ello probadores no emparentados y probadores emparentados. En general la craza alto x alto tuvo el mayor rendimiento promedio.

Fonseca y Patterson (1968) en resultados de cruza dialélicas de 7 progenitores, obtuvieron alta heterobeltiosis para rendimiento en cruza de trigo rojo duro x blanco suave, rojo duro x rojo suave, blanco suave x rojo suave y dentro de variedades rojo suave x variedades rojo suave.

Busch *et al.* (1974) evaluaron cruza entre progenitores de alto y bajo rendimiento de trigo de primavera (*Triticum aestivum* L.) e hicieron una predicción basada en el método masal del comportamiento de líneas. Concluyeron que la línea más rendidora fue de una craza alto x bajo, pero la frecuencia más alta de líneas que rindieron dos unidades de desviación estándar sobre la media experimental fue obtenida de las cruza alto x alto. El promedio de las cruza alto x alto, alto x bajo, y bajo x bajo fue 343, 321 y 293 g por parcela respectivamente.

Kučumov (1938) reportó que cruzamientos contrastantes de trigo producen ecotipos híbridos, los cuales excedieron a los tipos parentales en altura y en número de granos por espiga y por planta. El autor es de la opinión de que mucha información en el valor de una craza puede ser obtenida de un estudio de la  $F_1$ .

### Erectos Genéticos

En este estudio también se utilizó el método indirecto propuesto por Jenkins y Brunson (1932) y Chávez y López (1987) para estimar los componentes genéticos de la variación entre los rendimientos por parcela y los demás rasgos medidos de las cruas, como de sus progenitores.

### Análisis Dialélicos y Aptitud Combinatoria

Las cruas dialélicas se componen de las cruas simples que pueden lograrse entre los elementos de un conjunto básico de líneas progenitoras, constituye un procedimiento importante en el desarrollo de un programa de mejoramiento genético en algunos cultivos. Su empleo actual tiene su origen en el desarrollo de los conceptos de aptitud combinatoria general y específica establecida por Sprague y Tatum (1942).

Martínez (1983) indica que las cruzas dialélicas pueden lograrse entre un conjunto de líneas progenitoras. Es un procedimiento estándar de investigación en genética de plantas y animales para estimación de efectos genéticos.

Hayman (1954) define como cruzas dialélicas a un juego completo de cruzas simples entre cierto número de líneas o clones.

Virmani y Edwards (1983) indican que los análisis dialélicos han sido el principal diseño de apareamiento utilizado para estimar heterosis y la cantidad relativa de ACG y ACE en arroz y trigo. La mayoría de estos estudios han revelado que la ACG es generalmente de mayor importancia relativa que la ACE para rendimiento de grano. También es importante señalar que la mayoría han reportado efectos significativos de ACG para rendimiento de grano, los efectos significativos de ACE sólo ocurrieron en experimentos a baja densidad de población.

Salamanca (1975) indica que el método de análisis dialélico constituye una buena herramienta para asegurar méritos a variedades como progenitoras en un número de cruzas. Este método de análisis permite además conocer la naturaleza genética de los caracteres y la elección del método genotécnico más adecuado para obtener el máximo avance genético.

Sprague y Tatum (1942) definieron el término de aptitud combinatoria general como el comportamiento promedio de una línea o clon en combinaciones híbridas y el de aptitud combinatoria específica como las desviaciones de ciertas cruzas que son mejores o peores, en base al comportamiento promedio de las líneas o clones que intervienen en el cruzamiento.

Chávez y López (1987) indican que la ACG estima el patrimonio genético de cada línea, es decir, estima la cuantía de los efectos de genes aditivos; evaluándose mediante el uso de un probador de amplia variabilidad genética. Esta prueba es inherente a cada línea en particular. La ACE estima la cuantía de los efectos de genes de acción no aditiva, principalmente de genes con acción de dominancia, epístasis e interacciones no aditivas. Esta medida es particular para combinaciones entre pares de líneas.

Kronstad y Foote (1964) señalan que la técnica usada en programas de mejoramiento de maíz y especies forrajeras para clasificar líneas progenitoras en base a su aptitud combinatoria, es también aplicable en cereales de grano pequeño, permitiendo además conocer la herencia de los caracteres cuantitativos. Los autores usaron el método 4 de Griffing, analizando ocho variedades de trigo de invierno, con datos  $F_1$  para los caracteres rendimiento por planta,

peso de grano, granos por espiguilla, espiguillas por espiga, espigas por planta y altura de planta.

En sus resultados observaron que el cuadrado medio de ACG fue altamente significativo y contribuyeron con la mayor parte de la varianza para todos los caracteres, excepto para peso de grano. La varianza de ACE fue altamente significativa para altura de plantas y rendimiento de planta.

Lupton (1965) señala que el análisis de cruzas dialélicas en especies autóгамas desarrollado es una poderosa herramienta para la detección de variedades de alto potencial genético en programas de mejoramiento.

En otro estudio sobre cruzas dialélicas Gyawali *et al.* (1968) utilizaron siete progenitores (trigo rojo suave de invierno, blanco suave y rojos duros). Encontraron que la ACE fue significativa para la característica rendimiento de grano, peso del grano, número de espigas, altura e índice de perlado, no resultando significativos en rendimiento harinero, mientras que la ACG fue significativa para todas las características estudiadas.

Liang (1967) realizó un estudio dialélico en sorgo, el autor encontró que el promedio de las  $F_1$  mostró un

incremento significativo sobre el padre superior para caracteres como rendimiento, peso de la espiga, tamaño de la espiga, área de hoja, diámetro de caña, mientras que para peso del grano y altura fueron significativamente más altos y cercanos al progenitor medio, en tanto que, el número de hojas y el valor de proteína fueron significativamente más bajos que los padres superiores.

Continuando con los dialélicos Brown *et al.* (1966) estimaron aptitud combinatoria general y aptitud combinatoria específica en siete variedades de trigo empleando el método 4 de Griffing para los caracteres peso de grano, peso de hoja, número de espigas, peso de 1000 granos, por ciento de proteína y altura de planta. De sus resultados se desprende que la ACG fue significativa al 0.01 de probabilidad para los caracteres anteriormente mencionados. Para la ACE no hubo significancia alguna de los mismos caracteres, a excepción de porcentaje de proteína.

Nass y Jui (1985) trabajando en trigo de primavera, determinaron la aptitud combinatoria para índice de cosecha, rendimiento de grano entre otros. Ellos observaron que los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) fueron de mayor importancia para rendimiento de grano e índice de cosecha, mientras que los efectos de aptitud combinatoria específica (ACE) fueron de menor importancia.

Chauhan *et al.* (1976) determinaron los efectos de ACG de un set de cruza dialélicas de generaciones  $F_2$  y  $F_3$  hechas entre 6 variedades diversas de trigo (*Triticum aestivum* L.). Los resultados indicaron predominancia de la varianza de ACG en las dialélicas  $F_2$  y  $F_3$ . Sin embargo, estas estimaciones fueron menores que las del dialélico  $F_1$  con una reducción substancial en la estimación de las varianzas de ACG y ACE. La presencia de efectos aditivos y no aditivos indicó el mejoramiento poblacional como un sustituto del método convencional de mejoramiento.

Paroda y Joshi (1970a) hicieron cruza dialélicas en  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$  de trigos panaderos. La varianza de ACG resultó altamente significativa para todos los caracteres en los dos ciclos de prueba, excepto para rendimiento de grano en el segundo ciclo. Todos los caracteres, excepto número de espigas por planta en el segundo ciclo, mostraron alta significancia para varianza de ACE. La relación está asociada con ACG (acción génica aditiva) para los cuatro componentes de rendimiento.

Escobar (1970) usando el método 2 de Griffing modificado (inclusión de  $n-1$  veces cada progenitor por repetición) estudió aptitud combinatoria en los siguientes caracteres; número de tallos, número de espigas, espiguillas por espiga, longitud de espiga, altura de planta, rendimiento por planta y peso de 1000 granos. La prueba de

significancia mostró varianzas altamente significativas para ACG como para ACE en todas las caracteres. En sus conclusiones indica que este análisis mostró que una gran parte de la variación genética total resultó ser del tipo aditivo para todos los caracteres estudiados.

Brajcich (1981) estudiando la naturaleza de la herencia, interacción genotipo-ambiente y asociación de características agronómicas en cruza seleccionadas de trigos de invierno x primavera (*Triticum aestivum* L. en Thell). El concluye que de los valores de los cuadrados medios esperados, aparentemente los progenitores de invierno contribuyeron más a la variación genética total para la mayoría de rasgos medidos en ambas localidades. Una gran interacción genotipo-ambiente, también fue presentada sugiriendo que estimaciones de la acción génica y selección para tipos de planta adaptadas pueden ser hechas sólo en el sitio específico de invierno o primavera. Indicando también que una gran porción de la variación genética total contrastando los rasgos medidos fue debido a la acción génica aditiva. Sin embargo, en el sitio de invierno también hubo una gran influencia de acción génica no aditiva asociada a fecha de embuche, altura de planta, índice de cosecha, tallos por planta, peso de semilla, semillas por espiga y rendimiento de grano.

Muehlbauer *et al.* (1971) investigaron la aptitud combinatoria en generaciones  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$  en avena encontrando que la ACE fue significativa para altura de planta y número de tallos en  $F_1$ , pero no lo fue importante para madurez, altura de planta, resistencia de paja y rendimiento en  $F_2$  y  $F_3$ . La ACG fue constantemente significativa en  $F_2$  y  $F_3$ .

Bhatt (1973) llevó a cabo estudios en generaciones masivas  $F_1$  y  $F_2$  e hizo cruzas dialélicas de ocho variedades de trigo. El determinó que la varianza de ACG fue igual en las dos generaciones; infiriendo que los datos de la  $F_2$  pueden ser confiables para eliminar las cruzas de poco valor en una serie dialélica.

Stuthman y Stucker (1975) analizando una serie dialélica de 12 variedades de avena, ellos observaron que las variedades de alto rendimiento no son siempre las de mayor ACG. Sin embargo, aquellas variedades de mayor ACG son en general las que producen una mayor frecuencia de líneas superiores.

Salamanca (1975) haciendo uso de varios parámetros, tales como heterosis y depresión por endogamia mediante cruzas dialélicas  $F_1$  y generaciones avanzadas para 10 caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.) indican que todas las generaciones ( $F_1$  a  $F_6$  o  $F_7$ ) pueden utilizarse para

estimar la varianza aditiva, mientras que la varianza de dominancia, debe estimarse solamente con las generaciones  $F_1$  y  $F_2$  ya que esta disminuye conforme avanzan las generaciones de autofecundación, teniendo como límite cero. Los valores estimados indican que la varianza aditiva, es de mayor magnitud y por lo tanto más importante que la varianza de dominancia para la mayoría de los caracteres estudiados. El grado promedio de dominancia en  $F_1$  y  $F_2$  presenta valores cercanos a uno para la mayoría de los caracteres, de donde se infiere que la dominancia parcial o dominancia completa es el tipo de acción génica más frecuente para la mayoría de los caracteres estudiados.

Hernández y Molina (1980) en su investigación sobre selección de progenitores en trigo según su aptitud combinatoria general para rendimiento de grano y longitud de espiga encontraron que las cruzas entre variedades de alta ACG produjeron una frecuencia mayor de líneas  $F_6$  superiores, que las cruzas de alta x baja y mucho mayor que las de baja x baja ACG, tanto para rendimiento de grano como para longitud de espiga.

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción del Area de Investigación

El presente trabajo de investigación fue realizado en los invernaderos, así como en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, Coahuila, México, a una altura de 1743 msnm entre las coordenadas geográficas de 25°21' latitud norte y 101°21' longitud oeste. De acuerdo con el sistema de clasificación climática de W. Köppen y modificado por García (1973), Buenavista cuenta con un clima clasificado como tipo BWhw (x')(e), caracterizado por su grado de humedad como de clima semi-árido, con una temperatura media de 19.8°C y una precipitación anual de 298.5 mm.

El suelo es de textura migajón, con un pH de 8.10, extremadamente rico en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y medianamente rico en potasio, Rojas (1984).

## Material Genético

El material genético utilizado en este estudio fueron 20 líneas derivadas de familias  $F_2$  proporcionadas en 1979, por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) al Programa de Cereales de esta Universidad, dichos materiales fueron sometidos a una prueba preliminar del rendimiento durante 1984 y 1985. 10 de estas líneas provinieron de cruza primavera x primavera y las otras 10 de invierno x primavera, siendo clasificadas en 1989, cinco de alto y cinco de bajo rendimiento en cada grupo estacional (Cuadro 1).

### Obtencion del Material de Prueba

Las progenies evaluadas se obtuvieron cruzando líneas del mismo y diferente origen estacional de alto (A) y bajo (B) rendimiento, como se presenta en el Cuadro 2. De esta manera se obtuvieron:

- a). Seis progenies P x P entre A x A.
- b). Seis progenies P x P entre B x B.
- c). Seis progenies P x P entre A x B.
- d). Seis progenies P x P entre B x A.
- e). Seis progenies I x P entre A x A.
- f). Seis progenies I x P entre B x B.
- g). Seis progenies I x P entre A x B.
- h). Seis progenies I x P entre B x A.

Cuadro 1. Líneas utilizadas como progenitoras.

| Línea y Cruz                                                                                                                                       | Comportamiento        |                     | Origen                    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|--|
|                                                                                                                                                    | patrón<br>rendimiento | Grupo<br>estacional | Buenavista<br>Verano 1986 |  |
| 1. POTAM /6/Joppa Ron x Kal-AN-13-83                                                                                                               | CM 318A9              | PxP                 | 9                         |  |
| 2. Y50 <sub>F</sub> Kal <sup>3</sup> xHork-AN 108-83                                                                                               | CM 32111              | PxP                 | 14                        |  |
| 3. HD/220-Kal <sup>3</sup> xBLY <sup>5</sup> -AN-157-83                                                                                            | CM 40454              | PxP                 | 15                        |  |
| 4. JOR160 LM21-AN-166-80                                                                                                                           | 76AN204               | PxP                 | 19                        |  |
| 5. POTAM70-PAVON <sup>5</sup> -AN-12-83                                                                                                            | CM31834               | PxP                 | 25                        |  |
| 6. HORK ((FN-TN <sup>3</sup> X1144-29-TN <sup>2</sup> /CO(N <sup>6</sup> )Sr)-AN-117-83                                                            | CM32224               | PxP                 | 13                        |  |
| 7. Kal-BLOxALd <sup>5</sup> -AN-49-79                                                                                                              | CM37127               | PxP                 | 18                        |  |
| 8. (U-T1/2F2)((CND-SUCPO/20360))((INIA*BB/<br>NACH-E*2F <sub>2</sub> ))/INIA*BB*BB*SYG*2F <sub>2</sub><br>(PATO R*BB*CAL*CN0-S/CND*SONE4)=AN-68-80 | TR760220              | PxP                 | 20                        |  |
| 9. YR Rese1(B)((CND-INTA <sup>5</sup> /CNxNAD-CH <sup>5</sup> S <sup>5</sup> )CND-BHAN)=AN-132-82                                                  | CM31941               | PxP                 | 22                        |  |
| 10. (BB*CN0*CN0* TOTA/JAR)*2F <sub>5</sub> F <sub>2</sub> )*((H/RA*2F <sub>2</sub> )*<br>RA*SUG/RA*2F <sub>2</sub> )=AN-1525-83                    | TR760010              | PxP                 | 23                        |  |
| 11. BUDIFEN/T0B66-CNDxANZA-AN-388-83                                                                                                               | SUM10400              | lxP                 | 27                        |  |
| 12. BUDIFEN(KVZ /CND-CHRON)=AN-397-83                                                                                                              | SUM10481              | lxP                 | 29                        |  |
| 13. CHA12*CLLF-BEZ=AN-162-83                                                                                                                       | SUM5465               | lxP                 | 37                        |  |
| 14. BUDIFEN (KVZ/CND-CHRON)=AN-391-83                                                                                                              | SUM10481              | lxP                 | 41                        |  |
| 15. NAC76-VAL <sup>5</sup> S <sup>5</sup> =AN-817-82                                                                                               | CM49602               | lxP                 | 47                        |  |
| 16. TJB041.1543-PVN <sup>5</sup> S <sup>5</sup> =AN-437-82                                                                                         | SUM7189               | lxP                 | 32                        |  |
| 17. BUDIFEN (KVZ/CND-CHRON)=AN-394-83                                                                                                              | SUM10481              | lxP                 | 39                        |  |
| 18. KOL18R1-PVN/6=AN-819-82                                                                                                                        | SUM9651               | lxP                 | 42                        |  |
| 19. DJ <sup>2</sup> -VY8318*CN0-7C-AN-15-82                                                                                                        | SUM5471               | lxP                 | 44                        |  |
| 20. BUDIFEN/T0B66-CNDxANZA=AN-36-83                                                                                                                | SUM10400              | lxP                 | 45                        |  |

Cuadro 2. Cuadro indicativo de cruzas.

|            |   | <u>Grupo</u> |   | <u>Estacional</u> |   | <u>PxP</u> |   |   |   |    |
|------------|---|--------------|---|-------------------|---|------------|---|---|---|----|
|            |   | <u>A</u>     |   |                   |   | <u>B</u>   |   |   |   |    |
|            | 1 | 2            | 3 | 4                 | 5 | 6          | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1          |   |              | X | X                 | X |            |   | X | X | X  |
| 2          |   |              | X | X                 | X |            |   | X | X | X  |
| <u>A</u> 3 |   |              |   |                   |   |            |   |   |   |    |
| 4          |   |              |   |                   |   |            |   |   |   |    |
| 5          |   |              |   |                   |   |            |   |   |   |    |
| 6          |   |              | X | X                 | X |            |   | X | X | X  |
| 7          |   |              | X | X                 | X |            |   | X | X | X  |
| <u>B</u> 8 |   |              |   |                   |   |            |   |   |   |    |
| 9          |   |              |   |                   |   |            |   |   |   |    |
| 10         |   |              |   |                   |   |            |   |   |   |    |

|             |    | <u>Grupo</u> |    | <u>Estacional</u> |    | <u>IxP</u> |    |    |    |    |
|-------------|----|--------------|----|-------------------|----|------------|----|----|----|----|
|             |    | <u>A</u>     |    | <u>B</u>          |    |            |    |    |    |    |
|             | 11 | 12           | 13 | 14                | 15 | 16         | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 11          |    |              | X  | X                 | X  |            |    | X  | X  | X  |
| 12          |    |              | X  | X                 | X  |            |    | X  | X  | X  |
| <u>A</u> 13 |    |              |    |                   |    |            |    |    |    |    |
| 14          |    |              |    |                   |    |            |    |    |    |    |
| 15          |    |              |    |                   |    |            |    |    |    |    |
| 16          |    |              | X  | X                 | X  |            |    | X  | X  | X  |
| 17          |    |              | X  | X                 | X  |            |    | X  | X  | X  |
| <u>B</u> 18 |    |              |    |                   |    |            |    |    |    |    |
| 19          |    |              |    |                   |    |            |    |    |    |    |
| 20          |    |              |    |                   |    |            |    |    |    |    |

PxP= Primavera x primavera  
A = Alto rendimiento

IxP= Invierno x primavera  
B = Bajo rendimiento

Las progenies de cada grupo se obtuvieron en el invernadero durante el invierno 1987/88, otoño y primavera 1988 respectivamente. Se sembraron siete diferentes fechas de siembra para que coincidieran las diferentes floraciones del material, emasculándose y polinizándose dentro de cada grupo estacional. Posteriormente esta semilla  $F_1$  obtenida se utilizó en las evaluaciones.

### Conducción del Experimento

El diseño experimental utilizado en la evaluación de las progenies  $F_1$  fue el de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas subdivididas con tres repeticiones. En la Figura 1 se ilustra la asignación aleatoria de los grupos (PxP e l x P) a la parcela grande, tipos de cruza a la parcela mediana y la subdivisión de esta última en el número de progenie evaluada dentro de cada parcela mediana.

Cada progenie tuvo una unidad experimental de un surco de 2 m de longitud, con una distancia entre parcela de 0.30 m y entre plantas de 9 cm (22 semillas/parcela). Para fin de cuantificar el potencial de cada progenie, se tomaron 0.60 m<sup>2</sup> de cada unidad experimental.

Hubo necesidad de utilizar el diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas para analizar los tipos de cruza y las progenies dentro del grupo primavera x

|                                          |                             |            |   |
|------------------------------------------|-----------------------------|------------|---|
| G<br>R<br>U<br>P<br>O<br><br>P<br>x<br>P | Tipo de<br>cruza<br><br>AxA | Progenie 1 | 1 |
|                                          |                             | " 2        | 2 |
|                                          |                             | " 3        | 3 |
|                                          |                             | " 4        | 4 |
|                                          |                             | " 5        | 5 |
|                                          |                             | " 6        | 6 |
|                                          | BxB                         | " 1        | 1 |
|                                          |                             | " 2        | 2 |
|                                          |                             | " 3        | 3 |
|                                          |                             | " 4        | 4 |
|                                          |                             | " 5        | 5 |
|                                          |                             | " 6        | 6 |
|                                          | AxB                         | " 1        | 1 |
|                                          |                             | " 2        | 2 |
|                                          |                             | " 3        | 3 |
|                                          |                             | " 4        | 4 |
|                                          |                             | " 5        | 5 |
|                                          |                             | " 6        | 6 |
|                                          | BxA                         | " 1        | 1 |
|                                          |                             | " 2        | 2 |
|                                          |                             | " 3        | 3 |
|                                          |                             | " 4        | 4 |
|                                          |                             | " 5        | 5 |
|                                          |                             | " 6        | 6 |

|                                          |                             |            |   |
|------------------------------------------|-----------------------------|------------|---|
| G<br>R<br>U<br>P<br>O<br><br>I<br>x<br>P | Tipo de<br>cruza<br><br>AxA | Progenie 1 | 1 |
|                                          |                             | " 2        | 2 |
|                                          |                             | " 3        | 3 |
|                                          |                             | " 4        | 4 |
|                                          |                             | " 5        | 5 |
|                                          |                             | " 6        | 6 |
|                                          | BxB                         | " 1        | 1 |
|                                          |                             | " 2        | 2 |
|                                          |                             | " 3        | 3 |
|                                          |                             | " 4        | 4 |
|                                          |                             | " 5        | 5 |
|                                          |                             | " 6        | 6 |
|                                          | AxB                         | " 1        | 1 |
|                                          |                             | " 2        | 2 |
|                                          |                             | " 3        | 3 |
|                                          |                             | " 4        | 4 |
|                                          |                             | " 5        | 5 |
|                                          |                             | " 6        | 6 |
|                                          | BxA                         | " 1        | 1 |
|                                          |                             | " 2        | 2 |
|                                          |                             | " 3        | 3 |
|                                          |                             | " 4        | 4 |
|                                          |                             | " 5        | 5 |
|                                          |                             | " 6        | 6 |

Figura 1. Muestra la distribución de campo del diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas subdivididas para una repetición.

primavera y dentro del grupo invierno x primavera, donde el factor tipos de cruza es asignado a la parcela principal y las progenies a las subparcelas. En las Figura 2 se ilustra la distribución de las parcelas.

### Prácticas Culturales

Una semana antes de la siembra se preparó el terreno y posteriormente se regó para sembrarse en húmedo, realizándose la primera fertilización un día antes de la siembra con la fórmula 150-100-0 aplicándose todo el fósforo y la mitad del nitrógeno. El resto del nitrógeno se aplicó aproximadamente a las ocho semanas después de la siembra. Las fuentes utilizadas fueron urea al 46 por ciento y superfosfato triple al 46 por ciento.

Se aplicaron ocho riegos durante el desarrollo del cultivo de acuerdo a las necesidades hídricas de la planta. El control de malezas se hizo en forma manual dos aplicaciones fueron necesarias, una el 20 de marzo y la otra el 12 de abril. También se hizo uso del control químico aplicando un plaguicida\* para controlar pulgón (*Diuraphis noxia*), la primera aplicación fue el 24 de febrero, una segunda el 11 de abril y una última el 16 de abril, a una dosis de 60 cc por bomba de 4 galones.

---

\*Metasystox

| Tipo de<br>cruza | Progenie |   |
|------------------|----------|---|
|                  | 1        | 2 |
| AxA              | "        | 2 |
|                  | "        | 3 |
|                  | "        | 4 |
|                  | "        | 5 |
|                  | "        | 6 |
|                  | "        | 6 |
| BxB              | "        | 1 |
|                  | "        | 2 |
|                  | "        | 3 |
|                  | "        | 4 |
|                  | "        | 5 |
|                  | "        | 6 |
| AxB              | "        | 1 |
|                  | "        | 2 |
|                  | "        | 3 |
|                  | "        | 4 |
|                  | "        | 5 |
|                  | "        | 6 |
| BxA              | "        | 1 |
|                  | "        | 2 |
|                  | "        | 3 |
|                  | "        | 4 |
|                  | "        | 5 |
|                  | "        | 6 |

Figura 2. Mostrando la distribución de campo del diseño bloques al azar en arreglo de parcelas divididas para una repetición.

También se presentó ataque de pájaro, el mismo que fue controlado con cinta repelente colocada en todo el experimento y auxiliándose también con un producto químico repelente\* a una dosis de 40 gr por bomba de 4 galones. Tres aplicaciones fueron necesarias durante el experimento.

#### Toma de Datos

Durante el desarrollo del cultivo se midieron los siguientes caracteres:

#### Número de Plantas por Parcela

Se sembraron 22 semillas por parcela, contándose el número de plantas durante el amacollamiento, a la floración y después de la madurez fisiológica.

#### Días a Espigamiento

Número de días desde la fecha de siembra hasta el momento en que cada parcela presentó el 50 por ciento o más de espigas fuera de la vaina de la hoja bandera.

---

\* Mesuro l

### Días a Madurez Fisiológica

El registro se tomó en días, desde la fecha de siembra hasta el momento en que cada parcela presentó el 50 por ciento o más de plantas con tallos color amarillo.

### Altura de Planta

Se tomó en centímetros, desde la base del tallo hasta la base distal de la espiga.

### Longitud de Espiga

Se determinó en base al promedio de cinco espigas tomadas al azar en cada parcela, midiéndose su longitud en centímetros, desde la base de la primera espiguilla al ápice de la espiguilla terminal.

### Area de la Hoja Bandera

Se midió el largo y ancho de cada una de las hojas bandera de una muestra al azar de 10 plantas, sacándose su promedio para estimar el área, de acuerdo al método desarrollado por Fransis et al. (1969) mediante la siguiente ecuación:

Area foliar de una hoja = largo x ancho x FC

donde:

FC = factor de corrección cuyo valor es 0.75.

#### Peso de 1000 Semillas

Se pesaron 200 semillas tomadas al azar de cada parcela, multiplicándose dicha cantidad por cinco para obtener el peso aproximado de 1000 semillas, expresándose en gramos.

#### Semillas por Espiga

A las cinco espigas recolectadas al azar para la nota de longitud de espiga se les contaron las semillas, posteriormente se obtuvo el promedio.

#### Peso de Semillas por Espiga

A las cinco espigas recolectadas al azar para la nota de longitud de espiga se les tomó el peso en gramos, para posteriormente obtener su promedio

### Espigas por Parcela

Número total de espigas en plantas presentes en una parcela al momento de la madurez fisiológica.

### Peso Hectolítrico

Se llevó a cabo en una balanza que determina la relación peso-volumen, tomándose la lectura en kl/hl de la cosecha de grano limpio por parcela.

### Espiguillas por Espiga

A las cinco espigas recolectadas al azar para tomar longitud de espiga se les contaron el número de espiguillas, anotándose el promedio posteriormente.

### Espigas por Planta

Esta se obtuvo de las notas tomadas de la variable espigas por parcela dividido entre el número de plantas por parcela.

### Semillas por Espiguilla

Se obtuvo de las notas tomadas de la variable semillas por espiga dividiéndolas entre espiguillas por parcela.

### Rendimiento por Parcela

Peso total de semilla cosechada en cada parcela, expresado en gramos por parcela. Este rendimiento fue ajustado mediante la siguiente expresión:

Rendimiento ajustado por parcela:

$$= \text{Rend. inicial } [9.21(\text{No. de plantas} - 18.694)]$$

donde:

9.21 = valor de  $b_0$  obtenido a través de un análisis de covarianza para corregir el rendimiento por parcela entre el número de plantas por parcela, computado por medio del programa SAS.

18.694 =  $\bar{X}$  general del número de plantas.

### Rendimiento Biológico por Parcela

Se cosecharon las plantas de cada parcela después de su madurez fisiológica, cortadas en la base del tallo, secadas a una temperatura de 45°C aproximadamente por un periodo de una semana hasta que estuvieran completamente secas, después se tomó el peso y se corrigió el rendimiento por medio de la fórmula siguiente:

Rendimiento biológico ajustado:

$$= \text{Rend. biológico inicial} - \text{Rend. inicial} + \text{Rend. ajustado}$$

### Indice de Cosecha

Esta nota se obtuvo dividiendo el rendimiento ajustado por parcela entre el rendimiento biológico ajustado por parcela.

$$\text{Indice de cosecha} = \frac{\text{Rend. / parcela}}{\text{Rend. Biológico / parcela}}$$

Para después hacerle una transformación por la fórmula siguiente (según Steel y Torrie, 1984):

$$\text{Indice de Cosecha} = \arcsen \sqrt{\frac{\text{Indice de cosecha}}{\text{Indice de cosecha}}}$$

## Análisis Estadístico

El modelo estadístico del diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas subdivididas para cada una de las características consideradas en el experimento fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + G_j + \text{Error a} + C_k + (GC)_{jk} + \text{Error b} + P_l + (GP)_{jl} + (CP)_{kl} + (GCP)_{jkl} + \text{Error c.}$$

donde:

$\mu$  = media general

$R_i$  = efecto de la  $i$  ta repetición,  $i = 1, 2, \dots, r$  (repeticiones).

$G_j$  = efecto del  $j$  to bloque,  $j = 1, 2, \dots, g$  (grupos).

Error a = efecto de interacción entre la repetición  $i$  y el bloque  $j$  o error a.

$C_k$  = efecto de la  $k$  ta cruza,  $k = 1, 2, \dots, c$  (cruzas).

$(GC)_{ij}$  = efecto de interacción entre el grupo  $j$  y la cruza  $k$ .

Error b = efecto de interacción entre la repetición  $j$  la cruza  $k$  dentro del grupo  $l$  o error b.

$P_l$  = efecto de la  $l^{ta}$  progenie,  $l = 1, 2, \dots, p$  (progenies).

$(GP)_{jl}$  = efecto de la interacción entre el grupo  $l$  y la progenie  $j$ .

$(CP)_{kl}$  = efecto de la interacción entre la cruza  $k$  y la progenie  $l$ .

$(GCP)_{jkl}$  = efecto de la interacción el grupo  $l$ , la cruza  $k$  y la progenie  $j$ .

$E_{ijkl}$  = efecto de variables no cuantificables por el modelo o error c.

El pertinente análisis de varianza del modelo anterior se observa en el Cuadro 3.

donde:

$$\phi^2 \text{ Grupos} = \frac{CM_{11} - CM_0}{rcp}$$

$$\sigma^2 \text{ error a} = \frac{CM_{10} - CM_0}{rcp}$$

Cuadro 3. Análisis de varianza y esperanzas de cuadrados medios para el experimento establecido en bloques al azar en arreglo de parcelas divididas subdivididas, utilizando el modelo I (considerando todos los efectos fijos).

| F.V.            | g./.            | C.M.             | F.C.                              | F.T.                              | E.C.M.                                                    |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Repeticiones    | (r-1)           | CH <sub>11</sub> | CH <sub>11</sub> /CH <sub>9</sub> | Fa, (r-1), (r-1)(g-1)             | $\sigma^2_c + p\sigma^2_b + cp\sigma^2_a + gcp\sigma^2_r$ |
| Grupos          | (g-1)           | CH <sub>10</sub> | CH <sub>10</sub> /CH <sub>9</sub> | Fa, (g-1), (r-1)(g-1)             | $\sigma^2_c + p\sigma^2_b + cp\sigma^2_a + rcp\sigma^2_g$ |
| Error a         | (r-1)(g-1)      | CH <sub>9</sub>  | CH <sub>9</sub> /CH <sub>6</sub>  | Fa, (r-1)(g-1), (r-1) (c-1)g      | $\sigma^2_c + p\sigma^2_b + cp\sigma^2_a$                 |
| Tipos de cruza. | (c-1)           | CH <sub>8</sub>  | CH <sub>8</sub> /CH <sub>6</sub>  | Fa, (c-1), (r-1)(c-1)g            | $\sigma^2_c + p\sigma^2_b + rgp\sigma^2_e$                |
| GxC             | (g-1)(c-1)      | CH <sub>7</sub>  | CH <sub>7</sub> /CH <sub>6</sub>  | Fa, (g-1)(c-1), (r-1) (c-1)g      | $\sigma^2_c + p\sigma^2_b + p\sigma^2_{gc}$               |
| Error b         | (r-1)(c-1)g     | CH <sub>6</sub>  | CH <sub>6</sub> /CH <sub>1</sub>  | Fa, (r-1)(c-1)g, (r-1)(p-1)cg     | $\sigma^2_c + p\sigma^2_b$                                |
| Progenies       | (p-1)           | CH <sub>5</sub>  | CH <sub>5</sub> /CH <sub>1</sub>  | Fa, (p-1), (r-1)(p-1)cg           | $\sigma^2_c + rg\sigma^2_p$                               |
| GxP             | (g-1)(p-1)      | CH <sub>4</sub>  | CH <sub>4</sub> /CH <sub>1</sub>  | Fa, (g-1)(p-1), (r-1) (p-1)cg     | $\sigma^2_c + rc\sigma^2_{gp}$                            |
| CxP             | (c-1)(p-1)      | CH <sub>3</sub>  | CH <sub>3</sub> /CH <sub>1</sub>  | Fa, (c-1)(p-1), (r-1) (p-1)cp     | $\sigma^2_c + rg\sigma^2_{cp}$                            |
| GxCxP           | (g-1)(c-1)(p-1) | CH <sub>2</sub>  | CH <sub>2</sub> /CH <sub>1</sub>  | Fa, (g-1)(c-1)(p-1), (r-1)(p-1)cg | $\sigma^2_c + rc\sigma^2_{gcp}$                           |
| Error c         | (r-1)(p-1)cg    | CH <sub>1</sub>  |                                   | $\sigma^2_c$                      | $\sigma^2_c$                                              |

$$\sigma^2_{\text{cruzas}} = \frac{CM_3 - CM_5}{rcp}$$

$$\sigma^2_{\text{GxC}} = \frac{CM_7 - CM_5}{rp}$$

$$\sigma^2_{\text{error b}} = \frac{CM_5 - CM_1}{p}$$

$$\sigma^2_{\text{progenies}} = \frac{CM_5 - CM_1}{rcg}$$

$$\sigma^2_{\text{GxP}} = \frac{CM_4 - CM_1}{rc}$$

$$\sigma^2_{\text{CxP}} = \frac{CM_3 - CM_1}{rg}$$

$$\sigma^2_{\text{GxCxP}} = \frac{CM_2 - CM_1}{r}$$

$$\sigma^2_{\text{error c}} = CM_1$$

Para hacer las correspondientes comparaciones de medias se utilizó la prueba de diferencia mínima

## DMS para Grupos

$$DMS = (t_{0.05/2, g/ \text{ error a}}) \left( \sqrt{\frac{2CMEa}{n}} \right)$$

donde:

$(t_{0.05/2, g/ \text{ error a}})$  = valor tabulado obtenido con los grados de libertad y probabilidades deseadas.

$CMEa$  = cuadrado medio del error a.

$n$  = número de observaciones.

## DMS para Tipos de Cruza

$$DMS = (t_{0.05/2, g/ \text{ error b}}) \left( \sqrt{\frac{2 \text{ CME b}}{n}} \right)$$

donde:

$(t_{0.05/2, g/ \text{ error b}})$  = valor tabulado obtenido con los grados de libertad y probabilidades deseadas.

## DMS para Progenies

$$DMS = (t_{0.05/2, g/ \text{ error } c}) \left( \sqrt{\frac{2 \text{ CME } c}{n}} \right)$$

donde:

$(t_{0.05/2, g/ \text{ error } c})$  = valor tabulado obtenido con los grados de libertad y probabilidades deseadas.

$\text{CMEc}$  = cuadrado medio del error c.

$n$  = número de observaciones.

También el coeficiente de variación fue calculado para cada uno de los caracteres medidos, para evaluar la confiabilidad de los resultados a través de la siguiente expresión:

$$C.V. = \sqrt{\frac{\text{CME } c}{x}} \times 100$$

donde:

El modelo estadístico del diseño bloques al azar en arreglo de parcelas divididas para los caracteres considerados en el experimento fue:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + C_j + \text{Error a} + P_k + (PC)_{kj} + \text{Error b}$$

donde:

$\mu$  = media general

$R_i$  = efecto de la  $i^{\text{ta}}$  repetición,  $i = 1, 2, \dots, r$  (repeticiones).

$C_j$  = efecto de la  $j^{\text{ta}}$  cruza,  $j = 1, 2, \dots, c$  (cruzas).

Error a = efecto de la interacción entre la progenie  $i$  y la cruza  $j$ .

$P_k$  = efecto de la  $k^{\text{ta}}$  progenie,  $k = 1, 2, \dots, k$  (progenies).

$(PC)_{kj}$  = efecto de la interacción entre la progenie  $k$  y la cruza  $j$ .

El análisis de varianza del modelo anterior se observa en el Cuadro 4.

donde:

$$\sigma^2 \text{ cruzas} = \frac{CM_5 - CM_4}{rp}$$

$$\sigma^2 \text{ error a} = \frac{CM_4 - CM_1}{P}$$

$$\sigma^2 \text{ progenies} = \frac{CM_3 - CM_1}{rc}$$

$$\sigma^2 C \times P = \frac{CM_2 - CM_1}{r}$$

$$\sigma^2 \text{ error b} = CM_1$$

Las correspondientes comparaciones de medias se llevaron a cabo por la diferencia mínima significativa (DMS) al 5 por ciento de probabilidad de las fuentes de variación de nuestro interés (Little y Jackson, 1978) en la siguiente forma:

Cuadro 4 Análisis de varianza para el experimento de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas, utilizando el modelo I.

| F.V.           | R./I.       | C.M.            | F.C.                             | F.T.                                     | E.C.M.                                    |
|----------------|-------------|-----------------|----------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Repeticiones   | (r-1)       | CM <sub>8</sub> | CM <sub>6</sub> /CM <sub>4</sub> | F <sub>8</sub> , (r-1), (r-1)(c-1)       | $\sigma^2_b + p\sigma^2_a + cp\sigma^2_r$ |
| Tipos de cruza | (c-1)       | CM <sub>5</sub> | CM <sub>5</sub> /CM <sub>4</sub> | F <sub>5</sub> , (c-1), (r-1)(c-1)       | $\sigma^2_b + p\sigma^2_a + rp\sigma^2_c$ |
| Error a        | (r-1)(c-1)  | CM <sub>4</sub> | CM <sub>4</sub> /CM <sub>1</sub> | F <sub>4</sub> , (r-1)(c-1), (r-1)(p-1)c | $\sigma^2_b + p\sigma^2_a$                |
| Progenies      | (p-1)       | CM <sub>3</sub> | CM <sub>3</sub> /CM <sub>1</sub> | F <sub>3</sub> , (p-1), (r-1)(p-1)c      | $\sigma^2_b + rp\sigma^2_c$               |
| CxP            | (c-1)(p-1)  | CM <sub>2</sub> | CM <sub>2</sub> /CM <sub>1</sub> | F <sub>2</sub> , (c-1)(p-1), (r-1)(p-1)c | $\sigma^2_b + rp\sigma^2_{pc}$            |
| Error b        | (r-1)(p-1)c | CM <sub>1</sub> |                                  |                                          | $\sigma^2_b$                              |

### DMS para Tipos de Cruza

$$DMS = (t_{0.05/2, g/ \text{ error } a}) \left( \sqrt{\frac{2 \text{ CME } a}{n}} \right)$$

donde:

$(t_{0.05/2, g/ \text{ error } a})$  = valor tabulado obtenido con  
los grados de libertad y  
probabilidades deseadas.

CMEa = cuadrado medio del error a.

n = número de observaciones.

### DMS para Progenies

$$DMS = (t_{0.05/2, g/ \text{ error } b}) \left( \sqrt{\frac{2 \text{ CME } b}{n}} \right)$$

donde:

$(t_{0.05/2, g/ \text{ error } b})$  = valor tabulado obtenido con  
los grados de libertad y  
probabilidades deseadas.

Calculándose el coeficiente de variación para cada una de las variables estudiadas para observar la confiabilidad de los resultados obtenidos, utilizando la siguiente expresión:

$$C.V. = \sqrt{\frac{CME\ b}{\bar{x}} \times 100}$$

donde:

CMEb = cuadrado medio del error b

$\bar{x}$  = media general

### Estimación de Efectos Genéticos

La estimación de la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) se llevó a cabo por medio del método indirecto de evaluación sugerido por Jenkins y Brunson (1932). Según ellos este método es tan efectivo como las cruzas dialélicas; el cual permite evaluar las líneas prometedoras.

De tal forma que:

$\bar{x}_{i.}$  = media de machos.

$\bar{x}_{..}$  = media general.

$$ACG_j = g_j = \bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..}; \sum g_j = 0$$

donde:

$ACG_j$  = aptitud combinatoria general de hembras.

$\bar{x}_{.j}$  = media de hembras.

$\bar{x}_{..}$  = media general

$$ACE = S_{ij} = \bar{x}_{ij} - \bar{x}_{i.} - \bar{x}_{.j} + \bar{x}_{..}$$

donde:

$ACE$  = aptitud combinatoria específica.

$\bar{x}_{ij}$  = media de progenies ( $M_i \times H_j$ ).

$\bar{x}_{i.}$  = media de machos.

$\bar{x}_{.j}$  = media de hembras

$\bar{x}_{..}$  = media general.

Chavez y López (1987) definen la ACG como el efecto promedio que una línea imparte a sus cruzas medidas como desviación de la media general y a la ACE como el resultado del efecto conjunto de dos líneas en particular, lo cual es medida como desviación de la suma de la media general, más la aptitud combinatoria de los progenitores involucrados en la cruce.

El criterio a seguir para seleccionar los progenitores y las progenes con mayor potencial, es seleccionando aquellos que posean los valores mayores y/o positivos tanto de ACG como de ACE.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Análisis de Varianza

Los caracteres de este estudio fueron seleccionados de un total de 16, tomando en cuenta para ello técnicas de regresión tales como Forward, Backward y Stepwise, así como el criterio del mejorador.

En el Cuadro 5 se presenta la información conjunta de los dos grupos estacionales (PxP e lxP). La fuente de variación grupos fue significativa al 0.01 de probabilidad para los caracteres días a madurez fisiológica, área de hoja bandera y semillas por espiga, respectivamente; mientras que para peso de 1000 semillas fue significativa al 0.05 de probabilidad. El resto de los caracteres no mostraron significancia alguna. De los caracteres que mostraron significancia hace pensar que existe variabilidad genética que puede ser explotada. Esta expresión de diversidad genética era de esperarse ya que los grupos involucran fondos genéticos diferentes, lo cual es apoyado por Brajcich

5. Análisis de varianza y coeficiente de variación para los siguientes caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluadas. Buenavista, Coah., 1989.

C u a d r a d o s   M e d i o s

| gl | Rendimiento<br>por parcela<br>(g) | Peso<br>hectolítrico<br>(kg/hl) | Espigas<br>por<br>planta | Días<br>a madurez<br>fisiológica | Altura<br>de planta<br>(cm) | Area hoja<br>bandera<br>(cm <sup>2</sup> ) | Peso de<br>1000 semi-<br>(g) | Peso de<br>Semilla<br>por<br>espiga |
|----|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 2  | 3490.400                          | 11.049                          | 2.983                    | 3.938                            | 24.257                      | 34.963                                     | 24.748                       | 47.236                              |
| 1  | 228.300ns                         | 13.444ns                        | 9.297ns                  | 1600.000**                       | 1230.840ns                  | 1065.315**                                 | 169.542*                     | 1139.625**                          |
| 2  | 3114.090                          | 2.799                           | 6.129                    | 0.438                            | 158.799                     | 8.478                                      | 2.896                        | 1.043                               |
| 3  | 70.370ns                          | 3.157ns                         | 1.875ns                  | 25.019*                          | 197.211**                   | 54.060**                                   | 7.251ns                      | 2.131ns                             |
| 12 | 2434.520                          | 3.535                           | 4.529                    | 9.567                            | 29.741                      | 7.387                                      | 28.265                       | 49.942                              |
| 5  | 764.400ns                         | 4.828**                         | 3.168**                  | 11.267**                         | 126.307**                   | 1.845ns                                    | 40.931**                     | 45.941ns                            |
| 80 | 560.720                           | 1.232                           | 0.834                    | 2.214                            | 9.563                       | 6.219                                      | 7.894                        | 30.726                              |
|    | 12.70                             | 1.41                            | 9.77                     | 1.18                             | 4.07                        | 9.93                                       | 10.01                        | 11.71                               |

significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.  
significativo.

peso de semilla en el sitio de primavera. En el sitio de invierno se encontró mayor variación para fecha de embuche, período de llenado de grano, índice de cosecha y semillas por espiga, indicando que el aparente incremento en la variabilidad genética resulta de la sistemática combinación de pools de genes representativos por trigos del tipo de primavera e invierno. CIMMYT (1973) por otro lado ellos encontraron que para los trigos de primavera, el germoplasma de los trigos de invierno proveen mayor resistencia a la sequía, mejor resistencia a *Septoria tritici* y *Septoria nodorum* y mayores rendimientos debido a la incorporación de nuevos genes. Además de los segregantes de primavera se espera un rango más amplio de madurez. Los dos grupos estacionales generalmente tienen complementación en varias características.

Más sin embargo, para tipos de cruza sólo dos caracteres, altura de planta y área de hoja bandera mostraron diferencias estadísticas al 0.01 de probabilidad. Días a madurez fisiológica fue significativa al 0.05 de probabilidad. Caracteres de importancia tales como rendimiento por parcela, peso hectolítrico, espigas por planta, peso de 1000 semillas y semillas por espiga no hubo significancia. Indicando esto que en los cuatro tipos de

Progenies mostró diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para las características peso hectolítrico, espigas por planta, días a madurez fisiológica, altura de planta y peso de 1000 semillas, no habiendo significancia para rendimiento por parcela, área de hoja bandera y semillas por espiga. Lo anterior indica que los caracteres con significancia son los que contribuyen a la variación existente entre las progenies dentro de los dos grupos estacionales; revelando que existe suficiente variabilidad genética para poder seleccionar en progenies avanzadas buenos genotipos para futuras líneas de investigación.

Los coeficientes de variación por lo general tuvieron valores muy aceptables y se ubicaron dentro de un rango de variación de 1.18 a 12.71 por ciento.

En el Cuadro 6 se presenta el análisis de varianza para observar el comportamiento del grupo de primavera x primavera. Para este tipo de material en la fuente de variación tipos de cruza se observaron diferencias estadísticamente significativas al 0.05 de probabilidad para peso hectolítro, días a madurez fisiológica y altura de planta, el resto de los caracteres no muestran significancia. Lo anterior hace ver que el tipo de

Análisis de varianza y coeficiente de variación para el grupo de P x P para los siguientes caracteres de trigo (Triticum aestivum L.) evaluados. Buenavista, Coah., 1989.

| C u a d r a d o s    M e d i o s |                                   |                                |                          |                                  |                             |                                            |                              |                                     |  |
|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
|                                  | Rendimiento<br>por parcela<br>(g) | Peso<br>hectolítico<br>(kg/hl) | Espigas<br>por<br>planta | Días<br>a madurez<br>fisiológica | Altura<br>de planta<br>(cm) | Area hoja<br>bandera<br>(cm <sup>2</sup> ) | Peso de<br>1000 semi-<br>(g) | Peso de<br>Semilla<br>por<br>espiga |  |
| 2                                | 5.415                             | 3.347                          | 3.184                    | 0.875                            | 44.292                      | 7.861                                      | 6.048                        | 17.132                              |  |
| 3                                | 2529.462ns                        | 12.755*                        | 4.002ns                  | 56.167*                          | 215.718*                    | 15.705ns                                   | 3.293ns                      | 24.484ns                            |  |
| 6                                | 2781.611                          | 2.644                          | 3.294                    | 8.542                            | 31.551                      | 9.830                                      | 15.625                       | 17.326                              |  |
| 5                                | 1201.833ns                        | 5.314**                        | 7.856**                  | 60.200**                         | 57.525**                    | 22.163*                                    | 66.041**                     | 49.838ns                            |  |
| 3                                | 618.926                           | 1.086                          | 0.802                    | 2.508                            | 10.519                      | 7.844                                      | 8.457                        | 33.051                              |  |
|                                  | 13.25                             | 1.32                           | 9.84                     | 1.30                             | 4.44                        | 12.50                                      | 9.97                         | 12.91                               |  |

Significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.  
ns = no significativo

como rendimiento por parcela, espiga por planta entre otros. Lo anterior es contrario a lo reportado por Johnson y Hayes (1940) en maíz. Ellos encontraron que la proporción de híbridos de alto rendimiento del grupo alto x bajo fue igual al grupo alto x alto. Busch *et al.* (1974) en cruzas entre progenitores de alto y bajo rendimiento de trigo de primavera, concluyen que la línea más rendidora fue de una craza alto x bajo, pero la frecuencia más alta de líneas fue obtenida de las cruzas alto x alto.

La fuente de variación progenies dentro del grupo (PxP) tuvo diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para los caracteres peso hectolítrico, espigas por planta, días a madurez fisiológica, altura de planta y peso de 1000 semillas y para área de hoja bandera fue significativa al 0.05 de probabilidad; los otros caracteres no mostraron significancia. Lo cual indica que en las progenies del grupo (PxP) se encuentra bastante variabilidad genética para poder seleccionar en otras generaciones mejores líneas segregantes para futuras investigaciones. Lo cual es apoyado por Brajcich (1981) quien observó mayor diversidad genética para fecha de madurez, altura de planta, tallos por planta, peso de semilla en el sitio de primavera, que son algunos de los caracteres de los que también se

Los coeficientes de variación para el análisis de varianza llevado a cabo para observar el comportamiento del grupo (PxP) tuvieron valores bastante aceptables y se encuentran dentro de un rango de variación de 1.30 a 13.25 por ciento.

El Cuadro 7 muestra el análisis de varianza del grupo de invierno x primavera, observándose que en la fuente de variación tipos de cruza el carácter área de hoja bandera que fue el único que presentó diferencias altamente significativas al 0.01 de probabilidad. Estos resultados indican que muy poco mejoramiento genético pudiera ser practicado o alcanzado, tomando en consideración la pobre heterosis mostrada entre los progenitores de invierno por primavera. Estos resultados obtenidos no coinciden con resultados presentados por Lonnquist (1953, 1968) y Lonnquist y Lindsey (1964). Ellos evaluando híbridos de maíz alto x alto, alto x bajo y bajo x bajo, en general encontraron que la cruza alto x alto tuvo el mayor rendimiento promedio. Fonseca y Patterson (1968) en trigo en su estudio de cruzas dialélicas de siete progenitores de trigo de invierno. Ellos obtuvieron alta heterobeltiosis para rendimiento en cruzas de trigo rojo duro x blanco suave, rojo duro x rojo suave, blanco suave x rojo suave.

Es de hacer mención que la falta de significancia para la mayoría de los caracteres estudiados en la fuente de

Cuadro 7. Análisis de varianza y coeficiente de variación para el grupo de IxP para los siguientes caracteres de trigo (Triticum aestivum L.) evaluados, Buenavista, Coah. 1989.

| C u a d r a d o s    M e d i o s |    |                                   |                                 |                          |                                  |                             |                                            |                              |                                     |
|----------------------------------|----|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| F.V.                             | gl | Rendimiento<br>por parcela<br>(g) | Peso<br>hectolítrico<br>(kg/hl) | Espigas<br>por<br>planta | Días<br>a madurez<br>fisiológica | Altura<br>de planta<br>(cm) | Area hoja<br>bandera<br>(cm <sup>2</sup> ) | Peso de<br>1000 semi-<br>(g) | Peso de<br>Semilla<br>por<br>espiga |
| Rep.                             | 2  | 6599.076                          | 10.500                          | 5.927                    | 3.500                            | 138.764                     | 35.580                                     | 21.596                       | 31.148                              |
| Tipos de<br>cruza                | 3  | 1989.273ns                        | 14.829ns                        | 1.053ns                  | 11.870ns                         | 41.444ns                    | 96.119**                                   | 14.459ns                     | 13.476ns                            |
| Error a                          | 6  | 2087.431                          | 4.426                           | 5.764                    | 10.593                           | 27.931                      | 4.944                                      | 40.905                       | 82.558                              |
| Proge-<br>nias                   | 5  | 1674.500*                         | 1.758ns                         | 1.243ns                  | 24.233**                         | 164.356**                   | 31.975**                                   | 5.066ns                      | 17.679ns                            |
| Error b                          | 40 | 502.523                           | 1.378                           | 0.866                    | 1.919                            | 8.606                       | 4.594                                      | 7.331                        | 28.401                              |
| C.V. (%)                         |    | 12.10                             | 1.50                            | 9.69                     | 1.07                             | 3.72                        | 7.70                                       | 10.03                        | 10.62                               |

\*, \*\*: Significativo al 5 y 1% de probabilidad, respectivamente.

ns: No significativo

variación de tipos de cruza tanto en el grupo (PxP) como en el de (IxP) posiblemente fue debido al reducido número de repeticiones usadas en el experimento, o pudo haber sido tal vez debido a las pequeñas diferencias exhibidas entre las medias de tratamiento de cada tipo de cruza dentro de cada grupo estacional.

Por lo que respecta a la fuente de variación, progenies dentro del grupo (IxP) los caracteres días a madurez fisiológica, altura de planta y área de hoja bandera presentaron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad, mientras que rendimiento por parcela fue significativo al 0.05 de probabilidad. El resto de caracteres no muestran significancia. Lo anterior explica la variabilidad existente en las progenies dentro del grupo (IxP) que puede ser utilizada para seleccionar en generaciones posteriores mejores líneas para futuras investigaciones. Resultados obtenidos por Reyes (1985) confirman que las cruzas entre trigos de hábito invernal con aquellas de hábito primaveral poseen un potencial de rendimiento mayor, y mejores características agronómicas que las cruzas de trigo de primavera x primavera, aunque esto último no fue lo encontrado en este estudio ya que en las cruzas de (PxP) se encontró significancia para más caracteres que en las cruzas de (IxP). Mani y Rao (1975) en su estudio para probar la posibilidad de introducir genes diversos de alto rendimiento de tipos de invierno a trigos

de primavera, encontraron otras ventajas en el uso de los tipos de invierno para mejorar los tipos de primavera, especialmente cuando se mejora para áreas de temporal, porque los trigos de invierno tienen una corona más profunda y buen sistema radical. Tales variedades con sistema radical profundo pueden ser capaces de utilizar la humedad y nutrientes de perfiles más profundos de suelo. Lo anteriormente encontrado por estos autores hace pensar que en las progenies de (IxP) se pueden acumular algunas de estas ventajas, redundando todo en una mayor variabilidad genética.

En general aquí también se observaron coeficientes de variación aceptables para los caracteres evaluados.

#### Comparación de Medias

La comparación de medias entre los grupos de primavera x primavera e invierno x primavera para los caracteres estudiados se presenta en el Cuadro 8, para tal efecto se utilizó la diferencia mínima significativa (DMS). Caracteres estadísticamente significativos al 0.05 de probabilidad fueron días a madurez fisiológica, área de hoja bandera, peso de 1000 semillas y semillas por espiga. Lo anterior confirma los resultados obtenidos en el Cuadro 5, en el cual la significancia fue observada para los mismos caracteres, cabe hacer mención que la media de grupo que

exhibió mayor potencial fue la de (IxP), lo cual era de esperarse, ya que las cruzas son progenitores de diferente origen estacional y geográfico. Trabajos en el mismo sentido (Mani y Rao, 1975 y Kronstad y Scott, 1988) confirman que mayor diversidad genética es de esperarse en la combinación de pools de genes de invierno x primavera. De modo que este hallazgo concuerda con lo observado en este trabajo.

**Cuadro 8. Medias de grupos, media general y DMS al 0.05 de probabilidad de ocho caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluados en Buenavista, Coah. 1989.**

| Carácter                      | Grupo<br>PxP | Grupo<br>IxP | X<br>General | DMS<br>al 0.05 |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| Rend/parcela                  | 187.764      | 185.247      | 186.506      | 40.301         |
| Peso<br>hectolítrico          | 78.986       | 78.375       | 78.681       | 1.200          |
| Espigas por<br>planta         | 9.097        | 9.605        | 9.351        | 1.775          |
| Días a madurez<br>fisiológica | 122.250      | 128.917      | 125.583      | 0.475          |
| Altura de<br>planta           | 73.042       | 78.889       | 75.965       | 9.037          |
| Area hoja<br>bandera          | 22.406       | 27.845       | 25.125       | 2.088          |
| Peso de 1000<br>semillas      | 29.160       | 26.990       | 28.075       | 1.220          |
| Semillas por<br>espiga        | 44.542       | 50.168       | 47.355       | 0.736          |

Comparaciones entre tipos de cruza (AxA, BxB, AxB y BxA) dentro del grupo de (PxP) pueden observarse en el Cuadro 9. Dichas comparaciones fueron usadas siguiendo el criterio así como la metodología propuesta por Langham (1949). El sugirió una alternativa para practicar mejoramiento en plantas autógamas y en el cual los resultados esperados serían como sigue:

| Cruzamiento | Resultado  |
|-------------|------------|
| AxA         | media alta |
| BxB         | media baja |
| AxB         | media alta |

Incluyéndose además la cruza BxA de la cual se espera que:

|     |            |
|-----|------------|
| BxA | media alta |
|-----|------------|

Puede observarse que los caracteres que mostraron significancia al 0.05 de probabilidad (DMS) fueron peso hectolítrico, días a madurez fisiológica y altura de planta de los cuales en los dos primeros si se cumple con la metodología propuesta por Langham (1949) a excepción de AxB en peso hectolítrico. El promedio de las cruzas de peso hectolítrico para AxA, BxB, AxB y BxA fue 79.6, 77.8, 78.9 y 79.7 kl/hl por parcela, respectivamente. Días a madurez fisiológica exhibió un promedio en las cruzas AxA, BxB, AxB

Cuadro 9. Medias de tipo de cruce del grupo PxP, media general y DMS al 0.05 de probabilidad de ocho características de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluadas, Buenavista, Coah., 1989

| Caracter                   | AxA     | BxB     | AxB     | BxA     | x general | al 0.05 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|
| Rendimiento por parcela    | 174.642 | 185.577 | 187.441 | 203.400 | 187.765   | 43.019  |
| Peso hecto-lítrico         | 79.556  | 77.833  | 78.889  | 79.667  | 79.986    | 1.326   |
| Espigas por planta         | 8.533   | 9.382   | 8.898   | 9.574   | 9.097     | 1.480   |
| Días a madurez fisiológica | 122.389 | 119.889 | 124.167 | 122.556 | 122.250   | 2.384   |
| Altura de planta           | 70.167  | 72.333  | 78.056  | 71.611  | 73.042    | 4.582   |
| Area hoja bandera          | 21.598  | 21.760  | 23.629  | 22.635  | 22.406    | 2.557   |
| Peso de 1000 semillas      | 29.042  | 28.667  | 29.236  | 29.694  | 29.160    | 3.244   |
| Semillas por espiga        | 44.156  | 44.544  | 43.344  | 46.122  | 44.542    | 3.395   |

DMS

y BxA de 122, 120, 124 y 123 días por parcela en ese orden. Aunque en este carácter el promedio de AxA fue casi igual al de BxA. En altura de planta no se cumple con la metodología ya que el promedio de las cruzas AxA, BxB, AxB y BxA fue 70.2, 72.3, 78.1 y 71.6 cm por parcela, respectivamente. Esto pudo haber sido como consecuencia de que los trigos que se están evaluando, son trigos de primavera que el CIMMYT introdujo a México llevando genes de enanismo de un progenitor de invierno, Norin (Mani y Rao, 1975 y Reyes, 1985). En otro de los caracteres en los que sí se cumple con la metodología fue peso de 1000 semillas, donde el promedio de las cruzas AxA, BxB, AxB y BxA fue de 29.0, 28.7, 29.2 y 29.7 g por parcela. La información confirma lo observado para tipos de crusa en el Cuadro 6, en el cual se ve que la significancia fue observada para los mismos caracteres.

En el Cuadro 10 se aprecian las comparaciones de los tipos de crusa dentro del grupo (1xP) el cual muestra que la única variable que mostró diferencias significativas al 0.05 de probabilidad fue la característica área de hoja bandera, esto corrobora con lo reportado en el Cuadro 7. El promedio de las cruzas AxA, BxB, AxB y BxA fue 30.7, 25.1, 28.1 y 27.6 cm<sup>2</sup> por parcela respectivamente. La excepción lo fue BxA ya que no corresponde exactamente a lo esperado, aunque su media superó a la crusa BxB. Los demás caracteres no presentan diferencia significativa alguna. Es importante mencionar que aunque los resultados obtenidos muestran falta

Cuadro 10. Medias de tipo de cruce del grupo IxP, media general y DMS al 0.05 de probabilidad de ocho características de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluadas, Buenavista, Coah., 1989.

| Carácter                   | AxA     | BxB     | AxB     | BxA     | $\bar{x}$ general | DMS al 0.05 |
|----------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|-------------|
| Rendimiento por parcela    | 195.492 | 190.125 | 183.674 | 171.695 | 185.247           | 37.267      |
| Peso hecto-lítrico         | 78.500  | 79.611  | 77.722  | 77.667  | 78.375            | 2.016       |
| Espigas por planta         | 9.597   | 9.838   | 9.711   | 9.273   | 9.605             | 1.958       |
| Días a madurez fisiológica | 128.444 | 129.056 | 128.167 | 130.000 | 128.917           | 2.655       |
| Altura de planta           | 77.778  | 80.111  | 80.278  | 77.389  | 78.889            | 4.311       |
| Area de hoja bandera       | 30.698  | 25.059  | 28.057  | 27.567  | 27.845            | 1.814       |
| Peso de 1000 semillas      | 27.361  | 27.569  | 25.653  | 27.375  | 26.990            | 5.217       |
| Semillas por espiga        | 50.906  | 50.033  | 50.733  | 49.000  | 50.168            | 7.411       |

de significancia para la mayoría de los caracteres en los tipos de cruza, dentro de cada grupo estacional substancial normabilidad fue observada o detectada para las progenies para la mayoría de los caracteres estudiados en los dos grupos estacionales (Cuadro 6 y 7).

### Estimación de Efectos Genéticos

Estimación de efectos genéticos tales como aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE), para cada una de los ocho caracteres fueron estimados usando el método propuesto por Jenkins y Brunson (1932). Dado que el método anterior no involucra significancia para los efectos de ACG y ACE, el criterio adoptado en este estudio fue el de tomar los valores más altos tanto para ACG como para ACE, Chávez y López (1987), para el caso de ACG, se tomó un efecto promedio de machos y hembras para cada carácter.

Los valores estimados de ACG y ACE fueron calculados para los tipos de cruza dentro del grupo PxP y tipos de cruza dentro del grupo IxP. De tal forma que los efectos genéticos de rendimiento por parcela pueden observarse en el Cuadro 11. En este Cuadro se pueden ver los efectos de ACG para los grupos PxP e IxP. Al comparar los efectos promedio de machos y hembras en los tipos de cruza

Cuadro 11. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter rendimiento por parcela.

ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo P x P.

| Progenitor     | A x A  | B x B   | A x B   | B x A   |
|----------------|--------|---------|---------|---------|
| M <sub>1</sub> | -6.278 | -5.998  | -3.111  | 6.413   |
| M <sub>2</sub> | 6.278  | 5.998   | 3.111   | -6.413  |
| $\Sigma ACG_i$ | 0      | 0       | 0       | 0       |
| H <sub>1</sub> | -5.285 | -25.249 | 3.402   | -14.895 |
| H <sub>2</sub> | 2.093  | 11.409  | -16.899 | 12.068  |
| H <sub>3</sub> | 3.192  | 13.840  | 13.497  | 2.827   |
| $\Sigma ACG_j$ | 0      | 0       | 0       | 0       |

ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo I x P.

| Progenitor     | A x A   | B x B   | A x B   | B x A  |
|----------------|---------|---------|---------|--------|
| M <sub>1</sub> | -5.161  | -0.579  | 2.214   | 0.407  |
| M <sub>2</sub> | 5.161   | 0.579   | -2.214  | -0.407 |
| $\Sigma ACG_i$ | 0       | 0       | 0       | 0      |
| H <sub>1</sub> | 5.309   | 25.853  | 11.725  | 3.120  |
| H <sub>2</sub> | -13.273 | 4.438   | 7.747   | -3.148 |
| H <sub>3</sub> | 7.963   | -30.291 | -19.472 | 0.028  |
| $\Sigma ACG_j$ | 0       | 0       | 0       | 0      |

Cuadro 11. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo P x P |         |        |         |        |
|-------------------------------------------------------|---------|--------|---------|--------|
| Progenie                                              | A x A   | B x B  | A x B   | B x A  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                       | 12.962  | -3.848 | -0.798  | -7.316 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                       | -12.962 | 3.848  | 0.798   | 7.316  |
| M <sub>1</sub> x M <sub>3</sub>                       | -0.734  | 6.374  | 16.363  | -2.393 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                       | 0.734   | -6.374 | -16.363 | 2.393  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                       | -12.227 | -2.525 | -15.564 | 9.710  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                       | 12.227  | 2.525  | 15.564  | -9.710 |
| ΣACE                                                  | 0       | 0      | 0       | 0      |

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo l x P. |         |        |         |        |
|--------------------------------------------------------|---------|--------|---------|--------|
| Progenitor                                             | A x A   | B x B  | A x B   | B x A  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                        | 11.494  | 1.225  | 7.409   | -3.500 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                        | -11.494 | -1.225 | -7.409  | 3.500  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                        | -6.945  | 7.976  | 11.832  | 3.908  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                        | 6.945   | -7.976 | -11.832 | -3.908 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                        | -4.548  | -9.201 | -19.241 | -0.407 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                        | 4.548   | 9.201  | 19.241  | 0.407  |
| ΣACE                                                   | 0       | 0      | 0       | 0      |

de los dos grupos, se observó que las cruzas BxB y BxA contribuyeron más a la ACG en el grupo PxP, mientras que las cruzas AxA y BxB lo fueron en el grupo IxP. Estos resultados indican que mayores efectos de ACG se encuentran en el grupo PxP, en relación al grupo de IxP.

Los efectos de ACE para el mismo carácter se muestran en este mismo cuadro para los dos grupos estacionales. En el grupo PxP las cruzas AxA y AxB muestran la mayor contribución de ACE y las cruzas AxA y AxB lo hicieron para el grupo IxP. Los mayores efectos genéticos de ACE se encontraron en el grupo PxP. Sin embargo, al comparar dentro de grupos los efectos de ACE fue la que mayor importancia tuvo en ambas.

Es de hacer notar que aunque en las ANOVAS y medias respectivas (Cuadros 6, 7 y 9) no se observaron diferencias significativas para rendimiento por parcela, en este método indirecto (propuesto por Jenkins y Brunson, 1932), se logró detectar promedios altos de ACG y ACE. Lo cual es apoyado en forma indirecta por Virmani y Edwards (1983), quienes sumarizaron resultados de varios investigadores donde han reportado efectos significativos de ACG para rendimiento de grano y para ACE esta última en experimentos a baja densidad de población, tal y como sucedió en el presente estudio. En otro trabajo, Gyawali *et al.* (1968) evaluando progenitores de trigo rojo suave de invierno, blanco suave y rojo duro

encontraron que la ACE fue significativa para varias características entre ellas rendimiento de grano, mientras que la ACG fue significativa para todas las características estudiadas. Escobar (1970) también encontró significancia para ambas ACG y ACE en todos los caracteres en los que se incluyó rendimiento por planta usando el método 2 de Griffing.

Los efectos genéticos para peso hectolítrico se observan en el Cuadro 12. En este cuadro se presentan los efectos de ACG para los dos grupos estacionales. Al comparar los efectos promedios de machos y hembras en los tipos de cruza, se observó que la ACG está explicada en su mayor parte por las cruzas AxA y AxB en el grupo de PxP y las cruzas AxA y AxB en el grupo de lxP. Al comparar los grupos de PxP e lxP, la mayor parte de efectos genéticos de ACG se encontraron en el grupo PxP.

En el mismo cuadro se aprecian los efectos de ACE. Se observa que las cruzas BxB y AxB fueron las que contribuyeron con la mayor parte de efectos en ese orden para ACE en el grupo PxP y las cruzas AxA y BxA lo fueron para el grupo de lxP. Los mayores efectos genéticos de ACE entre los dos grupos, se encuentran en el grupo PxP.

Al comparar los efectos promedios de ACG y ACE en el grupo PxP se aprecia que el mayor efecto se observó en

Cuadro 12. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter peso hectolítrico.

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.889 | 0.612  | -1.556 | 0.222  |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.889  | -0.612 | 1.556  | -0.222 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | 0.278  | -0.500 | -0.722 | -0.500 |
| H <sub>2</sub>                                      | -0.222 | 0.334  | -0.056 | -0.333 |
| H <sub>3</sub>                                      | -0.056 | 0.167  | 0.778  | 0.833  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.389 | 0.389  | -0.722 | 0.444  |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.389  | -0.389 | 0.722  | -0.444 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | 0.500  | -0.444 | -0.555 | 0.167  |
| H <sub>2</sub>                                      | -1.000 | 0.222  | -0.055 | -0.167 |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.500  | 0.222  | 0.610  | 0.000  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro 12. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.722  | 0.055  | 0.389  | 0.611  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.722 | -0.055 | -0.389 | -0.611 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.444 | 0.889  | -0.944 | -0.556 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.444  | -0.889 | 0.944  | 0.556  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.278 | -0.945 | 0.556  | -0.055 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.278  | 0.945  | -0.556 | 0.055  |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.722  | 0.111  | -0.112 | -0.611 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.722 | -0.111 | 0.112  | 0.611  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.111 | 0.111  | 0.055  | 1.056  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.111  | -0.111 | -0.055 | -1.056 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.611 | -0.222 | 0.055  | -0.444 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.611  | 0.222  | -0.055 | 0.444  |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

la ACG, lo mismo se observó en el grupo 1xP.

La estimación de ACG y ACE del carácter espigas por planta se presenta en el Cuadro 13. Este cuadro muestra los efectos de ACG para los dos grupos estacionales. La magnitud de los efectos de ACG en los dos grupos se observó para la mayoría de las cruzas, sobresaliendo BxB y BxA en PxP y BxB y AxB en 1xP. Al comparar los grupos de PxP e 1xP, la mayoría de efectos genéticos de ACG se encontraron en el grupo PxP.

Diferente situación se presentó para los efectos de ACE para los grupos PxP e 1xP (Cuadro 13). Sobresaliendo las cruzas AxB y BxA en PxP, mientras que las cruzas AxA y AxB lo fueron para 1xP. Concluyéndose que los mayores efectos para ACE se encontraron en el grupo 1xP.

También para este carácter se observó que al comparar la ACG y la ACE entre grupos, la ACG fue más importante, destacando el PxP. Estos resultados son similares a los encontrados por Kronstad y Foote (1964) donde ellos encontraron en los cuadrados medios alta significancia para ACG para el mismo carácter; en cambio para ACE no encontraron significancia.

Los valores estimados de ACG y ACE del carácter días a madurez fisiológica se observan en el Cuadro 14.

Cuadro 13. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter espigas por planta.

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | 0.227  | 0.558  | 0.230  | 0.869  |
| M <sub>2</sub>                                      | -0.227 | -0.558 | -0.230 | -0.869 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -0.763 | -1.097 | -0.229 | -0.999 |
| H <sub>2</sub>                                      | 0.587  | 0.437  | -0.209 | 0.829  |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.176  | 0.660  | 0.438  | 0.170  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | 0.144  | -0.181 | 0.139  | -0.081 |
| M <sub>2</sub>                                      | -0.144 | 0.181  | -0.139 | 0.081  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -0.087 | 1.075  | 0.337  | -0.243 |
| H <sub>2</sub>                                      | 0.162  | -0.384 | 0.490  | 0.243  |
| H <sub>3</sub>                                      | -0.075 | -0.691 | -0.827 | 0.000  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro 13. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo P x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                              | A x A  | B x B  | A x B  | B x A  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                       | 0.169  | -0.280 | 0.009  | -0.307 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                       | -0.169 | 0.280  | -0.009 | 0.307  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                       | -0.120 | 0.274  | 0.669  | 0.076  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                       | 0.120  | -0.274 | -0.669 | -0.076 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                       | -0.049 | 0.007  | -0.680 | 0.230  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                       | 0.049  | -0.007 | 0.680  | -0.230 |
| ΣACE                                                  | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo I x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                              | A x A  | B x B  | A x B  | B x A  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                       | -0.234 | -0.059 | 0.232  | 0.324  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                       | 0.234  | 0.059  | -0.232 | -0.324 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                       | -0.207 | 0.174  | 0.482  | -0.406 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                       | 0.207  | -0.174 | -0.482 | 0.406  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                       | 0.441  | -0.115 | -0.715 | 0.061  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                       | -0.441 | 0.115  | 0.715  | -0.061 |
| ΣACE                                                  | 0      | 0      | 0      | 0      |

**Cuadro 14. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter días a madurez fisiológica.**

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | 1.611  | 1.778  | 0.055  | 1.778  |
| M <sub>2</sub>                                      | -1.611 | -1.778 | -0.055 | -1.778 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -1.889 | -1.722 | -2.000 | -0.890 |
| H <sub>2</sub>                                      | 0.445  | -0.555 | 1.000  | -0.221 |
| H <sub>3</sub>                                      | 1.445  | 2.277  | 1.000  | 1.111  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.777 | 0.500  | -2.167 | -0.333 |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.777  | -0.500 | 2.167  | 0.333  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | 1.056  | 1.611  | 0.500  | 0.334  |
| H <sub>2</sub>                                      | 4.556  | -3.722 | 0.333  | -0.334 |
| H <sub>3</sub>                                      | -5.612 | 2.111  | -0.833 | 0.000  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro 14. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo P x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                              | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M1 x H1                                               | -1.778 | -0.945 | -1.889 | -0.111 |
| M1 x H2                                               | 1.778  | 0.945  | 1.889  | 0.111  |
| M1 x H3                                               | 1.222  | 1.555  | 0.778  | 0.890  |
| M2 x H1                                               | -1.222 | -1.555 | -0.778 | -0.890 |
| M2 x H2                                               | 0.555  | -0.612 | 1.111  | -0.778 |
| M2 x H3                                               | -0.555 | 0.612  | -1.111 | 0.778  |
| ΣACE                                                  | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo I x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                              | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M1 x H1                                               | 1.277  | -0.500 | -1.167 | -0.001 |
| M1 x H2                                               | -1.277 | 0.500  | 1.167  | 0.001  |
| M1 x H3                                               | -1.556 | -0.834 | -0.666 | -0.334 |
| M2 x H1                                               | 1.556  | 0.834  | 0.666  | 0.334  |
| M2 x H2                                               | 0.277  | 1.333  | 1.833  | 0.333  |
| M2 x H3                                               | -0.277 | -1.333 | -1.833 | -0.333 |
| ΣACE                                                  | 0      | 0      | 0      | 0      |

Presentándose los efectos de ACG para los grupos P<sub>x</sub>P e i<sub>x</sub>P en el mismo cuadro. Los tipos de cruza que más contribuyeron a la ACG fueron B<sub>x</sub>B y B<sub>x</sub>A para el grupo de P<sub>x</sub>P y las A<sub>x</sub>A y B<sub>x</sub>B para el grupo i<sub>x</sub>P. Comparando los dos grupos se observó que las ACG fueron mayores en P<sub>x</sub>P.

También en ese cuadro se pueden ver los efectos de ACE. Sobresaliendo las cruzas A<sub>x</sub>A y A<sub>x</sub>B en el grupo P<sub>x</sub>P, mientras que A<sub>x</sub>A y A<sub>x</sub>B lo fueron en i<sub>x</sub>P. Comparando los dos grupos estacionales se observó que las ACE fueron mayores en P<sub>x</sub>P.

Al comparar los efectos sobresalientes de este grupo (ACG y ACE) es importante mencionar que la ACG fue mayor, explicándolo esto el grupo P<sub>x</sub>P.

En los ANOVAS de los Cuadros 6 y 7 se aprecia que las cruzas del grupo P<sub>x</sub>P se obtuvo significancia, en cambio para las cruzas del grupo i<sub>x</sub>P no. Por lo que los resultados de esta investigación son apoyados parcialmente por Muenibauer et al. (1971) quienes observaron en generaciones F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub> significancia para ACG y no para ACE para el carácter madurez.

Por lo que respecta al carácter altura de planta, sus efectos estimados se presentan en el Cuadro 15, en el que se aprecia los efectos de ACG para los grupos P<sub>x</sub>P e

Cuadro 15. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter altura de planta.

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | 0.167  | 0.000  | -1.055 | 0.944  |
| M <sub>2</sub>                                      | -0.167 | 0.000  | 1.055  | -0.944 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -1.666 | -1.667 | -3.222 | -0.943 |
| H <sub>2</sub>                                      | -0.333 | -0.500 | -1.388 | 0.722  |
| H <sub>3</sub>                                      | 2.000  | 2.167  | 4.610  | 0.221  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -1.889 | -4.444 | -2.500 | -0.056 |
| M <sub>2</sub>                                      | 1.889  | 4.444  | 2.500  | 0.056  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -7.111 | 1.556  | 2.222  | 1.111  |
| H <sub>2</sub>                                      | 2.056  | 3.889  | 1.889  | -1.389 |
| H <sub>3</sub>                                      | 5.055  | -5.445 | -4.111 | 0.278  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro 15. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 2.333  | 1.333  | 0.889  | -0.945 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -2.333 | -1.333 | -0.889 | 0.945  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.666  | 0.500  | 0.055  | -0.945 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.666 | -0.500 | -0.055 | 0.945  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -3.000 | -1.833 | -0.944 | 1.889  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 3.000  | 1.833  | 0.944  | -1.889 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 3.889  | 4.110  | 2.333  | -1.444 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -3.889 | -4.110 | -2.333 | 1.444  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.278 | 0.111  | 2.333  | 1.389  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.278  | -0.111 | -2.333 | -1.389 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -3.611 | -4.223 | -4.667 | 0.056  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 3.611  | 4.223  | 4.667  | -0.056 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

1xP. Al comparar los efectos promedios de machos y hembras en los tipos de crusa de los dos grupos, se observa que la ACG es explicada en su mayor parte por las cruzas AxA y AxB en el grupo PxP, mientras que las cruzas AxA y BxB lo son para el grupo 1xP.

También es importante mencionar que los efectos genéticos de ACG fueron mayores en el grupo 1xP.

En el cuadro 15 también se muestran los efectos de ACE destacando las cruzas AxA y BxA en el grupo de PxP, mientras las cruzas BxB y AxB lo fueron en el grupo 1xP. Al igual que para ACG los efectos genéticos de ACE fueron más importantes en el grupo 1xP.

Al comparar los efectos de ACG y ACE para el grupo 1xP, se concluye que ACE fue de mayor importancia al comparar sus valores estimados para el carácter altura de planta.

Estos resultados son apoyados indirectamente por Escobar (1970) quien encontró que la prueba de significancia mostró varianza altamente significativa tanto para ACG como para ACE para este mismo carácter.

En el Cuadro 16 se presentan los efectos genéticos estimados de ACG y ACE del carácter área de hoja bandera.

Así como también se presentan los efectos de ACG de los grupos PxP e IxP. Al comparar los efectos promedios de machos y hembras en los tipos de crusa de los dos grupos estacionales, se observó que la ACG está explicada por las cruzas AxA y AxB en el grupo PxP, mientras que en el grupo de IxP lo fueron las cruzas AxA y AxB. Comparaciones hechas entre los dos grupos estacionales, se detectó que los efectos de ACG fueron mayores en PxP.

En el Cuadro 16 se pueden ver también los efectos de ACE para los dos grupos. Sobresaliendo las cruzas AxA y BxA en el grupo PxP y las cruzas AxA y AxB en el grupo IxP. Detectándose que los efectos de ACE fueron mayores en IxP.

Al comparar los efectos de ACG y ACE para los grupos PxP e IxP, se concluye que la ACG fue el efecto más importante para el carácter área de hoja bandera, y este efecto fue característico del grupo PxP.

Experiencias en otro cultivo tal como sorgo (Liang, 1967) utilizando cruzas dialélicas, encontró que el promedio de las  $F_1$  mostró un incremento significativo sobre el padre superior para varios caracteres entre ellos área de hoja bandera.

Los efectos estimados de ACG y ACE se presentan en el Cuadro 17 para el carácter peso de 1000 semillas,

Cuadro 16. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter área de hoja bandera.

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo P x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                            | A x A  | B x B  | A x B  | B x A  |
| M <sub>1</sub>                                        | 0.508  | -0.109 | 2.491  | 0.462  |
| M <sub>2</sub>                                        | -0.508 | 0.109  | -2.491 | -0.462 |
| $\Sigma ACG_i$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                        | -0.744 | 0.329  | -0.859 | -0.546 |
| H <sub>2</sub>                                        | -0.830 | -2.353 | -1.047 | 1.538  |
| H <sub>3</sub>                                        | 1.574  | 2.025  | 1.906  | -0.992 |
| $\Sigma ACG_j$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo I x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                            | A x A  | B x B  | A x B  | B x A  |
| M <sub>1</sub>                                        | -1.674 | -0.644 | -0.746 | -0.114 |
| M <sub>2</sub>                                        | 1.674  | 0.644  | 0.746  | 0.114  |
| $\Sigma ACG_i$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                        | 0.312  | 1.255  | 0.963  | -0.313 |
| H <sub>2</sub>                                        | 4.784  | -1.552 | -0.335 | 0.313  |
| H <sub>3</sub>                                        | -5.096 | 0.297  | -0.628 | 0.000  |
| $\Sigma ACG_j$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro 16. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de crusa dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | -1.310 | 0.007  | -0.354 | -0.734 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | 1.310  | -0.007 | 0.354  | 0.734  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.141  | -0.365 | 0.494  | 0.334  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.141 | 0.365  | -0.494 | -0.334 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | 1.168  | 0.357  | -0.139 | 0.398  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | -1.168 | -0.357 | 0.139  | -0.398 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de crusa dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 2.504  | 0.262  | 1.304  | 0.400  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -2.504 | -0.262 | -1.304 | -0.400 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -3.428 | 0.704  | 0.101  | -0.515 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 3.428  | -0.704 | -0.101 | 0.515  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.925  | -0.966 | -1.405 | 0.114  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.925 | 0.966  | 1.405  | -0.114 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

**Cuadro 17. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter peso de 1000 semillas.**

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -1.875 | -2.806 | -1.320 | -1.889 |
| M <sub>2</sub>                                      | 1.875  | 2.806  | 1.320  | 1.889  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | 3.666  | -2.125 | -1.740 | 1.930  |
| H <sub>2</sub>                                      | -2.458 | 1.708  | -0.318 | -2.027 |
| H <sub>3</sub>                                      | -1.208 | 0.417  | 2.058  | 0.098  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.972 | 0.764  | -0.153 | -0.264 |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.972  | -0.764 | 0.153  | 0.264  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | 0.223  | 0.889  | 0.431  | 0.000  |
| H <sub>2</sub>                                      | -1.111 | 2.097  | -0.153 | 0.042  |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.888  | -2.986 | -0.278 | -0.042 |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro 17. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de craza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 2.250  | 0.514  | 0.069  | 0.597  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -2.250 | -0.514 | -0.069 | -0.597 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.459  | -0.402 | 0.318  | -1.277 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.459 | 0.402  | -0.318 | 1.277  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -2.708 | -0.111 | -0.388 | 0.680  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 2.708  | 0.111  | 0.388  | -0.680 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de craza dentro del grupo IxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.888  | 0.611  | -1.013 | 0.222  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.888 | -0.611 | 1.013  | -0.222 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.555  | -0.431 | 1.736  | -0.486 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.555 | 0.431  | -1.736 | 0.486  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -1.444 | -0.180 | -0.722 | 0.264  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 1.444  | 0.180  | 0.722  | -0.264 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

apreciándose también los efectos de ACG para los grupos P<sub>x</sub>P e I<sub>x</sub>P. Al hacer las comparaciones pertinentes entre los efectos promedio de machos y de hembras en los tipos de cruce para ACG de los dos grupos, se observó que las cruces A<sub>x</sub>A y A<sub>x</sub>B explican en su mayor parte el grupo P<sub>x</sub>P y las cruces A<sub>x</sub>A y B<sub>x</sub>B en el grupo I<sub>x</sub>P. Los efectos genéticos de ACG fueron de mayor magnitud en el grupo P<sub>x</sub>P que en I<sub>x</sub>P.

En ese mismo cuadro se muestran los efectos de ACE para los dos grupos. Se puede observar que las cruces A<sub>x</sub>A y B<sub>x</sub>A fueron las que aportaron la mayor parte de efectos genéticos para ACE en el grupo P<sub>x</sub>P, mientras que las cruces A<sub>x</sub>A y A<sub>x</sub>B lo fueron en el grupo I<sub>x</sub>P. Al comparar los dos grupos estacionales, los efectos de ACE siguieron el mismo patrón que la ACG, ya que estos también fueron mayores para P<sub>x</sub>P. Ahora bien el mayor efecto obtenido en el grupo P<sub>x</sub>P fue en la ACG.

Finalmente los efectos estimados de ACG y ACE para el carácter semillas por espiga se puede ver en el Cuadro 18. En el que se muestran los efectos de ACG para los grupos P<sub>x</sub>P e I<sub>x</sub>P. Los tipos de cruce que más contribuyeron a la ACG fueron A<sub>x</sub>A y B<sub>x</sub>B para el grupo de P<sub>x</sub>P, mientras que B<sub>x</sub>B y A<sub>x</sub>B lo fueron para I<sub>x</sub>P. Comparando los dos grupos se infiere que los efectos de ACG fueron mayores en I<sub>x</sub>P.

**Cuadro 18. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter semillas por espiga.**

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.223 | -0.745 | -0.278 | 1.555  |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.223  | 0.745  | 0.278  | -1.555 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -4.056 | -1.445 | 1.323  | -1.056 |
| H <sub>2</sub>                                      | 0.012  | -0.945 | -1.945 | 0.278  |
| H <sub>3</sub>                                      | 4.044  | 2.390  | 0.622  | 0.778  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -1.528 | -1.878 | 2.423  | 0.178  |
| M <sub>2</sub>                                      | 1.528  | 1.878  | -2.423 | -0.178 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -0.006 | 3.100  | -2.433 | -0.133 |
| H <sub>2</sub>                                      | -0.506 | -4.366 | 0.667  | 0.200  |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.512  | 1.266  | 1.766  | -0.067 |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro 18. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.411 | 0.912  | -0.323 | -3.188 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.411  | -0.912 | 0.323  | 3.188  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.989  | 0.476  | -1.123 | -0.189 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.989 | -0.476 | 1.123  | 0.189  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.578 | -1.390 | 1.444  | 3.378  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.578  | 1.390  | -1.444 | -3.378 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 1.561  | 3.278  | -1.056 | -0.112 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -1.561 | -3.278 | 1.056  | 0.112  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -1.539 | 0.811  | 0.644  | 0.289  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 1.539  | -0.811 | -0.644 | -0.289 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.022 | -4.089 | 0.410  | -0.178 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.022  | 4.089  | -0.410 | 0.178  |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

En el Cuadro 18 también se pueden ver los efectos de ACE sobresaliendo las cruzas  $A \times B$  y  $B \times A$  en el grupo  $P \times P$  y por el grupo  $I \times P$  lo fueron las cruzas  $A \times A$  y  $B \times B$ . al comparar los dos grupos se observó que los mayores efectos de ACG se encontraron en el grupo  $I \times P$ .

## CONCLUSIONES

Los hallazgos más importantes de la evaluación de los diferentes grupos estacionales, pueden ser resumizados como sigue:

1. Del análisis combinado se encontraron diferencias significativas entre los grupos de primavera x primavera e invierno x primavera al 0.01 de probabilidad para los caracteres días a madurez fisiológica, área de hoja bandera y semillas por espiga y al 0.05 de probabilidad para peso de 1000 semillas, lo cual indica que existe una amplia gama de variabilidad genética entre los grupos estacionales.
2. En los tipos de cruza entre los dos grupos estacionales sólo los caracteres altura de planta y área de hoja bandera mostraron diferencias estadísticas al 0.01 de probabilidad y el carácter días a madurez fisiológica al 0.05 de probabilidad. Lo cual indica que en los cuatro tipos de cruza (AxA, BxB, AxB y BxA) existe poca variación para hacer mejoramiento alguno.

3. En progenies entre grupos estacionales se encontraron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para los caracteres peso hectolítrico, espigas por planta, días a madurez fisiológica, altura de planta y peso de 1000 semillas; lo cual revela que existe una gran variabilidad genética entre las progenies de los dos grupos estacionales.
4. El análisis de varianza para tipos de cruza dentro del grupo de primavera x primavera mostró diferencias significativas al 0.05 de probabilidad para peso hectolítrico, días a madurez fisiológica y altura de planta, no siendo así para caracteres de importancia tales como rendimiento por parcela, revelando que el tipo de progenitores utilizados no presentan suficiente variabilidad genética, lo cual se traduce a una reducida base genética para los caracteres con falta de significancia.
5. Sin embargo, progenies dentro del grupo primavera x primavera se encontraron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para caracteres tales como peso hectolítrico, espigas por planta, días a madurez fisiológica, altura de planta y peso de 1000 semillas y al 0.05 de probabilidad para áreas de hoja bandera, lo cual indica que existen progenies sobresalientes que pueden ser usadas en futuras líneas de investigación.

6. En el análisis de varianza para tipos de cruza dentro del grupo de invierno x primavera se encontró que sólo el carácter área de hoja bandera fue el que presentó diferencias significativas al 0.01 de probabilidad. Indicando que muy poco mejoramiento genético pudiera ser practicado o alcanzado para aquellos caracteres no significativos.

Es importante mencionar que la falta de significancia en las fuentes de variación tipos de cruza en el grupo primavera x primavera y tipos de cruza en el grupo invierno x primavera posiblemente fue debido al reducido número de repeticiones usadas en el experimento, o tal vez pudo haber sido a la pequeña diferencia exhibida entre las medias de tratamiento de cada tipo de cruza.

7. En progenies dentro del grupo invierno x primavera se encontraron diferencias significativas para los caracteres días a madurez fisiológica, altura de planta y área de hoja bandera al 0.01 de probabilidad, el carácter rendimiento por parcela solamente mostró significancia al 0.05 de probabilidad indicando que en este grupo progenies superiores pueden ser identificadas y éstas al ser cruzadas con otros padres sobresalientes, la variabilidad genética pudiera ser explotada al máximo.

8. Las medias entre grupos estacionales fue de mayor magnitud en el grupo invierno x primavera. Para la mayoría de los caracteres lo anterior es corroborado por la mayor variabilidad exhibida por los caracteres de este grupo.
9. Las comparaciones de medias entre tipos de cruza dentro del grupo primavera x primavera mostraron diferencias significativas al 0.05 de probabilidad para los caracteres peso hectolítrico, días a madurez fisiológica y altura de planta. Pero al utilizar la metodología propuesta por Langham (1949) para comparar las diferencias esperadas entre los tipos de cruza alto x alto, bajo x bajo, alto x bajo y bajo x alto para los caracteres en estudio sólo madurez fisiológica y altura de planta cumplen tal procedimiento.
10. Las comparaciones de medias entre tipos de cruza dentro del grupo invierno x primavera, el único carácter que mostró diferencias significativas al 0.05 de probabilidad fue área de hoja bandera.
11. En las estimaciones de efectos genéticos en lo general se observó un papel preponderante de ACG con respecto a la ACE en los dos grupos estacionales para la mayoría de los caracteres, tales como rendimiento por parcela, días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja

bandera y semillas por espiga.

12. El grupo estacional que tuvo los mayores efectos de ACG fue el de primavera x primavera por medio de los caracteres rendimiento por parcela, días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja bandera peso de 1000 semillas y semillas por espiga; mientras que en el grupo de invierno x primavera caracteres tales como rendimiento por parcela, días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja bandera y semillas por espiga tuvieron valores aceptables de ACG.

13. Los tipos de cruza que más contribuyeron a los efectos de la aptitud combinatoria general (ACG) en los dos grupos estacionales fueron la cruza alto x alto y alto x bajo, y en la aptitud combinatoria específica (ACE) fueron la cruza alto x alto y alto x bajo.

Cabe hacer mención que los resultados obtenidos en este estudio, no se ajustan a lo encontrado por la mayoría de los investigadores sobre el mismo tópico en cuestión. Probablemente se debe a: 1. Los progenitores no fueron clasificados correctamente como de primavera e invierno; 2. Los tipos de cruza AxA, BxB, AxB y BxA posiblemente fueron clasificados arbitrariamente y/o muy poca información a través de ensayos de rendimiento fue utilizada para tal efecto; 3. Mezcla de semilla entre los progenitores

utilizados; 4. Uniformidad en las prácticas culturales; y 5. Otros factores tales como el medio ambiente que enmascararon el verdadero potencial del material genético.

## RESUMEN

Este estudio se presentan los resultados obtenidos de diferentes progenitores de trigo (*Triticum aestivum* L.) de primavera x primavera e invierno x primavera, generándose un total de 48 progenies  $F_1$ , de las cuales 24 fueron de primavera x primavera y el resto de invierno x primavera. El diseño usado fue un bloque al azar en arreglo de parcelas divididas subdivididas con el objeto de evaluar el potencial genético de progenies segregantes de los dos grupos estacionales y la identificación de progenies  $F_1$  sobresalientes con amplia variabilidad genética para futuras líneas de investigación.

En los análisis de varianza se observaron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad entre los grupos de PxP e IxP para los caracteres días a madurez fisiológica, área de hoja bandera y semillas por espiga y al 0.05 de probabilidad peso de 1000 semillas; existiendo amplia variabilidad genética entre los grupos estacionales para los caracteres que mostraron significancia.

En tipos de cruce entre grupos estacionales sólo los caracteres altura de planta y área de hoja bandera mostraron diferencias estadísticas al 0.01 de probabilidad y madurez

fisiológica al 0.05 de probabilidad; indicando lo anterior que en los cuatro tipos de cruza existe poca variación para hacer mejoramiento alguno o el diseño utilizado no fue tan eficiente para detectar tales diferencias de tratamientos.

Progenies entre grupos estacionales mostraron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para los caracteres peso hectolítrico, espigas por planta, días a madurez fisiológica, altura de planta y peso de 1000 semillas, existiendo una gran variabilidad genética en esos caracteres evaluados.

El análisis de varianza para tipos de cruza dentro de grupo P x P mostró diferencias significativas al 0.05 de probabilidad para los caracteres peso hectolítrico, días a madurez fisiológica y altura de planta, revelando que los tipos de cruza utilizados no presentan suficiente variabilidad genética; en cambio en progenies dentro de este mismo grupo se encontraron diferencias significativas para peso hectolítrico, espigas por planta, días a madurez fisiológica, altura de planta y peso de 1000 semillas al 0.01 de probabilidad y área de hoja bandera al 0.05 de probabilidad, indicando que existen progenies sobresalientes que pueden ser usadas en futuras líneas de investigación.

El análisis de varianza para tipos de cruza dentro del grupo de I x P mostró diferencias significativas al 0.01

de probabilidad sólo para el carácter área de hoja, indicando lo anterior que muy poco mejoramiento genético pudiera ser practicado o alcanzado para los caracteres sin significancia; en cambio para progenies dentro de este grupo se encontraron diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para los caracteres días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja bandera y rendimiento por parcela al 0.05 de probabilidad, aumentando así la probabilidad de éxito para identificar las mejores progenies y éstas cruzarse con padres sobresalientes, para explotar la variabilidad genética al máximo.

En la estimación de efectos genéticos los caracteres superiores en los dos grupos estacionales fueron rendimiento por parcela, días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja bandera y semillas por espiga caracterizados estos por una aceptable ACG.

El grupo estacional con mayor efecto de ACG fue el grupo PxP sobresaliendo los caracteres rendimiento por parcela, días a madurez fisiológica, altura de planta, área de hoja bandera, peso de 1000 semillas y semillas por espiga, mientras que en el grupo IxP lo fueron los caracteres rendimiento por parcela, días a madurez fisiológica, altura de planta área de hoja bandera y semillas por espiga.

Los tipos de cruza que más contribuyeron a los efectos de la ACG en los dos grupos estacionales fueron las cruzas alto x alto y alto x bajo y en la ACE fueron las cruzas alto x alto y alto x bajo.

## LITERATURA CITADA

- Allard, R.W. 1978. Principios de mejora genética de las plantas. Ed Omega. Barcelona. p. 205.
- Akerman, A.A. and Mackey, J. 1949. Attempt to improve the yield of spring wheat. II. Crosses between spring and winter wheat (Description of Svalor ella spring wheat) Sveringes Utsadesforenings Tidskrift. 19:105-117.
- Balla, L. 1985. The possibilities of increasing genetic variability in the plant kingdom. Agricultural Research Institute of Hungariam Academy of Science. p 71-88.
- Bhatt, G.M. 1973. Diallel analysis and cross prediction in common bread wheats. Aust J. Agric. Res., 24:169-178.
- Brajcich, P. 1980. Estimates of heterosis for five agronomic traits in selected winter x spring and winter x winter wheat crosses (*Triticum aestivum* L. em Thell). Thesis Master of Science. Oregon State

University. USA. 76 p.

\_\_\_\_\_. 1981. Nature inheritance, genotype-environment interaction and association of selected agronomic characters in crosses of winter x spring wheats (*Triticum aestivum* L. em Thell.). Thesis of Philosophy. Oregon State University. USA. 130 p.

Brown, C.M., R.C. Weibel and R.D. Seif. 1966. Heterosis and Combining ability in common winter wheat. Crop Sci. 6:382-383 p.

Busch, R.H., G.C. Janke and R.C. Froberg. 1974. Evaluation of crosses among high and low yielding parents of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and bulk prediction of line performance. Crop Sci. 14:47-50 p

Butron R., J. 1989. Potencial genético de líneas de trigo (*Triticum aestivum* L.) derivadas de cruas entre tipos estacionales, bajo riego y temporal. Tesis M.C. Especialidad Fitomejoramiento. UAAAN. Buenavista, Coahuila, México. p. 2, 116-117.

Casas, E. y E.J. Wellhausen. 1968. Fito. Latinoamericana 4:53-61 p.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1973.

CIMMYT report on wheat improvement. Mexico, D.F.  
Mexico. p 5-30.

---

. 1974.

CIMMYT report on wheat improvement. México, D.F.  
México. p. 45-46.

---

. 1978.

CIMMYT report on wheat improvement. Mexico, D.F.  
Mexico. p. 25.

---

.1980.

Ensayos de los conjuntos genéticos-cruzas de trigos  
harineros primaverales por invernales. Mexico, D.F.  
Mexico. p. 10-13.

---

.1983.

CIMMYT report on wheat improvement. México, D.F.  
Mexico. p. 46-51.

---

. 1986

CIMMYT Veery "S" trigos harineros para muchos  
ambientes. Mexico, D.F. México. p. 18-31.

---

.1987.

Informe anual 1986. Mexico, D.F. México. p. 42.

---

. 1989.

This is CIMMYT, Mexico, D.F. Mexico. p. 19.

Chauhan, P., Z.Ahmad and J.C. Sharma. 1976. Combining ability effects for yield and other attributes in *Triticum aestivum* L. Crop. Improv. Vol. 3. Nos. 1&2:109-117 p.

Chavez A., J.L. y E. López P. 1987. Apuntes de Mejoramiento de Plantas II. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mexico. p. 100-110.

Escobar P., R. 1970. Una extensión del diseño dialélico incluyendo (n-1) veces cada progenitor y su aplicación en trigo. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, México. p. 76-79

Fonseca, S. and F.L. Patterson. 1968. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Sci. 8:85-88 p.

Fransis, C.A., J.N. Rutger and A.F.E. Palmer. 1969. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.) Crop Sci. 9:537-539 p.

- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 2a. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. p. 246.
- Grant, M.N. and H. McKenzie. 1970. Heterosis in  $F_1$  hybrids between spring and winter wheats. Can. J. Plant Sci. 50:137-140 p.
- Green, J.M. 1948. Inheritance of combining ability maize hybrids. J. Amer. Soc. Agron. 40:58-63 p.
- Gyawail, K.K., C.O. Quaset and W.T. Yamazaki. 1968. Estimates of heterosis and combining ability in winter wheat. Crop Sci. 8(3): 322-324 p.
- Hanson, J., N.E. Borlaug and R.G. Anderson. 1985. Wheat in the third world. CIMMYT. México. 192 p.
- Hayman, B.I. 1954. The Theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39:789-809 p.
- Hernández S., A. 1975. Correlaciones genéticas y caracteres determinantes del rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis Profesional, Chapingo, México. p. 82-88.
- Hernández S., A. y J.D. Molina G. 1980. Selección de progenitores según su aptitud combinatoria general

para rendimiento de grano y longitud de espiga.  
Agrociencia No. 42. p. 77-78.

Jenkins, M.T. and A.M. Brunson. 1932. Methods of testing  
inbred lines of maize in cross-bred combination. J.  
Am. Soc. Agron. 24:523-530 p.

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

Kučumov, P.V. 1938. The principles of choice of pairs and  
work with the first generation of spring wheat at  
the Kharkov Station. Plant Breeding Abstract 9:43 p.

Kronstad, W.E. and W.H. Foote. 1964. General and specific  
combining ability estimates in winter wheat. Crop  
Sci. 4:616-619 p.

Kronstad, W.E. and N.H. Scott. 1988. I Conferencia Nacional  
sobre la producción de trigo en México. Cd. Obregón,  
Son. México. p. 18-19.

Langham, D.G. 1949. Genetics of Sesame. Congr. Genet. Proc.  
8<sup>th</sup>. (Abstract) p. 615-616.

- Levitt, J. 1951. Frost drought and heat resistance. *Annu. Rev. Physiol.* 2:245-268
- Liang, G.H. 1967. Diallel analysis of agronomic characters in grain sorghum. *Sorghum vulgare* pers. *Can. G. Genet and Cytol.* 9:269-276 p.
- Little, T.M. y F. Jackson H. 1978. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Ed. Trillas. México. p 87-103.
- Lonnquist, J.H. 1953. Heterosis and yield of grain in maize. *Agron. J.* 45:539-542 p.
- \_\_\_\_\_. 1968. Further evidence on testcross versus line performance in maize. *Crop Sci.* 8:50-53.
- Lonnquist, J.H. and M.F. Lindsey. 1964. Topcross versus  $S_1$  line performance in corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 4:580-584 p.
- López G., M.A. 1986. Aptitud combinatoria, heterosis y acción del gene Braquítico-2 para características cuantitativas en maíz bajo temporal y riego. Tesis M.C. Especialidad Fitomejoramiento. Programa de Graduados. UAAAN. Buenavista, Coah., México. p. 194-196.

- Lupton F., G.H. 1965. Studies in the breeding of self pollinating cereals 5. Use of incomplete diallel in wheat breeding. *Euphytica*. 14:331-352 p.
- Mani, S.C. and M.V. Rao. 1975. Heterosis in Winter x spring wheat crosses. *Indian Journal of Genetic & Plant Breeding*. Vol. 35, No.3. p. 330-335.
- Martínez G., A. 1983. Diseños y análisis de experimentos de cruas dialélicas. Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Postgraduados. Chapingo. Edo. de México. p. 13
- Martínez Z., G. y L. E. Guevara. 1988. Componentes de variabilidad, correlaciones y heredabilidades en líneas de trigo (*T. aestivum* L.) derivadas de germoplasma del CIMMYT. Primera Conferencia Nacional sobre Producción de Trigo. Cd. Oregón. Son. México. p. 21-22.
- McNeal, F. H., D.E. Baldrige, M.A. Berg and C.A. Watson. 1965. Evaluation of three hard red spring wheat crosses for heterosis, *Crop Sci*. 5:399-400 p.
- Moll, R.H., W.S. Salhuana and H.F. Robinson. 1962. Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop Sci*. 2:197-198 p.

- Muehlbauer, F.J., H.G. Marshall and R.R. Hill, Jr. 1971. Combining ability, heritability and cytoplasmic effects in oats. *Crop Sci.* 11:375-378 p.
- Nass, H.G. and P.Y. Jui. 1985. Combining ability of harvest index and grain yield in spring wheat. *Cereals Research Communications*. Vol. 13 No. 1:19-25 p.
- Paroda, R.S. and A.B. Joshi. 1970.a. Genetics architecture of yield and components of yield in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian F. Genet.* 30:298-304 p.
- Paterniani, E. and G.H. Lonnquist. 1963. Heterosis in interacial crosses of corn (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 3:504-507 p.
- Pinthus, M.J. 1972. Winter x spring wheat hybrids: prospects and preliminary results. The Hebrew University of Jerusalem, Facultad of Agriculture. Rehovot. Israel. p. 577-580.
- Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia básica y aplicada. AGT Editor. S.A. México, D.F. p. 167-170.
- Rojas P., L. 1984. Influencia del medio ambiente sobre el desarrollo, rendimiento y calidad de forraje y grano en tres variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.).

Modelos de predicción para el cultivo de trigo con doble propósito. Tesis M.C. Especialidad Riego y Drenaje. Programa de Graduados. UAAAN. Buenavista, Coah., México. p. 56.

Salamanca B., J.J. 1975. Estimación de parámetros genéticos, heterosis y depresión por endogamia mediante cruas dialélicas  $F_1$  y generaciones avanzadas para diez caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. p. 110-114.

Smith, G.S. 1966. Transgressive segregation of spring wheats. Crop Sci. 6:310-312 p.

Sprague, G.F. and A. Tatum. 1942. General vs. Specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron. 43:923-932 p.

Sprague, G. F. and S.A. Eberhart. 1977. Corn breeding in: Corn and corn improvement. G.F. Sprague (Ed.). Am. Soc. Agron., Madison, USA. p. 305-362.

Steel R., G.D. and J.H. Torrie. 1984. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc., Second edition. p. 592-593.

Stuthman, D.D. and R.E. Stucker. 1975. Combining ability analysis of near homozygote lines derived from 12-parent diallel cross in oats. Crop. Sci. 15:800-803 p.

Virmani, S.S. and L. B. Edwards. 1983. Current status and future prospects for breeding hybrid rice and wheat. Advances in Agronomy. Vol. 36:145-214 p.

## A P E N D I C E A

Cuadro A.1. Análisis de varianza y coeficiente de variación para los siguientes caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluados. Buenavista, Coahuila, 1989.

C u a d r a d o s   M e d i o s

Pendimiento

| F.V.      | Gl. | biológico/<br>parcela | (g) | Espigas        |           | Espiguillas   |            | Semillas          |         | Índice<br>de<br>cosecha | Días a<br>espiga-<br>miento | (cm) | Peso de<br>Longitud<br>semillas<br>por<br>espiga |
|-----------|-----|-----------------------|-----|----------------|-----------|---------------|------------|-------------------|---------|-------------------------|-----------------------------|------|--------------------------------------------------|
|           |     |                       |     | por<br>parcela | espiga    | por<br>espiga | espiguilla | por<br>espiguilla | semilla |                         |                             |      |                                                  |
| Rep.      | 2   | 11959.145             |     | 775.000        | 0.230     | 0.200         | 0.003      | 10.632            | 0.838   | 0.045                   |                             |      |                                                  |
| Grupos    | 1   | 89736.992ns           |     | 13514.063ns    | 204.967** | 0.060ns       | 0.103ns    | 2853.340**        | 42.50ns | 0.064ns                 |                             |      |                                                  |
| Error a   | 2   | 54183.186             |     | 3571.583       | 1.534     | 0.028         | 0.020      | 3.674             | 0.597   | 0.004                   |                             |      |                                                  |
| Cruzas    | 3   | 1266.585ns            |     | 701.081ns      | 6.280ns   | 0.119ns       | 0.003ns    | 104.396**         | 0.394ns | 0.023ns                 |                             |      |                                                  |
| Error b   | 12  | 14606.013             |     | 1856.838       | 5.152     | 0.083         | 0.002      | 5.875             | 1.213   | 0.110                   |                             |      |                                                  |
| Progenies | 5   | 1132.148ns            |     | 1372.846ns     | 0.570ns   | 0.121ns       | 0.004ns    | 22.124**          | 0.668ns | 0.138ns                 |                             |      |                                                  |
| Error c   | 80  | 5353.859              |     | 653.226        | 88.65     | 0.055         | 0.0030     | 1.544             | 0.435   | 0.066                   |                             |      |                                                  |
| C.V. (2)  |     | 15.84                 |     | 14.63          | 5.93      | 8.80          | 13.300     | 1.30              | 7.13    | 19.16                   |                             |      |                                                  |

\*,\*\* Significativo al 1 y 5% de probabilidad respectivamente

ns: No significativo

Cuadro A.2. Análisis de varianza y coeficiente de variación para el grupo primavera x primavera para las siguientes características de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluadas. Buenavista, Coahuila, 1989.

C u a d r a d o s   M e d i o s

| F.V.      | Gl. | Pendimiento           |                           | C u a d r a d o s   M e d i o s |                                              |                         |                      |                       | Peso de         |     |
|-----------|-----|-----------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|-----|
|           |     | biológico/<br>parcela | Espigas<br>por<br>parcela | Espiguillas<br>por<br>espiga    | Semillas<br>por<br>espiguilla cosecha miento | Índice<br>de<br>espiga- | Días a<br>de espiga- | Longitud<br>de espiga | semillas<br>por | (g) |
| Pep.      | 2   | 7640.051              | 2548.292                  | 1.415                           | 0.177                                        | 0.009                   | 2.042                | 0.519                 | 0.014           |     |
| Cruzas    | 3   | 8754.222ns            | 1708.792ns                | 4.411ns                         | 0.120ns                                      | 0.010ns                 | 103.458**            | 0.222ns               | 0.025ns         |     |
| Error a   | 6   | 21604.298             | 1811.458                  | 4.043                           | 0.101                                        | 0.002                   | 2.819                | 0.620                 | 0.082           |     |
| Progenies | 5   | 16987.579*            | 2156.258ns                | 3.966**                         | 0.096ns                                      | 0.009ns                 | 126.458**            | 1.239ns               | 0.172ns         |     |
| CxP       | 15  | 7310.380ns            | 1299.725ns                | 0.969ns                         | 0.033ns                                      | 0.004ns                 | 5.658**              | 0.733ns               | 0.050ns         |     |
| Error b   | 40  | 5825.900              | 887.000                   | 1.051                           | 0.058                                        | 0.004                   | 1.208                | 0.520                 | 0.082           |     |
| C.V. (%)  |     | 17.47                 | 18.05                     | 6.19                            | 8.96                                         | 14.18                   | 1.21                 | 7.94                  | 21.72           |     |

\*,\*\* Significativo al 1 y 5% de probabilidad respectivamente.

ns: No significativo.

Cuadro A.3. Análisis de varianza y coeficiente de variación para el grupo invierno x primavera de los caracteres de trigo (Triticum aestivum L.) evaluados. Buenavista, Coahuila. 1989.

C u a d r a d o s   M e d i o s

| Rendimiento |     | Peso de     |                           |                              |                                       |                         |                                                    |
|-------------|-----|-------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|
| F.V.        | Gl. | (g)         | Espigas<br>por<br>parcela | Espiguillas<br>por<br>espiga | Semillas<br>por<br>espiguilla cosecha | Índice<br>de<br>mientto | Días a<br>Longitud<br>de espiga<br>semillas<br>por |
| Rep.        | 2   | 58502.284   | 1798.292                  | 0.348                        | 0.050                                 | 0.013                   | 12.264 0.916 0.036                                 |
| Cruzas      | 3   | 3569.435ns  | 226.093ns                 | 5.343ns                      | 0.262ns                               | 0.003ns                 | 96.556** 0.781ns 0.046ns                           |
| Error a     | 6   | 7607.726    | 1902.218                  | 6.260                        | 0.066                                 | 0.002                   | 8.931 1.805 0.137                                  |
| Progenies   | 5   | 17675.822** | 1326.600*                 | 3.576*                       | 0.123ns                               | 0.003ns                 | 51.256** 0.822ns 0.023ns                           |
| CxP         | 15  | 9657.822*   | 1029.481*                 | 1.572ns                      | 0.057ns                               | 0.003ns                 | 63.633** 1.049** 0.043ns                           |
| Error b     | 40  | 4881.818    | 419.453                   | 1.165                        | 0.052                                 | 0.002                   | 1.881 0.350 0.050                                  |
| C.V. (%)    |     | 14.35       | 11.11                     | 5.70                         | 8.62                                  | 11.99                   | 1.37 6.28 16.38                                    |

\*,\*\* Significativo al 1 y 5% de probabilidad respectivamente

ns: No significativo

Cuadro A.4. Medias de grupos, media general y DMS al 0.05 de probabilidad de 8 caracteres de trigo (Iriticum aestivum L.) evaluados. Buenavista, Coahuila. 1989.

| Carácter                       | Grupo<br>Pxp | Grupo<br>Ixp | X<br>General | DMS<br>al 0.05 |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| Rend. biológico<br>por parcela | 436.942      | 486.869      | 461.906      | 166.937        |
| Espigas por<br>parcela         | 165.042      | 184.417      | 174.729      | 60.130         |
| Espiguillas<br>por espiga      | 16.558       | 18.944       | 17.751       | 0.888          |
| Semillas por<br>espiguilla     | 2.692        | 2.651        | 2.671        | 0.120          |
| Indice de<br>cosecha           | 0.438        | 0.385        | 0.412        | 0.101          |
| Días a<br>espigamiento         | 91.042       | 99.944       | 95.493       | 1.375          |
| Longitud de<br>espiga          | 9.074        | 9.418        | 9.246        | 0.554          |
| Peso semillas<br>por espiga    | 1.319        | 1.361        | 1.340        | 0.045          |

Cuadro A.5. Media de tipos de cruza del grupo PxP, media general y DMS al 0.05 de probabilidad de 8 caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluadas. Buenavista, Coahuila. 1989.

| Carácter                 | AxA     | BxB     | AxB     | BxA     | General | $\bar{X}$ | DMS al 0.05 |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-------------|
| Rend. Biol. por parcela  | 409.042 | 431.685 | 460.705 | 446.943 | 436.943 | 119.890   |             |
| Espigas por parcela      | 152.000 | 175.500 | 167.333 | 165.333 | 165.042 | 34.716    |             |
| Espiguillas por espiga   | 16.033  | 17.178  | 16.322  | 16.700  | 16.558  | 1.640     |             |
| Semillas por espiguilla  | 2.750   | 2.588   | 2.664   | 2.764   | 2.692   | 0.259     |             |
| Indice de cosecha        | 0.445   | 0.432   | 0.410   | 0.466   | 0.438   | 0.036     |             |
| Días a es-<br>pigamiento | 92.333  | 87.500  | 92.667  | 91.667  | 91.042  | 1.369     |             |
| Longitud de espiga       | 8.994   | 9.127   | 8.971   | 9.206   | 9.074   | 0.642     |             |
| Peso semillas por espiga | 1.318   | 1.287   | 1.300   | 1.372   | 1.319   | 0.234     |             |

Cuadro A.6. Medias de tipos de cruza del grupo IxP, media general y DMS al 0.05 de probabilidad de 8 caracteres de trigo (*Triticum aestivum* L.) evaluados. Buenavista, Coahuila. 1989.

| Carácter                    | AxA     | BxB     | AxB     | BxA     | X<br>General | DMS<br>al 0.05 |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------|----------------|
| Rend. biól.<br>por parcela  | 506.507 | 486.494 | 480.677 | 473.800 | 486.870      | 71.142         |
| Espigas por<br>parcela      | 187.556 | 185.167 | 179.333 | 185.611 | 184.417      | 35.575         |
| Espiguillas<br>por espiga   | 18.694  | 18.778  | 18.556  | 19.750  | 18.944       | 2.041          |
| Semillas por<br>espiguilla  | 2.723   | 2.662   | 2.742   | 2.477   | 2.651        | 0.210          |
| Indice de<br>Cosecha        | 0.393   | 0.395   | 0.386   | 0.366   | 0.385        | 0.036          |
| Días a es-<br>pigamiento    | 98.611  | 99.222  | 98.556  | 103.389 | 99.944       | 2.438          |
| Longitud de<br>espiga       | 9.499   | 9.107   | 9.527   | 9.540   | 9.418        | 1.096          |
| Peso semillas<br>por espiga | 1.413   | 1.395   | 1.312   | 1.325   | 1.361        | 0.302          |

Cuadro A.7. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter rendimiento biológico por parcela.

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |         |         |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Progenitor                                          | AxA     | BxB     | AxB     | BxA     |
| M <sub>1</sub>                                      | -13.694 | 5.321   | 13.786  | 43.857  |
| M <sub>2</sub>                                      | 13.694  | -5.321  | -13.786 | -43.857 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0       | 0       | 0       | 0       |
| H <sub>1</sub>                                      | -12.936 | -60.599 | -37.512 | -30.908 |
| H <sub>2</sub>                                      | -20.622 | 6.067   | -37.512 | 34.352  |
| H <sub>3</sub>                                      | 33.318  | 54.532  | 75.324  | -3.444  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0       | 0       | 0       | 0       |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |         |         |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Progenitor                                          | AxA     | BxB     | AxB     | BxA     |
| M <sub>1</sub>                                      | -9.269  | -17.559 | 7.972   | -6.321  |
| M <sub>2</sub>                                      | 9.269   | 17.559  | -7.972  | 6.321   |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0       | 0       | 0       | 0       |
| H <sub>1</sub>                                      | -26.170 | 99.674  | 28.480  | -7.218  |
| H <sub>2</sub>                                      | 27.472  | -10.539 | 43.302  | 20.591  |
| H <sub>3</sub>                                      | -1.302  | -89.135 | -71.782 | -13.373 |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0       | 0       | 0       | 0       |

Cuadro A.7. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruce dentro del grupo PxP |         |         |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Progenie                                            | AxA     | BxB     | AxB     | BxA     |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 24.004  | -14.226 | -20.845 | -25.702 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -24.004 | 14.226  | 20.845  | 25.702  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -35.068 | 6.654   | 34.108  | -13.678 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 35.068  | -6.654  | -34.108 | 13.678  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | 11.063  | 7.571   | -13.262 | 39.380  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | -11.063 | -7.571  | 13.262  | -39.380 |
| ΣACE                                                | 0       | 0       | 0       | 0       |

| ACE promediando tipos de cruce dentro del grupo IxP |         |         |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Progenie                                            | AxA     | BxB     | AxB     | BxA     |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 41.900  | 3.214   | 26.520  | -25.607 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -41.900 | -3.214  | -26.520 | 25.607  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -40.861 | 32.380  | 15.293  | 16.845  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 40.861  | -32.380 | -15.793 | -16.845 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -1.039  | -35.595 | -41.813 | 8.762   |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 1.039   | 35.595  | 41.813  | -8.762  |
| ΣACE                                                | 0       | 0       | 0       | 0       |

Cuadro A.8. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter espigas por parcela.

ACG promediando tipos de cruce dentro del grupo P x P.

| Progenitor     | A x A  | B x B   | A x B   | B x A   |
|----------------|--------|---------|---------|---------|
| M <sub>1</sub> | -5.333 | 10.833  | 5.777   | 20.889  |
| M <sub>2</sub> | 5.333  | -10.833 | -5.777  | -20.889 |
| $\Sigma ACG_i$ | 0      | 0       | 0       | 0       |
| H <sub>1</sub> | -3.000 | -20.834 | -11.333 | -12.000 |
| H <sub>2</sub> | -5.000 | 6.667   | -4.499  | 22.833  |
| H <sub>3</sub> | 8.000  | 14.167  | 15.832  | -10.833 |
| $\Sigma ACG_j$ | 0      | 0       | 0       | 0       |

ACG promediando tipos de cruce dentro del grupo I x P.

| Progenitor     | A x A  | B x B   | A x B   | B x A  |
|----------------|--------|---------|---------|--------|
| M <sub>1</sub> | 5.666  | -0.389  | 13.555  | -0.611 |
| M <sub>2</sub> | -5.666 | 0.389   | -13.555 | 0.611  |
| $\Sigma ACG_i$ | 0      | 0       | 0       | 0      |
| H <sub>1</sub> | 0.444  | 30.666  | 5.634   | -1.444 |
| H <sub>2</sub> | 0.444  | -10.499 | 16.499  | 1.389  |
| H <sub>3</sub> | -0.666 | -20.167 | -22.333 | 0.055  |
| $\Sigma ACG_j$ | 0      | 0       | 0       | 0      |

Cuadro A.8. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de craza dentro del grupo PxP |         |        |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|--------|---------|---------|
| Progenie                                            | AxA     | BxB    | AxB     | BxA     |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 10.333  | -2.833 | - 5.444 | - 3.889 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -10.333 | 2.833  | 5.444   | 3.889   |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -19.000 | -2.000 | 14.055  | -11.055 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 19.000  | 2.000  | -14.055 | 11.055  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | 8.666   | 4.833  | - 8.611 | 14.944  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | -8.666  | -4.833 | 8.611   | -14.944 |
| ΣACE                                                | 0       | 0      | 0       | 0       |

| ACE promediando tipos de craza dentro del grupo l x P |         |         |         |        |
|-------------------------------------------------------|---------|---------|---------|--------|
| Progenie                                              | AxA     | BxB     | AxB     | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                       | - 5.555 | 4.889   | 5.944   | 2.111  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                       | 5.555   | - 4.889 | - 5.944 | -2.111 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                       | - 7.555 | 8.389   | 5.944   | -2.722 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                       | 7.555   | - 8.389 | - 5.944 | 2.722  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                       | 13.278  | -13.278 | -11.888 | 0.611  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                       | -13.278 | 13.278  | 11.888  | -0.61  |
| ΣACE                                                  | 0       | 0       | 0       | 0      |

Cuadro A.9. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter espiguillas por espiga.

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | 0.211  | 0.266  | 0.189  | 0.611  |
| M <sub>2</sub>                                      | -0.211 | -0.266 | -0.189 | -0.611 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -1.033 | -0.211 | 0.111  | -0.767 |
| H <sub>2</sub>                                      | 0.367  | -0.278 | -0.388 | 0.167  |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.667  | 0.489  | 0.277  | 0.600  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo l x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                        | -0.317 | -0.711 | -0.156 | -0.283 |
| M <sub>2</sub>                                        | 0.317  | 0.711  | 0.156  | 0.283  |
| $\Sigma ACG_i$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                        | -0.045 | 1.288  | -0.223 | 0.100  |
| H <sub>2</sub>                                        | -0.406 | -0.944 | 0.645  | -0.050 |
| H <sub>3</sub>                                        | -0.361 | -0.344 | -0.422 | -0.050 |
| $\Sigma ACG_j$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro A.9. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruce dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.478 | 0.167  | 0.177  | -0.478 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.478  | -0.167 | -0.177 | 0.478  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.189  | -0.166 | 0.144  | 0.122  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.189 | 0.166  | -0.144 | -0.122 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.289  | 0.000  | -0.322 | 0.356  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.289 | 0.000  | 0.322  | -0.356 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruce dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.267  | 0.044  | 0.156  | 0.133  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.267 | -0.044 | -0.156 | -0.133 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.650 | 0.077  | -0.378 | -0.417 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.650  | -0.077 | 0.378  | 0.417  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.383  | -0.122 | 0.222  | 0.283  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.382 | 0.122  | -0.222 | -0.283 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro A.10. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter semillas por espiguilla.

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.049 | -0.085 | -0.043 | -0.078 |
| M <sub>1</sub>                                      | 0.049  | 0.085  | 0.043  | 0.078  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -0.078 | -0.051 | 0.060  | -0.007 |
| H <sub>2</sub>                                      | -0.055 | -0.010 | -0.055 | -0.080 |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.133  | 0.061  | -0.005 | 0.087  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo lxp |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.036 | -0.001 | 0.153  | 0.049  |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.036  | 0.001  | -0.153 | -0.049 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | 0.003  | -0.015 | -0.102 | -0.022 |
| H <sub>2</sub>                                      | -0.083 | -0.100 | -0.050 | 0.020  |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.080  | 0.115  | 0.152  | 0.002  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro A.10. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP. |        |        |        |        |
|------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                             | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                      | 0.050  | 0.031  | -0.054 | -0.042 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                      | -0.050 | -0.031 | 0.054  | 0.042  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                      | 0.031  | 0.050  | -0.088 | 0.044  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                      | -0.031 | -0.050 | 0.088  | -0.044 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                      | -0.081 | -0.082 | 0.143  | -0.003 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                      | 0.081  | 0.082  | -0.143 | 0.003  |
| ΣACE                                                 | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo l x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                              | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                       | 0.044  | 0.161  | -0.076 | -0.024 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                       | -0.044 | -0.161 | 0.076  | 0.024  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                       | 0.009  | 0.032  | 0.082  | 0.073  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                       | -0.009 | -0.032 | -0.082 | -0.073 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                       | -0.054 | -0.194 | -0.007 | -0.049 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                       | 0.054  | 0.194  | 0.007  | 0.049  |
| ΣACE                                                  | 0      | 0      | 0      | 0      |

**Cuadro A.11. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter índice de cosecha.**

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | 0.017  | -0.019 | -0.017 | -0.034 |
| M <sub>2</sub>                                      | -0.017 | 0.019  | 0.017  | 0.034  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -0.010 | 0.002  | 0.040  | -0.007 |
| H <sub>2</sub>                                      | 0.040  | 0.018  | -0.005 | -0.012 |
| H <sub>3</sub>                                      | -0.030 | -0.020 | -0.035 | 0.019  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.007 | 0.013  | 0.010  | 0.007  |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.007  | -0.013 | -0.010 | -0.007 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | 0.037  | -0.026 | 0.003  | 0.019  |
| H <sub>2</sub>                                      | -0.047 | 0.015  | -0.018 | -0.026 |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.010  | 0.011  | 0.015  | 0.007  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro A.11. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.003 | 0.002  | 0.016  | 0.008  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.003  | -0.002 | -0.016 | -0.008 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.047  | 0.007  | 0.002  | 0.019  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.047 | -0.007 | -0.002 | -0.019 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.043 | -0.009 | -0.019 | -0.027 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.043  | 0.009  | 0.019  | 0.027  |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.020 | -0.003 | -0.007 | 0.012  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.020  | 0.003  | 0.007  | -0.012 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.021  | -0.012 | 0.010  | -0.004 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.021 | 0.012  | -0.010 | 0.004  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.030 | 0.016  | -0.004 | -0.009 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.030  | -0.016 | 0.004  | 0.009  |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

**Cuadro A.12. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter días a espigamiento.**

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | 2.666  | 1.944  | 1.444  | 2.000  |
| M <sub>2</sub>                                      | -2.666 | -1.944 | -1.444 | -2.000 |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -2.666 | -2.166 | -3.167 | -1.667 |
| H <sub>2</sub>                                      | 0.833  | -0.166 | 1.167  | 0.333  |
| H <sub>3</sub>                                      | 1.833  | 2.333  | 2.000  | 1.333  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo 1xP |        |        |        |        |
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.722 | -0.111 | -3.334 | -0.834 |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.722  | 0.111  | 3.334  | 0.834  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | 1.389  | 2.112  | 0.444  | 0.278  |
| H <sub>2</sub>                                      | 6.222  | -5.055 | 0.278  | -0.222 |
| H <sub>3</sub>                                      | -7.611 | 2.945  | -0.722 | -0.056 |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro A.12. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de craza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | -3.000 | -0.278 | -1.944 | -1.333 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | 3.000  | 0.278  | 1.944  | 1.333  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | 1.500  | 1.722  | 1.056  | 1.000  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | -1.500 | -1.722 | -1.056 | -1.000 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | 1.500  | -1.444 | 0.889  | 0.333  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | -1.500 | 1.444  | -0.889 | -0.333 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de craza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 2.055  | -0.556 | -1.667 | 0.500  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -2.055 | 0.556  | 1.667  | -0.500 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -1.778 | -0.389 | -1.500 | -1.333 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 1.778  | 0.389  | 1.500  | 1.333  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.278 | 0.944  | 3.167  | 0.834  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | 0.278  | -0.944 | -3.167 | -0.834 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro A.13. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter longitud de espiga.

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.032 | -0.356 | 0.416  | -0.152 |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.032  | 0.356  | -0.416 | 0.152  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | -0.027 | -0.460 | 0.042  | -0.132 |
| H <sub>2</sub>                                      | -0.161 | -0.238 | -0.488 | -0.126 |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.188  | 0.698  | 0.446  | 0.258  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo l x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                        | 0.059  | -0.180 | 0.123  | 0.100  |
| M <sub>2</sub>                                        | -0.059 | 0.180  | -0.123 | -0.100 |
| $\Sigma ACG_i$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                        | 0.301  | 1.086  | -0.164 | 0.000  |
| H <sub>2</sub>                                        | -0.546 | -0.333 | 0.377  | 0.000  |
| H <sub>3</sub>                                        | 0.245  | -0.753 | -0.213 | 0.000  |
| $\Sigma ACG_j$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro A.13. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | -0.095 | 0.139  | 0.284  | -0.395 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.095  | -0.139 | -0.284 | 0.395  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.208 | -0.079 | -0.233 | 0.239  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.208  | 0.079  | 0.233  | -0.239 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.302  | -0.068 | -0.053 | 0.155  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.302 | 0.068  | 0.053  | -0.155 |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruza dentro del grupo lxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.241  | 0.280  | -0.033 | -0.100 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                     | -0.231 | -0.280 | 0.033  | 0.100  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.499 | -0.087 | -0.133 | 0.200  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                     | 0.499  | 0.087  | 0.133  | -0.200 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                     | 0.258  | -0.194 | 0.164  | -0.100 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                     | -0.258 | 0.194  | -0.164 | 0.100  |
| ΣACE                                                | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro A.14. Efectos estimados de la aptitud combinatoria general (ACG) y de la aptitud combinatoria específica (ACE) para el carácter peso de semillas por espiga.

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo PxP |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                          | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                      | -0.050 | -0.144 | -0.031 | -0.073 |
| M <sub>2</sub>                                      | 0.050  | 0.144  | 0.031  | 0.073  |
| $\Sigma ACG_i$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                      | 0.087  | -0.139 | 0.008  | 0.021  |
| H <sub>2</sub>                                      | -0.125 | 0.044  | -0.085 | -0.127 |
| H <sub>3</sub>                                      | 0.038  | 0.095  | 0.077  | 0.106  |
| $\Sigma ACG_j$                                      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACG promediando tipos de cruza dentro del grupo l x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenitor                                            | AxA    | BxB    | AxB    | BxA    |
| M <sub>1</sub>                                        | -0.071 | -0.004 | 0.055  | -0.022 |
| M <sub>2</sub>                                        | 0.071  | 0.004  | -0.055 | 0.022  |
| $\Sigma ACG_i$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |
| H <sub>1</sub>                                        | 0.002  | 0.130  | -0.046 | 0.015  |
| H <sub>2</sub>                                        | -0.071 | -0.026 | 0.013  | -0.013 |
| H <sub>3</sub>                                        | 0.069  | -0.103 | 0.033  | -0.002 |
| $\Sigma ACG_j$                                        | 0      | 0      | 0      | 0      |

Cuadro A.14. ....Continuación.

| ACE promediando tipos de cruce dentro del grupo P x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                              | A x A  | B x B  | A x B  | B x A  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                       | 0.172  | 0.059  | 0.066  | -0.036 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                       | -0.172 | -0.059 | -0.066 | 0.036  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                       | 0.020  | 0.001  | -0.041 | -0.013 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                       | -0.020 | -0.001 | 0.041  | 0.013  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                       | -0.192 | -0.058 | -0.025 | 0.048  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                       | 0.192  | 0.058  | 0.025  | -0.048 |
| ΣACE                                                  | 0      | 0      | 0      | 0      |

| ACE promediando tipos de cruce dentro del grupo I x P |        |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Progenie                                              | A x A  | B x B  | A x B  | B x A  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>1</sub>                       | 0.073  | 0.126  | -0.077 | 0.006  |
| M <sub>1</sub> x H <sub>2</sub>                       | -0.073 | -0.126 | 0.077  | -0.006 |
| M <sub>1</sub> x H <sub>3</sub>                       | -0.024 | 0.002  | 0.100  | -0.030 |
| M <sub>2</sub> x H <sub>1</sub>                       | 0.024  | -0.002 | -0.100 | 0.030  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>2</sub>                       | -0.049 | -0.128 | -0.023 | 0.022  |
| M <sub>2</sub> x H <sub>3</sub>                       | 0.049  | 0.128  | 0.023  | -0.022 |
| ΣACE                                                  | 0      | 0      | 0      | 0      |