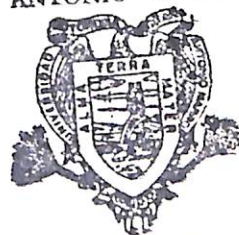


SELECCION DE HIBRIDOS DOBLES Y ESTIMACION  
DE APITUD COMBINATORIA DE CRUZAS  
SIMPLES DE MAIZ

JORGE LUIS TIJERINA CASTILLO

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



T E S I S

BIBLIOTECA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

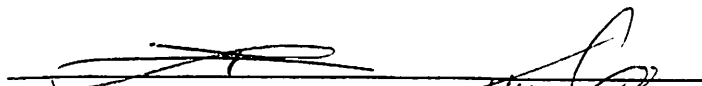
SEPTIEMBRE 1995

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

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN FITOMEJORAMIENTO**

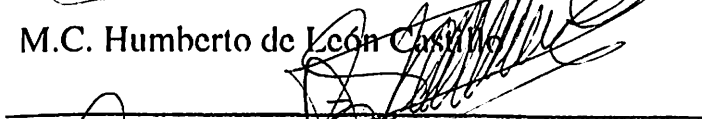
**COMITE PARTICULAR**

Asesor principal:



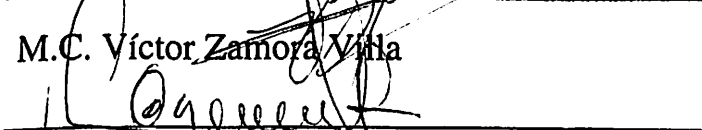
M.C. Humberto de León Castillo

Asesor:



M.C. Víctor Zamora Villa

Asesor:



M.C. Arnoldo Oyervides García



Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez

Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Septiembre de 1995

## AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 98 dependiente de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (D.G.E.T.A.) por darme la oportunidad para la realización de mis estudios.

A la D.G.E.T.A. y COSNET, por el apoyo que se me brindó durante la Maestría y terminación de tesis.

A mis asesores: M.C. Humberto de León Castillo, por su gran asesoría, revisión y apoyo brindado en la realización del presente trabajo, así como por su valiosa amistad.

M.C. Arnoldo Oyervides García, por su generosa ayuda, en la revisión y sugerencias dadas para la realización de esta tesis.

M.C Víctor Zamora Villa, por su valiosa colaboración en la conducción y análisis de esta investigación.

A mis Maestros de Especialidad, por el apoyo y conocimientos brindados.

Al personal técnico y manual, del Instituto Mexicano del Maíz "Dr. Mario E. Castro Gil" que contribuyó en este trabajo.

A la Secretaria Rosalinda Nieto Montalvo, por su labor en la mecanografía de esta tesis.

Al Técnico Virgilio Flores Gaona, dependiente del Instituto Mexicano del Maíz por su contribución en la realización de esta investigación.

A la U.A.A.A.N. y Maestros Investigadores, por darme la oportunidad de superarme académicamente.

## DEDICATORIA

### **A mi Padre:**

Rogelio Tijerina Silva, *con respeto y cariño, e inculcarme el espíritu de superación.*

### **A mi Madre:**

Herminia Castillo Castro, *por todos sus buenos consejos.*

### **A la Sra. Elvia Cruz:**

*Por todo el apoyo incondicional y a la que le vivo profundamente agradecido.*

### **A mi Abuelita:**

Sra. Engracia Silva Vda. de Tijerina. *Con todo mi amor, por sus sabios consejos y sacrificio dado para que fuera algo en la vida.*

### **A mis hermanos:**

Guillermina Tijerina Castillo y Rogelio Guadalupe Tijerina C., *por su apoyo y confianza depositada.*

### **Al Programa de Cereales:**

*Por su ayuda, confianza y amistad que se me brindó.*

### **A mis Compañeros de Generación:**

Larios, Salvador, Colín, Martín, Carlos José, Jorge, Enrique.

## **COMPENDIO**

### **Selección de Híbridos Dobles y Estimación de Aptitud Combinatoria de Cruzas Simples de Maíz**

**Por:**

**JORGE LUIS TIJERINA CASTILLO**

**MAESTRIA**

**FITOMEJORAMIENTO**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTIEMBRE, 1995**

**M.C. Humberto de León Castillo -Asesor-**

Palabras clave: Aptitud combinatoria, cruzas simples, prepotencia, heterosis, predicción de híbridos dobles.

La selección y evaluación de híbridos dobles, así como características agronómicas, requirió de ser probada para su estudio en tres ambientes, que son: Atoyac, Jal., Celaya, Gto. y Torreón, Coah.

A partir de 18 líneas, representativas de regiones como trópico seco, trópico húmedo y bajío, se realizó un dialélico haciendo un total de 153 cruzas simples. Asimismo se formaron las cruzas dobles, a partir de las cruzas simples que coincidieron en floración obteniéndose 502 híbridos.

Tradicionalmente en la formación de híbridos no se emplea como criterio la aptitud combinatoria de sus progenitores, esto se hace en las líneas y no en las cruzas simples, lo cual hace este trabajo diferente a los demás, ya que es común que los híbridos dobles se formen sin analizar la aptitud combinatoria de sus progenitores. Uno de los puntos importantes en esta investigación, fue identificar cruzas simples con altos efectos de aptitud combinatoria, lo cual se comprobó que es un criterio muy eficiente para la predicción de híbridos dobles. Su estimación se calculó mediante el comportamiento promedio mostrado de cada craza simple a través de sus cruzamientos. Para la predicción de los híbridos dobles, se sumaron y promediaron las prepotencias de las cruzas simples implicadas y así obtener el comportamiento de la craza doble.

Las cruzas simples con mejor aptitud combinatoria para varios caracteres fueron la (8X11); (18X1); (4X2); (1X16); Y (13X16). De las cruzas simples con buena prepotencia para rendimiento se tiene la (13X4); (4X16); (4X2) y (4X9). De los híbridos dobles predichos, formados con cruzas simples de buena aptitud combinatoria y prepotencia para rendimiento tenemos algunos como son: (13X4)X(1X6); (16X2)X(8X4); (13X10)X(2X3); y (11X16)X(4X9). También la diversidad de genética

encontrada en los materiales permitió evaluar y seleccionar híbridos dobles, en base a su heterosis útil y buen comportamiento agronómico. Para rendimiento las cruzas dobles con altos valores de heterosis fueron: (13X4)X(16X2); (13X11)X(16X2); y (1X5)X(4X2).



## **ABSTRACT**

### **Double Hybrid Selection And Estimate Of Combining Ability For Maize Simple Crosses**

**By**

**JORGE LUIS TIJERINA CASTILLO**

**MASTER DEGREE**

**ON PLANT BREEDING**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO, SEPTEMBER, 1995**

**MC. Humberto de León Castillo -Advisor-**

Key Words: Combining ability, single crosses, preponderance, heterosis, double hybrid prediction.

Selection and evaluation of double hybrid as well as agronomic traits were assayed in three different environments; Atoyac, Jalisco; Celaya, Guanajuato and Torreón, Coahuila.

Beginning with eight lines representing regions such as dry tropical, humid tropical and low lands a diallelic assay totalling 153 simple crosses was performed. Double crosses were performed, as well, setting off with 502 hybrids obtained from single crosses with a coincident flowering time.

Traditionally, combining ability is not used as criterion for hybrid formation. While it is usually done in the lines, it is not done on single crosses. This makes this study different from others since it is a common fact that double hybrids are formed without testing their parents for combining ability. One of the outstanding points in this research was identifying single crosses with high combining ability effects which was proven to be a very efficient criterion for double hybrid prediction. Estimates were made on the basis of average performance shown by each single cross through its crossings. For double hybrid prediction, preponderance indexes were added up and its mean extracted for involved single crosses, in order to find out the behavior of double crosses.

Single crosses with a better combining ability for several traits were (8X11); (18X1); (4X2); (1X16); and (13X16). From single crosses with a good preponderance for yield were obtained 1a (13X4); (4X16); (4X2) and (4X9). From predicted double hybrids, formed with single crosses with a good combining ability, and preponderance for yield, were obtained; (13X4)X(1X6); (16X2)X(8X4); (13X10)X(2X3); and (11X16)X(4X9). Genetic diversity found in the assayed materials allowed the evaluation and selection of double hybrids on the basis of its heterosis and good agronomic performance. For yield,

in double crosses with a high value for heterosis, the highest values were (13X4)X(16X2); (13X11)X(16X2); and (1X5)X (4X2).

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<i>xiv</i>
<b>INTRODUCCION.....</b>	1
<b>Objetivos.....</b>	2
<b>Hipótesis.....</b>	2
<b>REVISION DE LITERATURA .....</b>	3
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	21
<b>Material Genético.....</b>	21
<b>Areas de Estudio.....</b>	21
<b>Manejo de Experimento.....</b>	23
<b>Caracteres Medidos.....</b>	24
<b>Análisis de Varianza Individual.....</b>	28
<b>Análisis de Varianza Combinado.....</b>	29
<b>Pruebas de Rango Múltiple.....</b>	32
<b>Prepotencia.....</b>	32
<b>Heterosis.....</b>	33
<b>Predicción de Híbridos.....</b>	34
<b>RESULTADOS.....</b>	35
<b>DISCUSION.....</b>	57

**CONCLUSIONES..... 70**

**RESUMEN..... 72**

**LITERATURA CITADA..... 75**

**APENDICE..... 78**

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
3.1. Dialélico utilizado a partir de 18 líneas élite formadoras de 153 CS y progenitoras de los híbridos dobles. . . . .	22
3.2. Características climatológicas y ubicación geográfica de las localidades de estudio. . . . .	23
3.3. Formato de análisis de varianza individual para una distribución de bloques al azar. . . . .	29
3.4. Formato para el análisis de varianza combinado bajo diseño de bloques al azar. . . . .	31
4.1. Resultados obtenidos de los cuadrados medios, para el análisis de varianza individual con bloques al azar de la característica rendimiento, en la evaluación de híbridos dobles en las localidades de Atoyac, Jal., Torreón, Coah., y Celaya, Gto. . . . .	36

4.2. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para rendimiento de los experimentos, para la evaluación de híbridos a través de ambientes. . . . .	39
4.3. Resultados obtenidos de 502 cruzas dobles, en siete características para medias, máximas, mínimos, DMS y mejor testigo. . . . .	42
4.4. Cruzas dobles seleccionadas por rendimiento, a través de tres ambientes, con características agronómicas y heterosis útil (HU). . . .	45
4.5. Prepotencia de rendimiento (ton/ha) y concentración de las demás características, en 30 cruzas simples estimadas en tres ambientes con mayor prepotencia. . . . .	49
4.6. Prepotencia de rendimiento (ton/ha) y concentración de las demás características en 25 cruzas simples con menor prepotencia. . . . .	50
4.7. Concentración de mejores prepotencias de 18 líneas para la característica de rendimiento. . . . .	52
4.8. Híbridos dobles predichos, formados con las peores y mejores cruzas simples, bajo el método B de Jenkis en el año de 1989. . . . .	53

4.9. Predicción del desempeño de 15 cruzas dobles, en base a la aptitud combinatoria de las cruzas simples y lugar que ocupan dentro de los híbridos evaluados. . . . .	54
4.10. Comportamiento promedio de 10 híbridos dobles seleccionados, con buenos porcentajes en las características evaluadas y excelente potencial de rendimiento a través de ambientes. . . . .	56
A.1. Resultados obtenidos del análisis de varianza individual en bloques al azar para seis variables en la evaluación de híbridos localidad Torrcón, Coah. . . . .	79
A.2. Resultados obtenidos del análisis de varianza individual en bloques al azar para seis variables en la evaluación de híbridos localidad Atoyac, Jal. . . . .	83
A.3. Resultados obtenidos del análisis de varianza individual en bloques al azar para seis variables en la evaluación de híbridos localidad Celaya, Gto. . . . .	87
A.4. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para altura de planta de 10 experimentos en la evaluación de híbridos dobles a través de ambientes. . . . .	91



A.5. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, altura de planta de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de ambientes. ....	92
A.6. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para acame de raíz de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de ambientes. ....	93
A.7. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para acame de tallo de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de ambientes. ....	94
A.8. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para mazorcas podridas de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de ambientes. ....	95
A.9. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para mala cobertura de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de ambientes. ....	96

A.10. Concentración de medias, de las características agronómicas de los 502 híbridos dobles, evaluados en: Atoyac, Jal; Celaya, Gto., y Torreón, Coah. . . . .	97
A.11. Prepotencia para rendimiento (ton/ha), en 143 cruzas simples y demás características en tres ambientes. Celaya, Gto., Atoyac, Jal., Torreón, Coah. . . . .	108
A.12. Genealogías con clave numérica de 18 líneas formadoras de 153 cruzas simples, progenitoras de los híbridos dobles. . . . .	112

## **I. INTRODUCCION**

En base a las necesidades y a la importancia de formar materiales con un alto potencial de rendimiento, el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", mediante su Programa de Mejoramiento Genético contribuye al aumento de la productividad nacional, liberando semilla mejorada la cual es de gran aceptación por los agricultores ya que cuenta con buenas características agronómicas. Siendo ésta comúnmente híbridos triples y dobles (HD) para el área del Bajío Mexicano.

Siempre se ha considerado como un importante criterio de selección, el que los progenitores tengan una adecuada habilidad combinatoria, (AC) sin embargo, es algo que no se ha estimado directamente en los padres de los HD o triples ya que tradicionalmente estos se forman sin analizar la AC de sus progenitores, por tal razón se plantea el presente trabajo que consiste en la evaluación de 500 HD a partir de 150 cruzas simples (CS).

Este trabajo se desarrolló en tres ambientes que son las localidades de Torreón, Coah., Celaya, Gto. y Atoyac, Jal.

## II. REVISION DE LITERATURA

Cita Velázquez (1983) que en el mejoramiento del maíz se han utilizado métodos que permiten el máximo aprovechamiento de la varianza genética existente en las poblaciones, entre los cuales, la hibridación ha tenido éxito para incrementar la capacidad de rendimiento. Sin embargo, el uso de este método en su forma convencional, ocasiona un decremento en el vigor de las líneas en cada etapa de autofecundación y consecuentemente un alto costo de producción de las cruas simples ocasionado por el bajo rendimiento de semilla en las líneas progenitoras.

En la actualidad, hay evidencias de que el uso de híbridos entre poblaciones mejoradas, ofrece mejores alternativas para encontrar cruas más rendidoras que con el método convencional. Esto permite además, obtener poblaciones mejoradas en las diversas etapas de mejoramiento, que pueden ser utilizadas individualmente.

Oyervides (1979) menciona que durante el fitomejoramiento del maíz, uno de los objetivos de gran importancia durante la formación de híbridos de alto rendimiento también sean relativamente estables, al cultivarse en diversos ambientes.

Los objetivos planteados para este trabajo son los siguientes:

- Comprobar, en relación con los testigos que varios de los híbridos experimentales poseen potencial para ser empleados comercialmente.
- Estimar la AC de CS progenitores de los híbridos dobles.
- Obtener la correlación entre el comportamiento predicho y el observado de los HD

### **Hipótesis**

- Los HD formados a partir de CS explotarán al máximo los efectos del tipo no aditivo de sus parentales, los que permitirán identificar híbridos experimentales sobresalientes en comparación a los testigos comerciales.
- Las frecuencias génicas no aditivas encontradas, no interaccionan con el medio ambiente donde serán evaluados los diferentes híbridos de cuatro vías.
- Las CS progenitoras de los HD poseen diferentes efectos de AC y de entre ellas, al menos una posee mejores efectos que el resto para este carácter .

## Formación de Híbridos

Chávez (1987) menciona que los híbridos son capaces de mostrar incrementos sustanciales en el rendimiento sobre las variedades de polinización libre.

La hibridación, es el acto de fecundar los gametos femeninos, con gametos masculinos, procedente de otro individuo. Este tipo de mejoramiento en cultivo alógamo, se realiza bajo ciertos objetivos que son:

- Explotar el vigor híbrido, la formación de ideotipos específicos para determinados ambientes.
- Provocar la variabilidad y selección de nuevos materiales que van a intervenir como progenitores en las cruzas.
- Obtener la craza deseable de acuerdo a las exigencias del consumidor.

La metodología para lograr dichos objetivos, es a través de cruzamientos intervarietales e interespecíficos y la utilización de líneas endogámicas de amplia aptitud combinatoria, es decir los genotipos que intervienen en los diferentes cruzamientos híbridos pueden ser: líneas, híbridos, variedades, especies, razas, clones. Es de considerar que el maíz híbrido, puede ser la primera generación de una craza entre líneas autofecundadas; entre línea por una craza simple o la craza entre dos híbridos simples. Para la formación de híbridos superiores en maíz se requiere:

- a) Obtención de líneas autofecundadas (polinización controlada).

- b) Determinación de cuáles de las líneas producen combinaciones superiores.
- c) Utilización comercial de las líneas y cruzas para la producción de semilla híbrida.

Brauer (1980) el método clásico en la formación de híbridos, consiste en desarrollar líneas puras por medio de endogamia y selección continua durante varias generaciones, hasta lograr líneas con suficiente homocigosis que presenten características deseables. Entre las seleccionadas, deben existir las que tengan mejor ACG, mediante la evaluación de cruzamiento con probador común. Desde el punto de vista de productividad y vigor, los cruzamientos simples en la generación  $F_1$  pueden ser muy buenos, pero como la productividad de las líneas homocigóticas es en sí muy baja, la semilla  $F_1$  de un cruzamiento simple resultaría sumamente costosa para uso comercial. Por tal motivo, la semilla que ordinariamente se usa para siembras comerciales, no es la de una cruce simple, sino la de una cruce de cuatro líneas.

Una vez que se han seleccionado las cuatro líneas fundamentales por su aptitud combinatoria general y su aptitud combinatoria específica, es necesario determinar cuales son las mejores combinaciones, es decir, en que orden deben hacerse éstas para formar el híbrido final. Con cuatro líneas se pueden obtener seis diferentes combinaciones de cruzamientos simples y como en la producción del híbrido final sólo se usan dos de ellas, el promedio de rendimiento de los cuatro cruzamientos simples que no se usarán en la formación del cruzamiento comercial sirve de base para estimar el rendimiento de él.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), 1986 reportan que los híbridos del maíz, al igual que las variedades mejoradas de polinización libre, son resultado de la fitogenética moderna, pero su producción implica una forma más compleja de controlar la polinización cruzada. El rendimiento de granos se incrementa en los híbridos triples, en las cuales una línea endogámica sirve como progenitor macho y un híbrido simple como progenitor hembra; ese rendimiento puede elevarse aún más con los híbridos dobles, que se forman a partir de dos cruzamientos simples.

Córdova (1983) menciona que existen tres aspectos importantes en un programa para la formación de híbridos, el éxito depende de la variabilidad genética, de la metodología que se aplique, y el criterio del mejorador para la identificación de progenitores superiores con alta aptitud combinatoria general y específica. Cuando se utilizan líneas endogámicas para la formación de híbridos, puede considerarse que las frecuencias génicas y genotípicas no cambiarán considerablemente, y como consecuencia las predicciones realizadas serán altamente confiables, sin embargo, efectos epistáticos pueden sesgar tanto los datos predichos, como el comportamiento real de campo. Recientemente se han propuesto métodos formando híbridos de familias de hermanos completos de diferente origen, provenientes de poblaciones mejoradas por esquemas que capitalizan al máximo los efectos aditivos, como una metodología fácil, rápida, económica y eficiente.



## Heterosis

Poehlman (1992) describe dos teorías cuando el fenómeno del vigor híbrido, una ampliamente aceptada se basa en la suposición de que el vigor híbrido es el resultado de reunir genes dominantes favorables; y la otra explica el vigor híbrido sobre la base de que la heterocigocidad es superior a la homocigocidad y por tanto, el individuo más vigoroso es el que tiene mayor número de alelos heterocigóticos.

Los efectos del vigor híbrido se manifiestan de muy diversas formas. El mayor desarrollo y vigor son con frecuencia considerados como indicaciones de vigor híbrido. Otras características que reflejan este carácter son; la altura de planta, el tamaño de las hojas, tamaño del sistema radicular, el número de raíces, el tamaño de la mazorca o espiga, el número de granos.

La mejora de las plantas alógamas se basa en la utilización controlada de la heterosis, que aparece en los híbridos entre ciertos genotipos. Esta utilización controlada de la heterosis, ha tenido su mayor desarrollo en el maíz, planta en que su morfología floral permite las grandes cantidades de semilla necesaria para la producción económica comercial de las variedades híbridas (Allard, 1980).

Gardner (1982) los efectos de heterosis sirven como indicadores de la diversidad genética y proporciona las bases para la formación de fuentes germoplásmicas. Para formar una fuente germoplásmica, se escogen aquellos

progenitores que proporcionen una media de expresión alta, gran variabilidad genética, y altas ganancias esperadas al practicar selección recurrente. Para formar dos fuentes germoplásmicas, con el propósito de programas de selección recíproca recurrente, es importante escoger los progenitores para cada fuente con los que pudieran proporcionar medias altas, máxima heterosis interpoblacional, y altas ganancias en la selección recíproca recurrente.

Márquez (1989) hace un análisis teórico de la heterosis que resulta al cruzar líneas hermanas o sublíneas derivadas de la misma cabeza de línea, en cuatro tipos de líneas endogámicas: autofecundadas, fraternales, mesofraternales, retrocruzadas. Discute su uso en la obtención de cruza trilineales en las que la cruza simple sea entre líneas hermanas. Con líneas autofecundadas la media de la cruza simple es siempre la misma, independientemente del nivel endogámico de las sublíneas y equivale al de una línea S1, en tanto que la heterosis se incrementa al aumentar la endogamia. Recomienda no usar líneas retrocruzadas para formar la cruza simple de una cruza trilineal pues la heterosis promedio es negativa. También hace mención que para calcular la heterosis es necesario hacerlo en términos probabilísticos, es decir, con base en la heterosis promedio que se obtiene al cruzar todas las sublíneas entre sí, considerando que no ha habido selección hasta el momento de derivarlas.

Falconer (1981) dice que los requisitos necesarios para que el fenómeno de la heterosis se pueda presentar, es la presencia de cierto grado de dominancia y diferencia de frecuencias génicas de los progenitores que se cruzan, esto lo pudo demostrar en una

forma teórica. También menciona que hay varias formas para medir la heterosis que muestran las  $F_1$  de sus parentales, siendo esto de importancia para el fitomejorador y tener una idea del incremento que se tiene por cruzar parentales y observar su progenie donde se manifiesta el vigor híbrido.

Larios *et al.* (1988) en ejemplo referido sobre la heterosis encontraron en cruzas dialélicas, genotipos ( $F_1$ ) con una heterosis hasta del 277 por ciento, respecto al mejor progenitor, al evaluar aptitudes combinatorias y predicción de híbridos de maíz.

Larios (1992) al final, en estudios de ACG y ACE lo que se pretende es encontrar tantos progenitores con una ACG alta y cruzas  $F_1$  que muestren una heterosis superior a sus parentales en la mayoría de las características que se estudian, factor que viene a incrementar la productividad y una vez encontradas estas diferencias en las  $F_1$ , se mantengan cada vez que hagan los cruzamientos con los mismos parentales.

### **Cruzas Dialélicas**

Márquez (1989) una de las tendencias actuales en maíz, para hacer frente al bajo rendimiento que se obtiene al producir semilla de cruzas simples tratando de aprovechar al máximo la heterosis que en éste tipo de cruzas se produce, es hacer cruzas trilineales usando a dos líneas hermanas para obtener la craza simple hembra. La ventaja de esto es que la craza simple rinde más que cualquiera de sus líneas, pero como

desventaja es que en la cruce trilineal hay menos heterosis que en cualquiera de las dos cruces simples obtenidas entre cada línea hermana con la tercera, no emparentada.

Griffing (1956) las cruces dialélicas son todos los cruzamientos posibles, entre un grupo de líneas, variedades, razas, etc; y son utilizadas en el mejoramiento para determinar la habilidad combinatoria, es decir para determinar la capacidad productiva del cruzamiento entre estirpes diferentes. Chávez (1987), existen métodos para el análisis dialélico en el ciclo de los efectos de la ACG y ACE como el de Jenkins (1934), pero se considera que el diseño cuatro de Griffing (1956) bajo el modelo uno fijo es mejor, por que toma en cuenta más factores, en cambio el de Jenkins (1934) sólo considera la desviación de la media de rendimiento de cada una de las líneas con respecto a la media general. Presentación del diseño.

$$ACG = g_i = \frac{p(X_i) - 2x_{..}}{p(p-2)}$$

donde:

ACG= aptitud combinatoria general

p= numero de progenitores

$X_i$ = sumatoria de las cruces donde interviene la línea i

$x_{..}$ = gran total

La ACE; se calcula de la siguiente manera:

$$ACE = S_{ij} = X_{ij} = \frac{(X_i + X_j)}{(p-2)} + \frac{2x_{..}}{(p-1)(p-2)}$$

donde:

ACE= aptitud combinatoria específica

$X_{ij}$ = rendimiento de la craza específica

$X_i$ = sumatoria de las cruzas donde interviene el progenitor hembra

$X_j$ = sumatoria de las cruzas donde interviene el progenitor macho

$X_{..}$ = gran total

$p$ = número de progenitores

Larios (1992) considera que las cruzas simples pudiesen poseer dos mecanismos de estabilidad: uno, plasticidad fenotípica y el otro la heterocigosidad, mientras que las cruzas dobles pueden poseer estos dos mecanismos y además heterogeneidad en grados variables que las hacen más estables.

Sprage y Tatum (1942) mencionan que pruebas de cruzas simples, son más satisfactorias cuando su propósito principal es determinar las más promisorias combinaciones específicas. Tales pruebas también revelan diferencias de habilidad combinatoria general, pero la mayor eliminación sobre las bases pueden ser hechas más económicamente con pruebas de Top-cross.

### **Habilidad Combinatoria General y Específica**

Falconer (1981) la prueba de aptitud combinatoria general puede hacerse en cualquier grado de endogamia de las líneas, llamándose "prueba temprana" cuando las

líneas tienen de 0 a 2 ó 3 generaciones de autofecundación, es decir líneas  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ .

En la prueba de mestizos de líneas  $A_0$  es frecuente que el probador sea la propia variedad progenitora de las líneas. En éste caso cada planta de la variedad original que se autofecunda (línea  $A_1$ ) se cruza al azar con un cierto número de plantas de la propia población original. El mestizo de cada línea  $A_0$  se forma con la mezcla mecánica igual número de semillas de las cruzas de cada planta autofecundada.

La prueba de "líneas *per-se*" consiste en probar a las líneas como tales sin necesidad de formar mestizos. Con ello se prueba directamente su dotación genética aditiva.

Aunque la selección para aptitud combinatoria general se usa ampliamente en el fitomejoramiento y se ha probado en forma considerable su éxito, quizá todavía no esté del todo claro por qué se le prefiere en lugar de la selección sin endogamia, ésta realizada ya sea como selección individual o como selección familiar. Puesto que la variación de la aptitud combinatoria general se atribuye a la varianza aditiva presente en la población de la cual se derivaron las líneas. la selección debería ser efectiva sin endogamia.

Sprague (1939) encontró que 10 plantas eran suficientes para representar la capacidad que tiene un probador lo cual permite que se pueda medir en una forma

eficiente la aptitud combinatoria general para rendimiento de líneas autofecundadas de maíz.

Genter y Alexander (1965) estudiaron muestras de 5 a 24 plantas de maíz de variedades probadoras; habiendo encontrado heterogeneidad entre las varianzas de los distintos tamaños de muestra, concluyeron que se necesita un gran número de plantas para representar un probador de la aptitud combinatoria general para rendimiento de plantas  $A_0$  o líneas de pocas autofecundaciones.

Lonquist (1968) estudió el comportamiento de 169 líneas en prueba *per-se* y en mestizos convencionales usando la variedad original como probador; encontró que la población formada con líneas seleccionadas en base a la prueba de mestizos, superó en rendimiento en 11 por ciento a la población formada con líneas seleccionadas mediante la prueba *per-se*, esta prueba se realizó con el fin de evaluar la aptitud combinatoria general.

Kambal y Webster (1965) expresan que la ACG es más importante que la ACE, en materiales sin selección previa, mientras que la ACE es de más importancia en líneas seleccionadas por ACG. Estos investigadores encontraron que para rendimiento, peso de semilla, altura de planta y días a floración, casi todas las varianzas estimadas de ACG y de ACE, eran significativamente mayores, que cero; de estos resultados concluyeron que la ACG era relativamente más importante que la ACE y que los efectos de ACG eran más estables en años que los de ACE.

Mendoza (1988) menciona que la selección de las líneas progenitoras de híbridos normalmente se basa en evaluaciones de su aptitud combinatoria general (ACG), la cual a su vez puede estimarse mediante la prueba de líneas *per se*.

Del Campo y Molina (1982) trabajaron en tres grupos de cruzas dialélicas entre variedades de maíz, denominados, Precoz, Intermedio y Pabellón, éstos se evaluaron para rendimiento en cinco localidades de la región norte-centro de México. Estimaron la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) (método dos de Griffin), así como los componentes de heterosis varietal y específica en cada grupo (Gardner y Eberhart, 1966). En este estudio encontraron que las variedades de las razas Bolita y Cónico Norteco, tuvieron los efectos de ACG más altos en los grupos Precoz y Pabellón. En el grupo intermedio, una variedad de la raza Chalqueño exhibió los efectos de ACG más altos. En general aquellas cruzas intervarietales que mostraron efectos de ACE más altos incluyeron al menos un progenitor de alta ACG. Se observó una gran coincidencia entre los efectos ACG y ACE con la heterosis varietal los primeros y con la específica los segundos, habiendo sido mejor la coincidencia entre ACE y heterosis específica. El grupo de variedades precoces mostró un grado de estabilidad mayor que los otros grupos.

Borrego (1986) propone un método visual para la obtención de líneas, ya que en combinaciones híbridas, el comportamiento de las líneas *per-se* no permite una medida adecuada de su valor.



Márquez (1988) menciona que al determinar la ACG y la ACE de las líneas puras, en éstas lo que obtenemos, son los gametos que se producen por las líneas homocigotas, mientras que cuando estas líneas no son puras, lo que obtenemos en la ACG y ACE es un promedio, ya que puede considerarse a cada progenitor como una mezcla de líneas homocigotas, ya que los progenitores producen diferentes gametos en sus locis.

De León (1987) concluyó que la habilidad combinatoria se hereda a sus descendientes, al determinar efectos de ACG en familias de hermanos completos de maíz, así también como en líneas S2 derivadas de estas familias.

Sprague y Tatum (1942) los métodos modernos de mejoramiento en maíz implican el aislamiento de líneas comercialmente aceptables y su evaluación en híbridos. El término de ACG es usado para designar el promedio de desarrollo de una línea en combinaciones híbridas. Investigadores han reportado sobre la correlación entre varios caracteres morfológicos de los progenitores autofecundados y la habilidad de producción de sus híbridos resultantes. De dichos trabajos hasta ahora ninguno ha proporcionado una evaluación de relativa importancia de la habilidad combinatoria general y específica. El término de la "habilidad combinatoria específica" es usado para designar aquellos casos en los cuales ciertas combinaciones son relativamente mejores o peores que lo esperado en base al promedio de capacidad de líneas involucradas. La ACE puede resultar de diferentes causas, tal como segregación mendeliana y recombinación, clasificación incorrecta, y varios tipos de factores interactuando.

En términos generales y resumiendo, estos autores califican a la ACG como el comportamiento medio de una línea en combinaciones híbridas, cuantificándose los efectos genéticos aditivos; y la ACE como un comportamiento de una línea determinada para con una craza específica, o sea que es la cuantificación de genes con acción dominante.

Hernández y Molina (1980) del potencial de los progenitores dependen el mayor de los casos, si un programa de mejoramiento genético tiene éxito. El estudio de éstos requiere de muchos años de investigación, para su identificación sobresaliente, pero para poder detectar los mejores progenitores, la ACG surge como una opción o alternativa de evaluación más rápida.

### **Prepotencia (AC)**

Para el fitomejorador es de sumo interés el de seleccionar en forma muy eficiente sus materiales en estudio, y poder realizar cruzamientos, para evaluar la productividad de los mismos, mediante combinaciones de cruzas simples y dobles. Hay líneas que combinan muy bien con otras y dan como resultado progenies híbridos de alta potencialidad. La aptitud combinatoria se conoce, cuando una línea tiene la capacidad de transmitir efectos positivos a su progenie híbrida.

Sprague y Tatum (1942) utilizaron el término de aptitud combinatoria (AC) señalando los casos en que determinadas combinaciones, son mejores o peores que lo esperado, de acuerdo al promedio de rendimiento de las líneas.

Allard (1980) menciona que la prepotencia es la facultad o aptitud que tiene un individuo, para transmitir características a su progenie.

Ortega (1990) dice que el poder estimar la prepotencia o aptitud combinatoria en cruza simples, es de suma importancia, ya que son progenitoras de los híbridos dobles los cuales se cultivan en gran escala en nuestro país.

De León y Reyes (1991) hacen saber que no basta el conocer los efectos de ACG y ACE de las líneas, necesarias en la formación de los híbridos, si no que proponen que es de gran importancia la estimación de la AC (prepotencias) en las cruza simples, ya que son progenitoras de los híbridos dobles, utilizados en su mayoría en México.

### **Predicciones**

En la actualidad es posible predecir cruza triples (CT) y cruza dobles (CD), esto se puede obtener tomando en cuenta el comportamiento promedio del rendimiento que es el de mayor importancia y de otras características de las cruza simples de progenitores, así como la AC que juega un papel de importancia en dichas predicciones.

López (1976) para la predicción de CT y CD, en cuanto a rendimiento y demás características agronómicas, utilizó un cuadro de cruzas dialélicas el cual es un método que facilita dicha labor, que es de mucha confiabilidad y no presenta un manejo complicado.

Bauer (1978) a su vez menciona que los componentes, tanto como de habilidad combinatoria general, que se considera como un efecto medio y la habilidad combinatoria específica que es una interacción, son elementos importantes en la formación de cada progenie y opina también que con la base de la ACG, puede ser predicha la formación de una progenie, cuando el cuadrado medio de la ACE no es significativo.

Otsuka *et al.* (1972) encontraron que de acuerdo a los métodos propuestos por Jenkins (1934) para las predicciones el B y C mostraron diferencias mínimas, y recomiendan el desarrollo de cruzas simples apropiadas y predecir todas las CD y CT de interés, utilizando el método B ya que con éste se obtiene una predicción óptima y de mayor eficiencia.

Jugenheiner (1984) nos habla, en lo que respecta a la predicción de híbridos de cruzas dobles de una eficiencia relativa que se puede obtener mediante cuatro métodos, propuestos por Jenkins (1934) siendo el B el mejor ya que cuenta con una base genética

de más firmeza y proporciona información sobre el desempeño de las tres posibles combinaciones de cruza dobles que incluyan cuatro líneas puras.

En la predicción del comportamiento de los cruzamientos dobles Jenkins (1931) presentó los primeros estudios. Utilizó 11 líneas y obtuvo datos sobre: (1) cruzamientos líneas X variedad para éstas líneas; (2) 53 de los posibles cruzamientos dobles. Con estos datos utilizó cuatro métodos de predicción para contrastar la eficiencia relativa y son los siguientes:

- a) Tomó como valor de predicción de rendimiento el comportamiento promedio de los cruzamientos simples posibles que se forman entre un grupo de cuatro líneas que intervienen en la cruce doble.
- b) Utiliza el comportamiento promedio de los cuatro cruzamientos simples no paternos, es decir aquellas que no intervienen como progenitores de la cruce doble, este método se puede expresar como sigue:

$$(AXB) \times (CXD) = \frac{(AXC)+(AXD)+(BXC)+BXD}{4}$$

- c) Esto se predice mediante el comportamiento promedio del grupo de cuatro líneas en una serie de cruzamientos simples. Esto es, se toman las medias de todas las cruza simples de cada línea obtenida en el dialélico.

d) Se obtiene mediante el comportamiento promedio del grupo de cuatro líneas en cruzamiento línea por probador.

Describe que en base al estudio realizado los métodos a, b, c, son poco diferentes entre sí, y el método d, proveyó la estimación más pobre de los cuatro. Los métodos a, c, y d, asumen acción génica aditiva. El método b, permite el reconocimiento de los efectos no aditivos que surgen de la dominancia, la epistasis, etc. También nos dice que las correlaciones entre predicción y observación son algo más altas con el método b, que con cualquiera de los otros usados; así Sprague (1955) menciona que este método es el cualquiera de los otros, de máxima efectividad ya usados, que ha sido comprobado por diversos investigadores.

Lugo (1993) realizó la predicción de híbridos en base a la prepotencia de rendimiento de las cruzas simples. Menciona que el desempeño de las cruzas dobles, está en función directa en gran parte de los efectos aditivos de sus progenitores y en menor grado de los efectos no aditivos, propios de las cruzas simples involucradas en los cruzamientos, ya que en general cruzas simples con buena prepotencia, generaron híbridos dobles buenos y cruzas simples con prepotencia baja, formaron híbridos dobles pobres.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

El material que sirve de base para esta investigación son los progenitores de los híbridos dobles, los cuales están constituidos por 18 líneas élite con diferentes niveles de endogamia ( $S_3$  a  $S_7$ ), siendo originadas de poblaciones de maíz representativas de regiones como Trópico Seco, Trópico Húmedo y Bajío.

Durante el ciclo 1986-1987 en Tepalcingo, Morelos, se formaron todas las cruza simples posibles  $n(n-1)/2$ , haciendo un total de 153,. en 1988-1989, se formaron las cruza dobles entre las cruza simples que coincidieran en floración obteniéndose un total de 502 híbridos .

En el Cuadro 3.1 se detallan las genealogías de las líneas y cruza simples, que son utilizadas en la formación de híbridos dobles (HD), así como los testigos utilizados para este estudio.

#### **Areas de Estudio**

Para selección y evaluación de los híbridos dobles así como las características agronómicas, se requiere probar a través de diversos ambientes, por tal razón, este trabajo se evaluó en las localidades según lo muestra el Cuadro 3.2:

**Cuadro 3.1. Dialélico utilizado a partir de 18 líneas élite formadoras de 153 CS y progenitores de los HD.**

Genealogías	Ambientes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q
A) 351-296-1-6	T. Húmedo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
B) 232-10-11-1-	Bajío	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C) STSC <sub>1</sub> 26-2-1-2-1	T. Seco	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D) 43-36-2-3-2	T. Húmedo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
E) 353-173-5-1	Bajío	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
F) V524-85-1-2	T. Húmedo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
G) V524-158-2-6	T. Húmedo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
H) P001 24 HC37-2-1	T. Húmedo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
I) AN <sub>2</sub> R27-5-1	Bajío T. Seco	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
J) 353-172-2-2	T. Húmedo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
K) AN90	T. Seco	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
L) AN60-2	T. Seco	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
M) V524-223-1-7	T. Húmedo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
N) AN7	T. Seco	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ñ) AN12	Bajío	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
O) 255-18-19	Bajío	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
P) 252	Bajío	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Q) AN24	T. Seco	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Testigos utilizados en los tres ambientes (Atoyac, Jal. Celaya, Gto., Torreón, Coah).

B-830

B-840

B-850

B-810

AN-447



- 1) Atoyac, Jalisco
- 2) Celaya, Guanajuato
- 3) Torreón, Coahuila

**Cuadro 3.2. Características climáticas y ubicación geográfica de las localidades en estudio.**

Localidad	Altura (msnm)	Latitud Norte	Latitud Oeste	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
1) Atoyac, Jal.	1600	20°00'	102°31'	681.5	20.9
2) Celaya, Gto.	1800	20°31'	100°49'	683.0	18.8
3) Torreón, Coah.	1137	25°32'	103°21'	271.5	22.6

### Manejo del Experimento

Las particularidades de evaluación para cada parcela experimental son las siguientes:

- El experimento fue conducido bajo condiciones de riego para dichas localidades.
- Se trabajó con un total de 21 plantas por surco.
- La distancia entre plantas y surco fue variable por localidad; sin embargo en cada una de ellas fue la adecuada para obtener una población de 60, 000 plantas/ha.
- En lo que respecta a las labores primarias y secundarias, éstas se realizaron en su forma tradicional.

- Las siembras se realizaron a tierra venida, utilizando hilos, alambres, estacas y sembradores manuales depositando dos semillas por golpe, para que después se hiciera un aclareo respectivo.
- La fertilización se efectuó aplicando un 50 por ciento de nitrógeno y 100 por ciento de fósforo al inicio de la siembra, y la segunda aplicación de nitrógeno restante (50 por ciento) se efectuó en el primer cultivo.
- El número de riegos estuvieron sujetos de acuerdo a la precipitación por regiones y éstos en su caso fueron aplicados en base a las necesidades del cultivo.

En todo lo que comprende el manejo agronómico del cultivo y para todas sus demás actividades correspondientes durante su desarrollo, como son también el control de malezas, enfermedades e insectos, se procuró que todas se aplicaran en forma oportuna y lo más eficiente posible.

### **Caracteres Medidos en este Estudio**

Es sabido que un aspecto importante es el de incrementar la producción por unidad de superficie, y por lo tanto al hacer investigación, debemos observar las poblaciones con que se trabaje. Las características fenotípicas manifestadas en el desarrollo de una planta son básicas, por lo consiguiente, para este estudio se consideran las siguientes variables.

### **Altura de Planta**

Es la altura expresada en centímetros tomada desde el nivel del suelo hasta el primer nudo o base de la espiga.

### **Altura de Mazorca**

Se refiere a la distancia que existe desde la base de la planta y el nudo donde se encuentra insertada la mazorca principal y es expresada en centímetros.

### **Acame de Raíz**

Es una característica que se determina cuando la planta presenta un ángulo de inclinación mayor de  $30^\circ$  con respecto a su vertical y es expresada en por ciento con relación al total de plantas por parcela.

### **Acame de Tallo**

Se considera cuando la planta presenta su tallo quebrado por debajo de la mazorca y éste expresa en por ciento con relación al total de mazorcas cosechadas.

### **Mazorcas Podridas**

Esto es determinado en aquellas mazorcas que presentan más del 10 por ciento de pudrición y también es expresada en porcentaje con relación al total de mazorcas cosechadas.

### **Mala Cobertura**

Es una característica tomada cuando la mazorca presenta mala cobertura y se determina cuando la hoja o totomoxtle no cubre totalmente la mazorca quedando descubierta la punta.

Se expresa en por ciento en relación al total de mazorcas cosechadas dentro de la parcela útil.

### **Peso de Campo**

Es el peso del total de mazorcas cosechadas por parcela y el dato se expresa en kilogramos.

### **Número de Mazorcas Cosechadas**

Es el total de mazorcas obtenidas de las plantas cosechadas dentro de la parcela útil.

### **Rendimiento**

Este dato es determinado utilizando muestra representativa de grano (250 g) de cada parcela a la cual se le determina su humedad. Para estimar el rendimiento de mazorcas en toneladas por hectárea al 15.5 por ciento de humedad de cada tratamiento es preciso calcular el por ciento de materia seca:  $MS = 100 - \% \text{ de humedad}$ .

En seguida se calcula el peso seco que es igual:

P.S= peso de campo x porcentaje de materia seca

Posteriormente se calcula el factor de conversión para expresarlo en toneladas por hectárea, éste fue obtenido de la siguiente manera:

donde:

$$F_c = \frac{10,000 \text{ m}^2}{APU \times (0.845)} \times 100$$

$F_c$  = factor para convertir a toneladas por hectárea de mazorca al 15.5 por ciento de humedad.

Rendimiento = peso seco x factor de conversión.

10,000 m<sup>2</sup> = equivalencia de una hectárea en metros cuadrados.

APU = área de parcela útil. Proviene de multiplicar la distancia entre surcos por la separación entre plantas y por un número perfecto de plantas por parcela.

0.845 = es constante para obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea al 15.5 por ciento de humedad.

1000 = coeficiente para obtener el rendimiento en toneladas por hectárea.

Los datos expresados en por ciento para cada variable tienen una distribución binomial en vez de una normal, para esto fue necesario transformarlos en arco seno por medio de la fórmula siguiente:

$$\text{Arco Seno } X/100 + .005$$

donde:

$X$  = porcentaje de cada dato (Little y Hills, 1978).

### **Análisis Estadístico**

El trabajo de investigación se constituyó en 10 experimentos por localidad, cada uno tuvo dos repeticiones con 50 tratamientos incluyendo los testigos, excepto el décimo que constó de 52 tratamientos.

#### **Análisis Individual**

Recopilada la información o los datos de campo para cada variable (altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, mazorcas podridas, mala cobertura y rendimiento), se procedió a realizar un análisis de varianza individual para cada una de ellas, por experimento y localidades de estudio.

El diseño utilizado para el análisis de varianza bloques al azar se detalla en el Cuadro 3.3, cuyo modelo estadístico está expresado como sigue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$  = observación del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $i$ -ésima repetición.

$\mu$  = media general del experimento

$\alpha_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto de la  $j$ -ésima repetición

$\epsilon_{ij}$  = efecto de la interacción del tratamiento "i" en repetición "j" que es el equivalente al error experimental.

$i = 1, 2, \dots, t$  (tratamiento)

$j = 1, 2, \dots, r$  (repeticiones)

**Cuadro 3.3. Formato de análisis de varianza individual para una distribución de bloques al azar.**

Fuente de Variación	gl	S.C.	C.M.	F.C.
Tratamientos	t-1	$Y_i.^2/r - Y_{..}^2/rt$	$\frac{SC_t}{gl_t}$	$\frac{CM_t}{CM_{\epsilon\epsilon}}$
Repeticiones	r-1	$Y_{.j}^2/t - Y_{..}^2/rt$	$\frac{SC_r}{gl_r}$	$\frac{CM_r}{CM_{\epsilon\epsilon}}$
Error Experimental	(t-1)(r-1)	SCT-SCt-SCR	$\frac{SC_{\epsilon\epsilon}}{gl_{\epsilon\epsilon}}$	
Total	rt-1	$Y_{ij}^2 - Y_{..}^2/rt$		

t= tratamiento; r= repeticiones; l= localidades

### Análisis de Varianza Combinado

Una vez obtenido el análisis individual por experimento y localidad, se procedió a realizar el análisis de varianza combinado para cada una de las variables. Esto es

importante para conocer el comportamiento de los materiales y hacer más eficiente la selección; el modelo utilizado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j(k) + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = observación del i-ésimo tratamiento dentro de la j-ésima repetición en la k-ésima localidad

$\mu$  = efecto de la media general del experimento

$\alpha_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j(k)$  = efecto de la j-ésima repetición anidada en la k-ésima localidad.

$\gamma_k$  = efecto de la k-ésima localidad

$(\alpha\gamma)_{ik}$  = efecto del i-ésimo tratamiento por la k-ésima localidad.

$\varepsilon_{ijk}$  = efecto del error experimental

$i = 1, 2, \dots, t$  (tratamiento)

$j = 1, 2, \dots, r$  (repeticiones)

$k = 1, 2, \dots, l$  (localidades)

El formato del análisis de varianza combinado se encuentra en el Cuadro 3.4.



Cuadro 3.4. Formato para el análisis de varianza combinado bajo diseño de bloques al azar.

Fuentes de Variación	Grado de Libertad	S.C.	CM	FC
Localidades	$\ell - 1$	$\Sigma Y_{..} k^2 / rt - Fc$	$\frac{SCL}{GL\ell}$	$\frac{CML}{CM\epsilon\epsilon}$
Rep/Loc.	$(r-1)\ell$	$\Sigma\Sigma Y_{.jk}^2 / t - \Sigma Y_{..} k^2 / rt$	$\frac{SCR/\ell}{GLr/\ell}$	$\frac{CMr/\ell}{CM\epsilon\epsilon}$
Tratamientos	$t - 1$	$\Sigma Y_{i.} .^2 / r\ell - Fc$	$\frac{SCT}{GLt}$	$\frac{CMT}{CM\epsilon\epsilon}$
Trat X Loc.	$(t-1)(\ell-1)$	$\Sigma\Sigma Y_{i.} k^2 / r - Fc - SCT - SC\ell$	$\frac{SCTx\ell}{GLx\ell}$	$\frac{CMTx\ell}{CM\epsilon\epsilon}$
Error Experimental	$(t-1)(r-1)\ell$	$SCTOT - SCT - SC\ell - SCR/\ell - SC$	$\frac{SC\epsilon\epsilon}{GLE\epsilon}$	
Total	$tr\ell - 1$	$\Sigma\Sigma Y_{ijk}^2 - Fc$		

t = tratamiento

r = repeticiones

$\ell$  = localidades

## Comparación de Medias

Para el análisis de varianza combinado en caso de encontrarse diferencias entre las medias de los tratamientos, se utilizará la prueba DMS (diferencia mínima significativa), el nivel de significancia adecuado la cual se describe a continuación:

$$DMS = t_{\alpha/2gl_{\epsilon\epsilon}} \sqrt{\frac{2CM_{\epsilon\epsilon}}{Tl}}$$

donde:

$t_{\alpha}$  = valor de la tabla t Student al nivel de significancia deseado

$2gl_{\epsilon\epsilon}$  = grados de libertad del error experimental

$CM_{\epsilon\epsilon}$  = cuadrado medio del error experimental

$T$  = repeticiones

$l$  = localidades

## Estimación de Prepotencia

Una característica de importancia, también estimada en base al rendimiento, es la prepotencia o aptitud combinatoria. Esta es muy útil ya que las líneas con el comportamiento mostrado a través de sus cruzas nos permite determinar este parámetro.

A la prepotencia de una línea se le considera como todo aquello que hereda a sus descendientes híbridos, por lo tanto ésta depende del comportamiento promedio que tenga a través de sus cruzas.

Fórmula para estimar la prepotencia:

$$PP = \frac{\sum xi}{N}$$

donde:

PP = prepotencia por estimar en cada material

$\sum xi$  = sumatoria de todas las cruzas dobles donde interviene la i-ésima cruza simple

N = es el número de veces en que participa o interviene la cruza simple

Es importante hacer mención que las cruzas simples (CS.) que muestren una prepotencia mayor o promedio más altos en comparación con las demás cruzas utilizadas en los tres ambientes serán las mejores. Así la AC de las cruzas simples, permite identificar a las de mejor potencial que son las progenitoras de los híbridos dobles más sobresalientes.

### **Heterosis Útil**

La heterosis útil ha sido designada como un parámetro, para observar la superioridad o inferioridad de una cruza sobre sus progenitores. La heterosis, se ha manejado también como vigor híbrido, el cual se define como el incremento en tamaño,

la capacidad reproductora y potencial de producción de una progenie, con respecto al promedio de sus progenitores.

Para determinar dichos rangos heteróticos (+ -) en los híbridos dobles, y con relación al testigo, promediado a través de los ambientes, se calculó como sigue:

$$Hu = \frac{F_1 - VC}{VC} \times 100$$

donde:

$F_1$  = valor cuantitativo de una característica de la progenie  $F_1$  híbrido doble

VC = valor cuantitativo de la característica de la variedad comercial

### **Predicción de Híbridos Dobles**

De acuerdo al comportamiento de la prepotencia de las cruza simples, la predicción de los híbridos, en este caso los dobles se puede determinar como el promedio de las prepotencias de las cruza simples que formaran el nuevo híbrido doble.

## **IV. RESULTADOS**

Los resultados de este trabajo se presentan para cada localidad y a través de las mismas (combinado), tomando en cuenta los objetivos e hipótesis planteadas.

### **Análisis Individual**

Se realizaron análisis de varianza individual en cada uno de los experimentos (10 por localidad), para cada ambiente, en todas las características agronómicas evaluadas.

Es de importancia este análisis ya que nos permite observar el comportamiento de los materiales en cada localidad y determinan si hay diferencia estadística para los híbridos en evaluación.

En el Cuadro 4.1 se observan los resultados de los cuadrados medios de los análisis de varianza individual para la característica rendimiento, en la evaluación de los híbridos dobles para las localidades de Atoyac, Jal., Celaya, Gto., y Torreón, Coah.

**Cuadro 4.1. Resultados obtenidos de los cuadrados medios para el análisis de varianza individual en bloques al azar de la característica rendimiento, en la evaluación de híbridos dobles en las localidades de Atoyac, Jal., Torreón, Coah. y Celaya, Gto.**

ATOYAC, JALISCO

F.V. Exp.	CM <sub>R</sub>	CM <sub>t</sub>	CM <sub>EE</sub>	$\bar{X}$	CV(%)	Rango
1	9.63 *	3.00 NS	2.08	10.637	13.91	13.379-8.003
2	0.10 NS	2.99 **	1.30	11.053	10.31	13.555-8.778
3	0.16 NS	2.69 *	1.24	9.585	11.62	12.685-6.649
4	0.58 NS	2.77 NS	2.28	9.965	15.15	12.879-7.574
5	0.02 NS	3.63 *	2.26	11.093	13.55	14.325-6.859
6	0.12 NS	3.48 NS	2.32	11.443	13.30	14.517-8.557
7	3.59 NS	1.47 NS	1.52	10.254	11.52	12.578-8.409
8	0.01 NS	2.62 *	1.59	9.737	12.94	11.904-7.487
9	0.16 NS	5.78 **	2.00	10.677	13.27	14.264-6.196
10	2.65 NS	6.79 **	2.11	10.889	13.33	13.773-4.943

TORREON, COAHUILA

1	4.04 NS	6.97 **	1.42	8.08	14.74	12.702-4.463
2	1.77 NS	6.67 **	1.95	7.455	18.73	11.917-4.322
3	9.53 NS	4.48 NS	3.31	6.472	27.29	9.752-3.450
4	22.31 *	4.53 NS	3.433	8.220	22.54	11.918-5.052
5	15.27 NS	4.16 NS	4.01	7.510	26.66	11.299-4.544
6	0.041 NS	5.722 NS	3.522	8.723	21.51	12.767-4.687
7	0.55 NS	4.012 NS	5.736	8.171	29.31	11.323-3.851
8	2.54 NS	10.26 **	3.080	7.101	24.71	11.345-2.241
9	0.63 NS	5.36 *	2.99	6.508	26.27	10.752-4.088
10	8.03 NS	12.72 **	2.06	7.958	18.05	12.880-2.790

CELAYA, GUANAJUATO

1	31.65 **	11.258 **	2.552	16.819	9.50	22.09 -10.439
2	3.811 NS	8.78 *	4.14	15.399	13.21	19.933-11.511
3	12.24 *	6.724 *	2.96	16.402	10.49	21.472-11.414
4	5.86 NS	9.12 **	2.07	16.615	8.66	23.109-10.987
5	16.64 *	8.45 **	2.54	16.525	9.64	23.256-10.378
6	17.81 *	6.90 *	3.14	17.155	10.34	20.459-10.993
7	2.53 NS	9.52 **	2.36	16.774	9.16	22.893-12.472
8	2.13 NS	9.44 **	3.48	17.276	10.80	22.449-13.343
9	24.28 *	10.13 **	4.10	16.393	12.36	21.233-11.867
10	1.04 NS	13.59 **	4.78	17.616	12.41	22.251-10.570

\*, \*\*, NS, Significativo al nivel de 0.05%, 0.01% y no significativo respectivamente.

Dicho análisis muestra que en la fuente de variación repeticiones, no se tuvieron diferencias estadísticas en la mayoría de los experimentos para las tres localidades, lo cual sugiere que se tuvo un ambiente homogéneo en los bloques. Sólo existen diferencias estadísticas al nivel de .05 de probabilidad en los experimentos 1, de Atoyac, Jal; en 3, 5, 6 y 9, de Celaya, Gto., en el 4 de Torreón, Coahuila, y significancia al 0.01 de probabilidad en el ensayo 1 de Celaya, Gto., infiriéndose que el bloqueo actuó efectivamente en esos experimentos.

Para la fuente de variación tratamientos, se tuvieron diferencias significativas al 0.05 y 0.01 presentándose en seis experimentos (localidad Atoyac, Jal.), en cinco (localidad Torreón, Coahuila), y en todos (localidad Celaya, Gto.) lo que indica que existe diferencia entre los materiales evaluados, y la variabilidad mostrada es debido a que genéticamente son diferentes.

En lo que respecta a las medias para las tres localidades, éstas muestran rangos desde 23.56 y 2.241 ton/ha, notándose que son bastante amplios observándose la alta variabilidad de los genotipos en evaluación.

Respecto a los coeficientes de variación para las tres localidades éstos muestran valores aceptables lo cual quiere decir que se tiene confiabilidad en los datos y que los experimentos fueron conducidos o trabajados eficientemente.

Para este análisis individual en los tres ambientes se discutió la variable de rendimiento por ser la más importante y observar el comportamiento de los materiales. Para el resto de las características, se anexan los análisis de varianza los Cuadros A.1, A.2, A.3, que muestran un comportamiento normal, y posteriormente serán discutidos o interpretados sus resultados en el análisis combinado.

### **Análisis Combinado**

Referente a los cuadrados medios para localidades (CML) y en lo que respecta a las siete variables, los experimentos mostraron alta significancia al 0.01, para rendimiento, altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo y mazorcas podridas, observándose sólo un caso no significativo para mala cobertura (Cuadros 4.2, A.4, A.5, A.6, A.7, A.8 y A.9) respectivamente. Esto quiere decir que la alta significancia en el CML, éstas son diferentes entre si, lo cual se refleja en los materiales evaluados, debido a condiciones ambientales y ubicación geográfica.

En el análisis de varianza combinado, en forma general para los tratamientos, se observan significancia y alta significancia en los cuadrados medios en los 10 experimentos de cada variable analizada. Para rendimiento y altura de planta, se encontraron en primer término, diferencias entre tratamientos al 0.01 en su mayoría, un solo caso al 0.05, y no significancia en dos experimentos para el segundo; (Cuadros 4.2 y A.4). Para altura de mazorca y acame de raíz existe significancia a los dos niveles



**Cuadro 4.2. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados para rendimiento de 10 experimentos, para la evaluación de híbridos a través de tres ambientes.**

F.V. Experimentos	CM <sub>L</sub>	CM <sub>t</sub>	CM <sub>Lx<sub>t</sub></sub>	CM <sub>ε</sub>	CV (%)
1	2545.69 **	16.78 **	6.35 **	2.18	10.61
2	1582.57 **	10.167**	4.13 **	2.464	13.89
3	2373.11 **	3.70 *	4.95 **	2.60	14.69
4	1962.33 **	9.35 **	4.20 *	2.59	13.88
5	2060.08 **	8.92 **	3.65 *	2.94	14.16
6	2014.72 **	5.27 **	4.93 **	3.16	15.16
7	1852.08 **	6.57 **	4.77 **	2.99	13.91
8	2788.67 **	9.83 **	6.25 **	2.72	14.49
9	2425.67 **	10.24 **	5.66 **	3.03	15.53
10	2550.05 **	21.14 **	5.98 **	2.98	14.21

\*, \*\*, Significancia al nivel de 0.5% y 0.01% de probabilidad

usuales, no significancia para dos y cinco experimentos respectivamente, (Cuadros A.5, A.6.). Para el caso de acame de tallo encontramos que existe significancia al 0.05 y 0.01, y en sólo un experimento no hubo significancia (Cuadro A.7).

En cuanto a los cuadrados medios mazorcas podridas, existen tres grupos no significativos y para el resto hay significancia en ambos niveles (Cuadro A.8.), y así mismo en la variable de mala cobertura los experimentos en su totalidad, cuentan con una alta significancia (Cuadro A.9.). Resumiendo de los 70 cuadrados medios para tratamientos, 13 son no significativos, seis significativos, y 50 altamente significativos, lo que refleja una diferencia de los materiales evaluados.

En los cuadrados medios localidad por tratamiento (interacción genotipo-ambiente), hubo significancia al 0.05 y 0.01 respectivamente en rendimiento y mala cobertura, dentro de los 10 grupos o experimentos evaluados, (Cuadros 4.2, A.9). Así mismo se tiene significancia de los dos niveles en seis experimentos de altura de planta, en ocho experimentos de altura de mazorca y acame de tallo, siendo el resto de los grupos no significativos (Cuadros, A.4, A.5, A.7).

En acame de raíz y mazorcas podridas, se presentó significancia al 0.05 y 0.01 en cuatro experimentos, y asimismo seis fueron no significativos en dichas variables, (Cuadros A.6 y A.8.).

En el análisis de varianza combinado efectuado en los 10 experimentos de cada variable (rendimiento-mala cobertura), se observa que el coeficiente de variación (CV) muestran diferentes rangos o valores porcentuales de las características en estudio. Estos porcentajes en los CV son bajos en lo que respecta a altura de planta, (Cuadro A.4.); intermedios en rendimiento y altura de mazorca, (Cuadros 4.2 A.5). En el resto de las demás variables (acame de raíz, acame de tallo, mazorcas podridas y mala cobertura), ocurrieron los porcentajes mas elevados (Cuadros A.6, A.7, A.8 y A.9).

Dentro de estas características notamos que los coeficientes de variación tienen rangos que van desde 5.15 por ciento hasta 68.55 por ciento, siendo los más aceptables los de rendimiento, altura de planta y mazorca, a través de los ambientes de prueba.

En el Cuadro 4.3 se presentan los resultados obtenidos para los 502 híbridos dobles (HD), con sus variables de estudio que van desde altura de planta hasta rendimiento. En cada característica se determinaron los valores para medias, máximos mínimos, rangos y DMS, así como el comportamiento del mejor testigo comercial.

Observando los valores máximos y mínimos en cada una de las características en estudio, se tienen diferencias en los mismos lo cual indica que hay o existe una gran variabilidad entre los híbridos dobles. Este registro nos indica que se tienen materiales de porte normal, con altura de mazorca aceptable y que arrojan un rendimiento que en cierta medida superan a la media. En lo que respecta a las características para acame de

04000

BANCO DE TESIS

**Cuadro 4.3. Resultados obtenidos de 502 cruzas dobles, en siete características medias, valores máximos, mínimos, DMS y mejor testigo.**

Característica	Media	Máx.	Mín.	Rango	DMS (0.05)	Testigo*
Alt. Pta. (cm)	236	271	186	85	7.30	259
Alt. Maz. (cm)	119	142	97	45	6.01	133
AC. Raíz (%)	5	22	0	22	0.58	6
AC. Ta. (%)	6	20	0	20	0.51	3
Maz. Pod. (%)	10	31	1	30	0.65	7
Mal. Cob. (%)	18	46	3	43	0.57	15
Rend. (ton/ha)	11.63	15.09	6.75	8.34	0.77	13.194

Alt. Pta. = Altura de Planta  
 Alt. Maz. = Altura de mazorca  
 AC. Raíz = Acame de Raíz  
 AC. Ta. = Acame de Tallo  
 Maz. Pod. = Mazorca Podrida  
 Mal. Cob. = Mala Cobertura  
 Rend. = Rendimiento

\* Testigo comercial de mayor rendimiento (B850)

raíz, acame de tallo, mazorcas podridas y mala cobertura, los genotipos muestran que en sus rangos numéricos éstos son aceptables o tuvieron un comportamiento normal, sólo en los casos de mazorcas podridas, y mala cobertura existen valores máximos de daños con medias del 10 por ciento y 18 por ciento respectivamente lo que nos hace suponer que principalmente se debió esto a efectos de tipo ambiental, o genético.

Referente a los rangos (diferencia entre valor máximo y mínimo), estos exhibieron valores en todas las características superiores a las de la diferencia mínima significativa (DMS, 0.05 por ciento), existieron rangos altos como en los casos de mazorcas podridas y mala cobertura, y los de menor porcentaje estuvieron en acame de raíz y acame de tallo.

Los valores mínimos en todas las características indican que éstos están por abajo de los mostrados por el mejor testigo (B850) lo que nos quiere decir que existen materiales (híbridos dobles) más precoces, y que en sus demás características tienen el mínimo porcentaje de daños.

Cabe hacer mención que de entre los híbridos dobles evaluados incluyendo los testigos comerciales, se pueden encontrar genotipos que presenten características positivas muy favorables pero que en rendimiento no son muy buenos o viceversa, y que para lo cual el fitomejorador según el estudio realizado, empleará un criterio de selección, como en nuestro caso donde son importantes todas las variables pero la de mayor interés es el rendimiento sin descuidar las demás características (Cuadro 4.3).

En la característica de rendimiento, los genotipos analizados, y tomando en cuenta los valores máximos obtenidos, en éstas se presentaron diferencias significativas al 0.5 por ciento en relación con el testigo. La DMS este caso tiene un valor de 0.77, y las diferencias encontradas entre el mejor híbrido doble y el mejor testigo fue de 1.894 ton/ha. Esta diferencia, más sin embargo es de importancia económica a nivel productivo por lo que se debe considerar o de tomar en cuenta (Cuadro 4.3).

De los materiales evaluados, que son en total 502 híbridos dobles, se observa que existe una gran variabilidad fenotípica en los mismos a través de las localidades de prueba, y en la variable rendimiento un grupo de 52 cruzas dobles fueron superiores numéricamente al mejor testigo comercial B850 y el resto que son 450 materiales quedaron por abajo del mismo, (Cuadro 4.4).

Analizado lo expresado por los materiales que fueron superiores al mejor testigo, es importante determinar el porcentaje de participación en cuanto a su origen geográfico de las líneas involucradas, en la obtención de los híbridos dobles. Se tiene que el 42 por ciento corresponden al trópico húmedo, el 20 por ciento al trópico seco, el 34 por ciento al bajío; y el dos por ciento al bajío trópico-seco. Esto quiere decir que según el porcentaje observado; las cruzas simples están formadas por germoplasmas

**Cuadro 4.4. Cruzas dobles seleccionadas por rendimiento, a través de tres ambientes con características agronómicas y heterosis útil (HU).**

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND	HU
13.4	1.16	248	129	5	3	4	13	15.088	14.35
13.4	16.2	257	133	19	3	10	10	14.86	12.62
13.11	16.2	250	114	18	4	10	12	14.763	11.89
1.5	4.2	237	115	6	5	9	22	14.757	11.84
13.2	16.2	243	120	1	3	4	15	14.593	10.6
11.5	4.2	271	119	4	3	9	28	14.319	8.52
16.2	5	255	130	13	0	7	27	14.284	8.26
10.2	18.14	243	127	0	1	6	8	14.257	8.05
8.4	16.2	243	116	7	3	6	23	14.063	6.58
2.3	13.1	246	120	5	1	8	13	14.033	6.35
16.14	5	257	131	8	4	6	22	14.024	6.29
16.2	4.16	250	139	6	2	12	24	14.015	6.22
11.16	4.9	243	120	0	3	7	34	13.945	5.69
13.9	17.6	232	116	7	2	4	13	13.939	5.64
4.18	1.16	232	108	10	2	16	26	13.921	5.51
1.16	4.11	237	123	3	5	11	21	13.877	5.18
16.2	8.17	246	124	11	9	11	13	13.876	5.17
13.18	4.9	234	122	6	1	7	19	13.875	5.16
11.18	16.2	259	134	12	2	12	40	13.868	5.11
12.16	4.11	245	129	0	5	4	17	13.85	4.97
18.2	8.4	249	122	4	2	10	30	13.724	4.02
16.2	4.1	248	120	2	8	6	14	13.721	3.99
10.16	4.1	241	130	15	7	9	5	13.715	3.94
13.4	13.9	250	137	5	4	15	9	13.685	3.72
16.9	17.5	234	124	17	0	6	18	13.676	3.65
11.6	4.2	243	129	3	8	5	31	13.668	3.59
16.14	5	259	139	1	2	10	22	13.616	3.19
10.6	4.2	254	134	3	8	8	9	13.607	3.13
13.16	4.11	244	133	8	1	12	17	13.542	2.63
16.14	10	244	127	1	7	15	25	13.522	2.48
18.7	2.3	245	122	11	0	7	8	13.481	2.17
16.9	4.7	243	122	1	1	5	23	13.474	2.12
15.6	4.2	233	114	5	19	11	24	13.453	1.96
13.16	4.18	238	123	6	1	5	15	13.439	1.85
4.12	16.2	255	116	4	0	6	25	13.428	1.77
2.9	18.3	252	138	5	6	9	16	13.406	1.6
13.11	1.16	234	117	22	4	13	23	13.398	1.54
13.8	16.2	246	127	1	3	12	31	13.397	1.53
11.7	2.3	255	126	1	5	6	19	13.39	1.48
16.4	5	247	130	4	2	11	26	13.351	1.18
12.6	4.1	250	122	2	8	5	18	13.329	1.02
4.1	8.16	231	117	1	6	6	26	13.318	0.93
4.1	13.16	230	118	12	3	3	13	13.307	0.85
16.6	4.2	244	126	1	8	9	12	13.306	0.84
1.3	8.4	237	121	2	1	2	16	13.293	0.75
4.14	8.18	227	114	9	12	3	15	13.258	0.48
13.6	4.2	225	120	3	6	6	14	3.238	0.33
14.16	4.9	236	121	1	3	3	26	13.238	0.33
10.1	13.2	254	114	6	6	12	9	13.236	0.31
16.14	5	229	131	1	10	11	23	13.235	0.31
1.12	4.11	256	136	4	6	12	29	13.203	0.06
4.2	8.12	247	117	3	0	4	22	13.203	0.06
B850		259	133	6	3	7	15	13.194	0

CS= Cruza Simple; AP= Altura Planta; AM= Altura Mazorca; AR=Acame Rafz; AT= Acarr Tallo; MP= Mazrocas Podridas; MC= Mala Cobertura; REND= Rendimiento HU= Het. Util.

principalmente o en su mayoría del trópico húmedo, le siguen germoplasma del bajo y en menor grado, del trópico seco y bajo trópico-seco. En cuanto a los materiales seleccionados, como se dijo provienen de un total de 153 cruza simples (CS), originadas de 18 líneas. Dentro de estas CS, progenitores de los híbridos dobles dos de ellas muestran una participación superior por encima del resto; dichas cruza son en primer orden la (16X2) y en segundo la (4X2), siguiéndoles con una participación intermedia tres cruza que son (16X4); (1X16) y (13X16). Es importante hacer mención del grado de participación de las mejores líneas en el grupo de híbridos seleccionados, las cuales se enumeran a continuación: (4), (16), (2), (13), (1) y (11) (Cuadro 4.4). De las cruza dobles seleccionadas, las cuales superaron al testigo comercial, éstas las componen 18 líneas diferentes que son las que derivan este estudio; sin embargo también han sido utilizados algunos híbridos triples de los cuales uno ocupa la séptima posición en cuanto a rendimiento, y otros están incluidos dentro del mismo grupo seleccionado. Las líneas de mayor participación en estos híbridos triples son: (16) (14) y (5) (Cuadro 4.4).

### **Heterosis Util**

En el mejoramiento genético, es importante la heterosis para observar la expresión de algún carácter, en este caso para rendimiento al ver la manifestación de vigor en el resultado de una cruza, la cual es medida o evaluada en particular con el mejor testigo comercial.



En el grupo de cruzas dobles seleccionadas, se determinó la heterosis útil y se encontraron rangos que van desde 14.35 por ciento hasta 0.06 por ciento, y todos ellos con valores positivos lo que indica que hay una ganancia o expresión heterótica en dichos materiales. Aquí aparecen ocho cruzas dobles con los mejores porcentajes de heterosis útil, siendo el menos de este grupo de ocho (8.05) para la (10X2) X (18X14) y la mayor (13X4) (1X16) con porcentaje (14.35) ya descrito anteriormente, (Cuadro 4.4).

### **Aptitud Combinatoria de Cruzas Simples (Prepotencia)**

En el procedimiento para esta investigación, inicialmente se realizó el cruzamiento entre 153 cruzas simples (CS) formándose 502 híbridos dobles (HD), lo cual a partir de éstas se estimó la aptitud combinatoria (AC) de las CS. Es un estudio detallado de la (AC) en las CS, lo cual debe redundar en una obtención de mejores HD y con ello facilitar la detección de materiales mejorados y lograr con ello el incremento de la producción por unidad de superficie.

Se utilizaron los datos de la característica para rendimiento siendo el de mayor importancia, seguido por altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, mazorcas podridas y mala cobertura en tres ambientes o localidades.

En base a la estimación de la AC de las CS, se tomaron en cuenta principalmente aquellas CS, que hayan participado como mínimo en cinco CD en adelante claro hablando de los que exhibieron mayor prepotencia. Se seleccionaron un

total de 30 CS en base a rendimiento (Cuadro 4.5.), y demás características, así como 25 CS de menor prepotencia (Cuadro 4.6.).

Se estimaron rangos de prepotencia, y en lo que se refiere a rendimiento, este fue de 1.882 ton/ha, en los mejores 30 materiales seleccionados, así también en altura de planta 17 cm, altura de mazorca 15 cm, acame de raíz 7 por ciento, acame de tallo 9 por ciento, mazorcas podridas 10 por ciento y mala cobertura con un 20 por ciento, estos datos arrojaron en el grupo seleccionado, y considerando la prepotencia de cada CS permite mediante criterio selectivo escoger las mejores CS partiendo de rendimiento y demás características.

Las CS con mejor prepotencia para el rendimiento son la (13 X 11); (4 X 11); (16 X 2); (13 X 4), más cabe señalar que la prepotencia en las demás características es similar o aceptables existiendo solo en mala cobertura valores más altos. Las cruzas que presentaron los mejores valores en las demás características sin considerar la de rendimiento son: (10 X 16); (4 X 9); (6 X 2); (4 X 7). La craza que presentó una mayor participación (20) y que registra valores aceptables de prepotencia desde altura de planta hasta rendimiento (12.945) ton/ha fue la (16 X 2).

Las líneas que tuvieron una mayor participación en el grupo de 30 CS para prepotencias de rendimiento y de más características son: la (16) con 18 por ciento; la

**Cuadro 4.5. Prepotencia de rendimiento (ton/ha) y concentración de las demás características, en 30 cruza simples estimadas en tres ambientes con mayor prepotencia.**

CS	PART	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND
13.11	(3)	242	122	15	4	10	21	13.648
4.11	(8)	245	129	6	6	10	20	12.978
16.2	(20)	246	124	8	3	11	25	12.945
13.4	(8)	243	126	7	5	8	14	12.874
4.16	(5)	243	128	4	4	9	24	12.845
1.16	(14)	240	120	6	7	9	20	12.820
4.2	(15)	239	120	6	6	7	20	12.820
4.9	(12)	237	120	3	3	5	25	12.805
8.4	(11)	238	120	5	2	6	18	12.736
18.6	(5)	241	122	1	7	6	20	12.684
10.16	(5)	241	122	6	8	9	8	12.640
16.9	(8)	231	115	6	3	9	26	12.571
11.16	(8)	244	124	2	5	10	19	12.412
6.2	(5)	237	122	3	6	7	20	12.384
13.16	(14)	238	121	6	5	9	13	12.271
18.7	(5)	240	122	6	3	6	14	12.164
2.3	(18)	239	120	6	2	7	14	12.114
13.10	(6)	240	122	6	2	9	13	12.068
11.18	(10)	247	126	5	6	10	23	12.009
16.15	(5)	240	120	3	11	14	15	11.968
2.9	(8)	228	114	5	2	11	23	11.914
4.1	(14)	240	121	6	7	8	16	11.913
4.18	(12)	232	119	6	4	8	16	11.903
1.3	(8)	233	120	6	6	9	18	11.878
10.2	(8)	246	125	3	7	12	15	11.870
4.7	(6)	238	117	3	4	4	19	11.862
14.9	(5)	233	119	4	6	13	15	11.837
8.18	(9)	238	117	8	8	9	24	11.833
18.9	(10)	240	119	4	4	12	28	11.776
12.16	(20)	230	117	3	7	9	17	11.766

C.S. = cruza simple; PART = participación de la cruza simple en cruza con otras;  
A.P. = altura de planta; A.M. = altura mazorca; A.R. = acame raíz (%);  
A.T. = acame de tallo (%); M.P. = mazorcas podridas (%); M.C. = mala  
cobertura; REND = rendimiento (ton/ha).

**Cuadro 4.6. Prepotencia de rendimiento (ton/ha) y concentración de las demás características en 25 cruza simples con menor prepotencia.**

CS	PART	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND
6.12	(2)	185	93	1	6	7	12	8.638
11.15	(2)	245	122	11	5	27	29	8.834
18.15	(2)	237	116	12	5	24	30	9.011
2.7	(1)	228	113	2	1	8	22	9.711
6.16	(1)	227	107	4	2	11	24	9.803
15.3	(1)	213	110	6	1	12	31	9.861
13.12	(1)	250	123	11	7	15	22	9.889
12.1	(2)	236	114	5	10	12	9	10.027
11.3	(3)	228	112	2	1	5	31	10.094
2.12	(1)	244	123	2	8	15	22	10.163
5.1	(1)	243	112	10	3	19	26	10.253
10.3	(4)	227	118	6	2	10	12	10.334
11.14	(1)	217	113	1	7	5	13	10.47
6.9	(2)	230	109	5	2	10	22	10.537
7.3	(1)	233	115	1	6	14	22	10.547
15.7	(4)	236	119	9	1	9	24	10.574
8.1	(2)	231	113	3	9	18	13	10.602
3.7	(4)	232	117	5	3	6	15	10.708
12.14	(4)	240	122	3	10	14	14	10.739
9.12	(2)	228	107	2	6	9	13	10.75
10.7	(3)	237	121	11	3	6	10	10.754
3.12	(2)	236	116	2	2	4	14	10.754
11.1	(4)	234	117	5	9	13	19	10.765
8.12	(5)	236	115	4	7	11	23	10.855
14.6	(1)	241	115	6	15	13	13	10.966

CS=Cruza Simple; PART=Participación CS en cruza con otras; AP=Altura Planta; AM=Altura Mazorra; AR=Acame Rato; AT=Acame Tallo; MP=Mazorra Pulchra; MC=Mala Cobertura; REND=Rendimiento; HU=Heterosis Util.

(4) con un 15 por ciento; la (2) con 10 por ciento; y la (9), con ocho por ciento, (Cuadro 4.5).

Dentro de esta acción combinatoria, se observa que las líneas que forman las cruzas simples con mayores efectos pertenecen o provienen del trópico húmedo y bajío.

En el caso de rendimiento los valores obtenidos en los genotipos para este grupo de mayor prepotencia, las primeras 28 CS son estadísticamente iguales para la prueba DMS al 0.05 por ciento, ya que esta estimación tiene un valor de 1.905 y las diferencias encontradas entre el mejor genotipo y el último es de 1.882 ton/ha, sin embargo esta diferencia hablando económicamente es importante considerarla (Cuadro 4.5.).

Las características de 25 CS con menor prepotencia para rendimiento, se dan en el Cuadro 4.6. La línea que mayor participación tiene en este grupo que forma las CS. de menor prepotencia es la (12), del trópico seco, y las (16), (18) y (5), con menos intervención del bajío y trópico seco respectivamente; observándose para este grupo que existe un alto porcentaje de daño en las características de mazorcas podridas y mala cobertura.

### Predicción de Híbridos Dobles

Con la finalidad de comprobar, que existe un considerable sesgo entre lo predicho por el método B de Jenkins y lo realmente observado, se incluye el Cuadro 4.7, que contiene uno de los híbridos dobles (HD) predichos formados en base a las mejores cruza simples (CS), como su contraparte, que son los (HD) predichos con las CS de menor rendimiento, todo predicho en el año de (1989) bajo el método ya mencionado y que además se encuentran entre el material evaluado para poder observar que lugar ocupan.

**Cuadro 4.7. Híbridos dobles predichos formados con las peores v mejores cruza simples, bajo el método B de Jenkins en el año 1989.**

Predicción (peores CS)	X (ton/ha)	R. Real (ton/ha)	Lugar
CS      CS			
(13 X 15) X (18 X 11) =	8.37	9.007	492
(10 X 5) X (18 X 1) =	9.36	12.762	96
(12 X 10) X (8 X 11) =	8.72	10.620	392
(15 X 17) X (8 X 11) =	8.82	12.994	73
(4 X 11) X (18 X 1) =	8.98	13.123	60
<u>(Mejor CS)</u>			
CS			
(6 X 2) X (4 X 7) =	11.33	12.736	99

Del Cuadro 4.8 que se extrajo de los resultados obtenidos de la tesis de José A. Aguirre Gómez (1989), donde se muestran las prepotencias de todas las líneas, que constituyen los híbridos simples (HS) y así poder hacer algunas inferencias al respecto.

**Cuadro 4.8. Concentración de mejores prepotencias de 18 líneas para la característica de rendimiento. Aguirre (1989).**

Genealogía	Cruzas en que interviene	Rendimiento (ton/ha)
232-10-11-1	13	11.234
255-18-19	15	11.200
43-46-2-3-2-	17	10.209
STS CI-26-2-1-2-1	16	10.035
BD-2XAN2)-27-5-1	17	9.879
V524-85-1-2	16	9.773
351-296-1-6	17	9.697
POOL-24 HC37-2-1	15	9.642
V524-158-2-6	16	9.415
353-172-2-2	15	9.402
V524-223-1-7	15	9.324
B5-90 ,	17	9.320
AN 24	17	9.204
353-173-5-1	11	9.132
AN 7	11	8.873
252	16	8.734
A560-2	17	8.656
AN 12	11	8.589

De igual forma se incluye el Cuadro 4.9. que contiene algunos de los híbridos dobles (HD) más prometedores, predichos en base al comportamiento promedio de habilidad combinatoria de sus progenitores, así como también el lugar que ocupan dentro de los híbridos evaluados; y además se anexan diez híbridos predichos cuya

**Cuadro 4.9. Predicción del desempeño de 15 cruzas dobles en base a la aptitud combinatoria de las cruzas simples y lugar que ocupa dentro de los híbridos evaluados.**

C.S.	C.S.	$\bar{X}$ (ton/ha.)	Rend. Real (ton/ha.)	Lugar
(13 X 11)	X (16 X 2)	13.30	14.763	3
(11 X 6)	X (4 X 9)	12.60	13.945	13
(4 X 8)	X (1 X 16)	12.36	13.921	15
(11 X 18)	X (16 X 2)	12.47	13.868	19
(12 X 16)	X (4 X 11)	12.37	13.850	20
(10 X 16)	X (4 X 1)	12.27	13.715	23
(16 X 2)	X (13 X 4)	12.90	14.860	2
(16 X 2)	X (8 X 4)	12.84	14.06	9
(13 X 4)	X (1 X 16)	12.84	15.08	1
(18 X 7)	X (2 X 3)	12.13	13.481	31
(13 X 16)	X (4 X 11)	12.62	13.542	29
(13 X 10)	X (2 X 3)	12.08	14.033	10
(16 X 2)	X (4 X 1)	12.42	13.721	22-
(1 X 16)	X (4 X 11)	12.89	13.877	16
(16 X 9)	X (4 X 7)	12.21	13.474	32

Híbridos dobles predichos que no aparecen dentro de lo observado, formados con cruzas simples de buena habilidad combinatoria y que se espera tengan buenos resultados.

C.S.	C.S.
(4 X 11)	X (16 X 2)
(16 X 2)	X (4 X 9)
(13 X 4)	X (18 X 16)
(2 X 3)	X (13 X 16)
(12 X 16)	X (8 X 4)
(2 X 3)	X (4 X 9)
(11 X 16)	X (6 X 2)
(10 X 16)	X (1 X 3)
(11 X 18)	X (4 X 11)
(18 X 9)	X (12 X 16)



evaluación no se incluyó en este trabajo, pero se espera tengan excelente comportamiento.

Respecto al Cuadro 4.10, se hizo una selección de 10 HD, los cuales se obtuvieron del total de híbridos evaluados. Dicho, grupo lo forman aquellos que mostraron buenas características y excelente potencial de rendimiento. La cruza doble con mejor potencial para rendimiento fue la (13X4) X (1X16). La (10X6) X (4X2), registró los mejores porcentajes en acames de raíz y tallo, mazorcas podridas y mala cobertura; para alturas de planta y mazorca ésta misma exhibió los valores más altos del grupo seleccionado y tuvo un rendimiento de 13.607 (ton/ha).

**Cuadro 4.10. Comportamiento promedio de 10 híbridos dobles seleccionados, con buenos porcentajes en las características evaluadas y excelente potencial de rendimiento a través de ambientes.**

<b>C.S.</b>	<b>C.S.</b>	<b>AP</b>	<b>AM</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>	<b>MP</b>	<b>MC</b>	<b>Rendimiento (ton/ha)</b>
(13X4)	(1X16)	248	129	5	3	4	13	15.088
(1 X 5)	( 4 X 2)	237	115	6	5	9	22	14.757
(11X5)	( 4X 2)	271	119	4	3	9	28	14.319
(10X2)	(18X14)	243	127	0	1	6	8	14.257
(8 X 4)	(16X2)	243	116	7	3	6	23	14.063
(13X9)	(17X6)	232	116	7	2	4	13	13.939
(13X18)	(4 X 9)	234	122	6	1	7	19	13.875
(12X16)	(4 X11)	245	129	0	5	4	17	13.850
(10X6)	(4 X 2)	254	134	3	8	8	9	13.607
(18X7)	(2 X 3)	245	122	11	0	7	8	13.481

## V. DISCUSION

Uno de los objetivos de este estudio, fue el de obtener descendientes híbridos producto de cruza simples, con buen potencial de rendimiento (superior a los testigos); con base a los análisis estadísticos, se comprobó que los genotipos evaluados mostraron una gran variabilidad, y que en relación a los testigos, algunos fueron mejores. Esto detectándose en los análisis individuales. En el Cuadro 4.1 encontramos además de que en la variable rendimiento para la fuente de variación repeticiones no existe diferencia estadística, en la mayoría de los experimentos de las tres localidades, lo que indica que los materiales no estuvieron influenciados por el terreno, o sea que no hay diferencia en los bloques.

Dentro de las características evaluadas individualmente, se tiene que hay diferencias estadísticas para tratamientos en todas las variables (Cuadros A1, A2, A3) haciendo notar la diferencia entre los materiales probablemente por el diferente fondo genético; esto se relaciona con Ortega (1990), donde dice que la variabilidad es una condición importante, que se hace necesaria para efectuar una adecuada selección de genotipos sobresalientes, que reúnan los requerimientos de los agricultores según las condiciones de la región, y que permita disponer de materiales precoces tardíos e intermedios.

Haciendo un análisis de cada localidad y experimentos que las componen, se observó el siguiente comportamiento en las medias de rendimiento: en la localidad Atoyac, Jal. El experimento seis fue el más alto con un rendimiento de (11.43 ton/ha) y la media general de (10.533 ton/ha); para la localidad Torreón, Coah., el experimento seis, fue el mejor con un rendimiento de (8.723 ton/ha) y la media general de (7.693 ton/ha) y por último la localidad Celaya, Gto., registró en el experimento 10 (17.616 ton/ha), siendo la media general de (16.698 ton/ha). Como se observa los rendimientos por localidad más elevados, se registraron en la localidad de Celaya, Gto., donde los genotipos expresan el máximo potencial favorecidos por el ambiente y buen manejo agronómico.

Al encontrar diferencias estadísticas en los análisis individuales se procedió a realizar un análisis combinado para las características agronómicas y conocer el comportamiento de los materiales a través de los ambientes, para que estos expresaran su potencial genético en áreas ecológicas y edáficas distintas.

La significancia encontrada en el análisis combinado (Cuadros 4.2, A.4-A.9) para los cuadrados medios de localidades, significa que éstas son diferentes dado al comportamiento exhibido por los materiales en las características evaluadas, ya que éstos respondieron diferente por la diversidad ambiental; al respecto Córdova (1989), }  
 menciona que al identificar el comportamiento de cultivares a través de diversos }  
 ambientes, contribuyen a la selección apropiada de los genotipos.

Esto es de interés ya que en los programas de mejoramiento, el interpretar los efectos genéticos y ambientales, puede modificar el potencial de expresión de las características que interesan mejorarse. La investigación está sujeta en ocasiones, a limitantes que no permiten un mejor desarrollo de la misma, y claro estas restricciones son de tipo económico aunado también, a recursos humanos en instituciones que no tienen suficientes apoyos externos o privados. Esto se menciona por el número de localidades que se puedan tener para un trabajo de investigación.

Para este caso podemos decir, que el total de ambientes que son tres, es satisfactorio dado al comportamiento mostrado por los materiales evaluados.

El comportamiento de los genotipos en cada localidad fue diferente, dado que las características como altura de planta, altura de mazorca, mazorcas podridas, mala cobertura y rendimiento, mostraron significancia y se comportaron diferente entre localidades, dado que estas variables suelen cambiar por condiciones de manejo. Sólo para las variables acame de raíz y tallo, los genotipos mostraron un comportamiento aceptable.

De acuerdo al comportamiento de los genotipos evaluados, se registraron los valores medios por localidad de las siguientes características:

Localidad	Alt. de Planta	Pudrición de Mazorca	Rendimiento
Celaya, Gto.	300 cm	2%	16.7 ton/ha
Atoyac, Jal.	226 cm	4%	11.53 "
Torreón, Coah.	176 cm	22%	7.69 "

Como observamos en la localidad de Celaya, se tienen valores excelentes en las características, siendo ésta la mejor con los rendimientos más altos. Esta superioridad se refleja principalmente, por el bajo porcentaje en pudrición de mazorca caso contrario con la localidad de Torreón, Coah., donde existe el por ciento de mazorca podrida muy alto y por consiguiente un bajo rendimiento, (Cuadro A.1, A.2, A.3).

Para la fuente de variación tratamientos, en la mayoría de las características se tiene que existe significancia de los dos niveles en casi todos los experimentos. Lo cual -corrobora una gran variabilidad de los genotipos utilizados experimentalmente y que se infiere se debe en gran medida a su diferente fondo genético y origen geográfico.

Esto es de gran interés, lo que al respecto Lugo (1993), Ortega (1990), Aguirre (1989), coinciden en afirmar que esta variabilidad detectada permitirá hacer una eficiente selección. En lo que respecta al comportamiento de las variables analizadas, encontramos que en altura de planta y mazorca los genotipos exhibieron diferencias significativas en la mayoría de los experimentos, (Cuadros A.4, A.5).

Este comportamiento permite seleccionar materiales de diferente porte según su ciclo precoz, intermedio o tardío, y explotarlo según el caso ya sea para forraje o producción de grano, además se pueden utilizar diferentes densidades de siembra, permite un mejor manejo agronómico y facilita la cosecha tanto manual como mecánica, todo esto según las exigencias del productor. También se encontró significancia en ciertos experimentos para la variable mazorcas podridas y significativo en lo que respecta a la característica de mala cobertura. Referente a esto es de suma importancia que los materiales sean resistentes que nos permita identificar y seleccionar los más sanos para la formación de híbridos, (Cuadros A.8, A.9). Al respecto Villena (1983) indica que estos problemas se presentan en áreas de alta precipitación pluvial así como por efectos de campo, ocasionados por insectos y enfermedades fungosas, por lo cual hay que identificar maíces que posean grados aceptables de resistencia a pudriciones y mala cobertura, aunado a un buen rendimiento. Córdoba (1983) también hace referencia a que la cobertura de mazorca es un carácter de importancia económica que influye grandemente en las pérdidas de postproducción y cosecha.

Por último en la variable de rendimiento, se tuvo que los genotipos exhibieron diferencias significativas en todos los experimentos, lo cual demuestra las diferencias existentes entre tratamientos. Dentro de esta combinación de germoplasma de diferentes áreas ecológicas, nos permite obtener híbridos sobresalientes, tanto para rendimiento como demás características, (Cuadro 4.2). Ahora bien dentro del total de los materiales evaluados, la mejor combinación híbrida (13 X 4) X (1 X 16) en cuanto a rendimiento, la forman tres líneas del trópico húmedo y una del bajo, (Cuadro A.10).

En la interacción localidad por tratamiento (genotipo ambiente), encontramos diferencias altamente significativas en casi todos los experimentos de cada variable, lo que nos indica que muchos híbridos no se comportan igual en ambientes distintos, lo que quiere decir que no son muy estables.

En cuanto a las características agronómicas, (altura de planta-rendimiento), se observan diferencias significativas y altamente significativas en cada una de ellas para esta fuente de variación. Sólo acame de raíz y mazorcas podridas, presentan una significancia en menor porcentaje.

Se puede realizar una identificación de los materiales que menos interactuen, lo cual se puede obtener por medio de pruebas de estabilidad, método propuesto por Wright *et al.* (1971) ya conocido y muy utilizado.

De lo antes expuesto podemos decir que existe una gran variabilidad fenotípica, entre los materiales evaluados. Que estos interactúan en gran medida con el medio ambiente probablemente debido a que las cruzas simples, progenitoras de los híbridos dobles proporcionan poca estabilidad.

En el Cuadro 4.3 se presenta un resumen del comportamiento de los 502 híbridos dobles (HD), donde podemos decir que existen dentro de todos los materiales, rangos muy amplios en todas las características evaluadas. Ahora bien dentro del potencial de rendimiento hablando de los materiales superiores éstos son estadísticamente



igual en relación con el testigo comercial. Los genotipos tienen un aceptable comportamiento con buenos rangos numéricos en algunas de las variables, pero en mazorcas podridas y mala cobertura presentan valores medios un poco altos. Estas diferencias en los genotipos nos permite contar con opciones de seleccionar materiales con buenas características. Dentro del comportamiento medio expresado por las características de los 502 híbridos dobles experimentales y rangos numéricos del testigo comercial encontramos que para rendimiento éste está por encima de la media por los HD, también presentan una mayor altura de mazorca y en las demás características hay datos similares; esto permite que al realizar buenas combinaciones híbridas se tengan cruces dobles muy superiores al testigo (Cuadro 4.3).

También juega un papel muy importante el conocer la zona ecológica de cada línea incluida en el apareamiento para obtener los mejores cruzamientos que generen una mayor heterosis de los materiales evaluados. Del total de los HD, el que expresó el máximo rendimiento lo forman tres líneas del trópico húmedo y una del bajío (Cuadro A.10).

En el Cuadro 4.10 se tiene el comportamiento de 10 cruces dobles, las cuales fueron seleccionadas del total de los híbridos evaluados, en base al buen comportamiento exhibido en cada una de las características analizadas.

Según lo observado en este grupo, las líneas que mayor participación tienen son (2), (4), (1), (13) y (16). Ahora bien las cruces que aparecen en más de una ocasión en

los cruzamientos dobles son (16 X 2) y (4 X 2). Esta combinación de germoplasma de diferentes áreas ecológicas, permitió identificar y seleccionar los híbridos dobles más sobresalientes, tanto para rendimiento como demás características.

### **Heterosis Util**

Cuando se realizan cruzamientos de materiales con diferente fondo genético y de origen geográfico, permite que se tenga una mejor expresión de la heterosis, lo cual en este caso se estimó como la ganancia de los híbridos dobles experimentales en relación al mejor testigo.

Este carácter como se dijo anteriormente, requiere expresar valores positivos en su totalidad siendo la crusa doble con la máxima heterosis la (V524-223-1-7 X 43-46-2-3-2) X (351-296-1-6 X 255-18-19), y la (43-46-2-3-2 X 232-10-11-1) X (Pool 24HC37-2-1 X AS60-2) con el menor porcentaje positivo. Este tipo de ganancia demuestra lo dicho por Gardner (1982), donde los efectos de heterosis sirven como indicadores de la diversidad genética y proporcionen las bases para la formación de fuentes germoplásmicas, asimismo Allard (1980) dice que en plantas alógamas debe existir una heterosis controlada en los genotipos, muy utilizada en el desarrollo del maíz.

## Prepotencia

Comúnmente esta estimación se hace en las líneas y no en las cruzas simples, ya que tradicionalmente los híbridos dobles se forman sin analizar la AC de sus progenitores. Así como en México y en otras áreas del mundo es común el empleo de híbridos dobles (HD), es de considerar un importante criterio de selección el que los progenitores cuenten con una adecuada habilidad combinatoria, estudio realizado en este caso a partir de las cruzas simples (CS), y que permitirá identificar híbridos simples experimentales con potencial de ser empleados como progenitores de nuevos híbridos.

La estimación de la aptitud combinatoria de las cruzas simples se calculó mediante el comportamiento promedio, mostrado de cada craza simple a través de sus cruzas. La prepotencia de una CS se considera como un aspecto heredable a través de sus descendientes híbridos por lo que ésta depende de su comportamiento promedio, según las cruzas en las que interviene, lo que concuerda en trabajos realizados por De León (1987) donde encontró efectos de ACG en FHC de maíz, y líneas S<sub>2</sub> concluyendo que la habilidad combinatoria se hereda a sus descendientes.

Es muy importante el conocer la prepotencia de las CS, ya que de esta forma nos permite realizar combinaciones y obtener HD con gran potencial de rendimiento, tal como lo indica Ortega (1990) en la estimación de prepotencia de cruzas simples, asimismo Hernández y Molina (1980) dicen que conociendo los efectos

de la aptitud combinatoria, se identifican progenitores de buen potencial, los cuales unen alternativas para evaluar materiales híbridos.

Observando los resultados de prepotencia en las CS podemos decir que al cruzar materiales con buena aptitud combinatoria, éstos darán evidentemente mejores híbridos y viceversa al cruzar genotipos de baja prepotencia. Esto se demuestra con la cruce doble (13 X 4) X (1X16); la cual tiene el máximo rendimiento y en donde sus progenitores ocupan el lugar seis y ocho, con buena participación y rendimiento. También las cruces simples de menor prepotencia para rendimiento son las (13 X 8) y (18 X 15) que ocupan los lugares 135 y 141, (Cuadro A11) originaron el híbrido doble evaluado de más bajo rendimiento.

### **Predicción de Híbridos Dobles**

Los métodos utilizados en la formación de híbridos en maíz, representan grandes esfuerzos dentro del mejoramiento, debiendo utilizar las mejores técnicas, y materiales para un adecuado aprovechamiento de los mismos. Sabiendo que todo evoluciona con el tiempo y es necesario hacer modificaciones o cambios en la aplicación práctica de métodos de mejoramiento, que nos ayuden a buscar otros mecanismos de los tradicionalmente utilizados para la formación de híbridos dobles (HD), el presente estudio nos permitió evaluar y comprobar que bajo el método B de Jenkins (1934) existe un considerable sesgo entre lo predicho y lo realmente observado. Esta investigación consistió principalmente en la estimación de la aptitud combinatoria de cruces simples

(CS) y predicción de híbridos dobles. En base a las prepotencias de rendimiento que exhibieron las CS, se realizaron las predicciones de las cruzas dobles las cuales aparecen en el Cuadro 4.9 con su lugar ocupado en la presente evaluación. Pruebas realizadas por Sprague y Tatum (1942) revelan diferencias de habilidad combinatoria en cruzas simples, donde es importante seleccionar las mejores para combinaciones híbridas más promisorias. También De León y Reyes (1991) en estudios realizados menciona de importancia la estimación de prepotencia en las cruzas simples, que son progenitoras de los HD ya que existe una mayor combinación de genes. Para demostrar el sesgo o la no correlación como lo dicho en un principio en el Cuadro 4.7, Aguirre (1989), se tienen las predicciones de HD en base a las peores y mejores CS y así comparar lo predicho con lo realmente observado. En los HD, predichos con las peores CS se tiene que el HD predicho como malo (4X11) X (18X1) ocupa el lugar 60, dentro de los 502 HD, evaluados observando esto en el rendimiento real (13.123 ton/ha) y el predicho de (8.98 ton/ha). Esto quiere decir que no concuerda lo predicho con lo real, ya que las CD formadas con las peores CS ocupa un buen lugar con lo observado.

Asimismo la mejor CD predicha la (6X2) X (4X17) debería de estar ocupando los primeros lugares con lo realmente observado y esto no es así ya que ocupa la posición 99 dentro del total de híbridos evaluados. Con estos resultados se demuestra que bajo este criterio de evaluación para la selección de HD, el método B de Jenkins (1934) no es muy efectivo ya que si se estima la aptitud combinatoria en las líneas y no en las CS, esto no permite que exista una combinación de genes en las cruzas y que a su vez permita también mejores combinaciones híbridas.

En el Cuadro 4.8 aparecen las líneas que mostraron tener los mejores efectos de prepotencia o habilidad combinatoria (Aguirre, 1989), y observamos en efecto que las líneas que forman la mejor cruza doble (6X2) X (4X17) son de las mejores en este grupo.

La predicción de las CD se obtuvo al promediar CS con mejor prepotencia para rendimiento, Cuadro 4.5. teniendo cuidado de que no aparecieran líneas repetitivas en cada CD predicha.

El comportamiento de los híbridos predichos variará en orden de superioridad de acuerdo a la ACE que expresen sus dos CS progenitoras; al respecto Lugo (1993) menciona que esto no quiere decir que no tendrán un buen desempeño, dado que fueron formados con cruza simples que expresaron valores altos de prepotencia, y se esperan buenos resultados como lo expresan las CD, (13X11)X(16X2) y la (13X11) X (1X16) predichas, las cuales ocupan los primeros lugares pero con cierta diferencia entre lo predicho y observado.

Dentro del grupo predicho de HD las cruza simples que más aparecen en las combinaciones híbridas son las (16X2), (1X16) y (4X11). Existen cruza simples con excelente habilidad combinatoria y prepotencia de rendimiento las cuales al combinarse con otras generan CD, de buen potencial tal como la (16X2) X (4X1), que ocupa un buen lugar en cuanto a rendimiento y otra como la (13X4) X (1X16) donde las CS que la forman cuentan con menos participación pero buena prepotencia ocupando el primer sitio.

Por lo tanto para concluir es importante que los progenitores o CS, que forman los híbridos dobles cuenten con una adecuada habilidad combinatoria y que permitan hacer las combinaciones dobles posibles con buen potencial de rendimiento.

## VI. CONCLUSIONES

- Al no encontrar concordancia de lo predicho con lo observado, se infiere que existe sesgo al predecir híbridos dobles mediante el método B de Jenkins (1934) y también se comprobó que el utilizar la habilidad combinatoria de las cruzas simples, como criterio para la predicción de híbridos dobles, es altamente eficiente.
- Fue posible comprobar, que existe diferencia estadística para los caracteres medidos en los híbridos dobles experimentales evaluados, lo que permitirá identificar los que más se adecuen a los requerimientos de los productores. Las cruzas dobles experimentales, que demostraron altos valores de heterosis útil para rendimiento fueron; (13X4) X (1X16), (13X4) X (16X2), (13X11) X (16X2) y (1X5) X (4X2).
- La identificación de cruzas simples con altos efectos de aptitud combinatoria, hará posible que éstas sean empleadas en un futuro inmediato, en cruzamientos dirigidos para formar los híbridos predichos, o bien para utilizarse como probadores. Entre ellas tenemos las siguientes: (8 X 11), (18 X 1), (4 ~X 2), (1 X 16), (13 X 16), (4 X 11), (16 X 2), (13 X 4) (4 X 16) y (10 X 16).
- De los materiales evaluados que superaron al mejor testigo numéricamente, se identificó el origen geográfico y porcentaje del mismo según la intervención de las



líneas involucradas. con la formación de los híbridos dobles seleccionados. En base a esto, se observó que el (42 por ciento) correspondiente a líneas provenientes del trópico húmedo siendo el más alto; lo siguen con un (34 por ciento) líneas del bajío; con un (20 por ciento) líneas del trópico seco y (2 por ciento) del bajío trópico-seco.

## **RESUMEN**

A partir de 18 líneas se hizo un dialélico y de estas 153 cruzas simples (CS), las que coincidieron en floración formaron 510 híbridos dobles (HD). Este trabajo consistió, en estimar la habilidad combinatoria de las CS progenitoras, evaluar y seleccionar los HD en base a su heterosis útil y comportamiento agronómico.

Además se predijo el comportamiento de HD, en base a la prepotencia de las cruzas simples, esto en tres ambientes representativos del bajío que son; Atoyac, Jalisco, Celaya, Gto., y Torreón, Coah.

El diseño estadístico, fue bloques al azar con dos repeticiones. El total de híbridos se dividió en 10 experimentos para cada localidad, teniendo testigos comunes.

Se observó que existe diversidad genética en los materiales al encontrar significancia en los análisis de varianza para la fuente de variación tratamientos.

En los genotipos evaluados, se observó que existen híbridos numéricamente superiores al mejor testigo, esto se comprobó en base a los análisis estadísticos en todas las características lo cual además indica existencia de variabilidad.

Se comprobó que cruza simples con buena prepotencia obviamente generan buenos híbridos dobles como el caso de la CD (13X4) X (1X16) que tuvo el mejor potencial y CS de baja prepotencia dan híbridos pobres en rendimiento como la CD (13X8) X (18X15) que fue el más bajo.

Las líneas que más participación tuvieron en las CS selectas son la (4), (16), (2), (13), (1) y (11); las CS con mejor aptitud combinatoria simultáneamente para varios caracteres a través de los ambiente de evaluación son (8X11); (18X1); (4X2); (1X16); (13X16); y algunas cruza simples con buena prepotencia para rendimiento fueron la (13X4); (4X16); (4X2); (4X9). Se comprobó que para la formación de híbridos dobles bajo el método B de Jenkis (1934) existe sesgo y no hay una correlación de lo predicho con lo observado. Esto cuando se trabaja con líneas y no cuando se estima la aptitud combinatoria de las CS que son realmente las progenitoras de los HD, o sea que es mejor estimar la AC. en las CS y no en las líneas como se hace comúnmente.

Para la predicción de los HD se tomó en cuenta principalmente aquellas cruza que exhibieron buenos efectos de aptitud combinatoria y al comparar lo predicho con lo realmente observado, donde encontramos que HD, predichos con CS de buena prepotencia y evaluados en este trabajo están dentro de los primeros lugares; dentro del grupo de HD predichos tenemos algunos de los mejores como: (13X4) X (1X16); (16X2) X (13X4); (13X11) X (16X2). (16X2) X (8X4); (13X10) X (2X3); (11X16) X (4X9).

Según el comportamiento promedio mostrado por los HD, en las características evaluadas se seleccionaron híbridos con buen potencial y entre algunos tenemos: (13X4) X (1X16), (1X5) X (4X2); (10X2) X (18X14) y (11X5) X (4X2).

## LITERATURA CITADA

- Aguirre G., J.L. 1989. Evaluación de cruzas simples a partir de líneas élite de maíz probadas en seis ambientes. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México. 107 p.
- Allard, R.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Trad. de la ed. Americana por José L. Montoya, 4a. ed. España, Omega S.A. pp. 242, 243, 276, 294, 317.
- Bauer, R.J. 1978. Issues in diallel analysis Crop. Sci. 18: 533-536.
- Borrego E., F. 1986. Estimación de parámetros genéticos y aptitud combinatoria general y específica de una población de maíz superenano para el Trópico Seco Mexicano. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México .
- Brauer H., O. 1980. Fitogenética Aplicada 4a. ed. Limusa, S.A. México, D.F. ATS, S.A. pp. 35, 363-399.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1986. Hechos y tendencias mundiales relacionados con el maíz. México, D.F. 50 p.
- Córdova H., S. 1983. Formación de híbridos dobles y triples de maíz en base a familias de hermanos completos y sus implicaciones en la producción de semilla comercial. I Congreso Nacional de Milha o Sorgo Maccio. Al (15, 1984, Brasil). Brasil, pg. 59.
- Chávez A., J.L. 1987. Mejoramiento de Plantas II. Buenavista Saltillo, Coah. México. pp. 91-92, 108-110.
- Del Campo V., S.; J.D Molina, G. 1982. Aptitud combinatoria, heterosis y estabilidad en tres grupos de poblaciones de maíz en el norte-centro de México. Agrociencia # 47 pp. 103-116.
- De León C., H. 1987. Selección recurrente en familias de hermanos completos con pedigrí en maíz (*Zea mays* L.). Tesis Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México. 66 p.
- De León C., H. y V.M. Reyes V. 1991. Estimación de la habilidad combinatoria en cruzas simples de maíz. II Congreso Nacional de Genética. SOMEFI-UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. p.3.
- Falconer D.S. 1981. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. del Inglés por Fidel Márquez Sánchez, décima segunda impresión, Editorial C.E.C.S.A. 430 p.

- Gardner, O. Ch. (1982). Información genética derivada utilizando el modelo Gardner Eberhart para media generacionales. Trabajo presentado en el IX Congreso Nacional de la SOMEFI. 1982. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. Méx. pp. 114-141.
- Gardner, O. Ch. y Eberhart, S.a. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics*. 22:439-452.
- Genter, C.F., y M.W. Alexander. 1965. Test-cross variability of samples from a broad base population of maize (*Zea mays*). *Crop. Sci.* 5:355-358.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining of *Biol. Scien.* 9:463-493.
- Hernández S., A. y J.D. Molina 1980. Selección de Progenitores en trigo según su aptitud combinatoria general para rendimiento de grano y longitud de espiga. *Agrociencia*. 4:77-88 Chapingo, México.
- Jenkins, M.T. 1934. Methods of estimating the performance of double crosses in corn. *Agron. Jour.* 26:199-204.
- Jugenheimer, R.W. 1984. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Trad. del Inglés por Piña García. México, Limusa. 430 p.
- Kambal, A.E. y Webster O.J. 1965. Estimates de general and specific ability in grain sorghum. *Sci.* 5:521-523.
- Larios B., L.A. 1992. Aptitud combinatoria de líneas en diferentes niveles de endogamia en híbridos de maíz. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila. México. 128 p.
- Larios B., L.A., H.S. Córdoba, S. Castellanos, J.L. Queme. 1988. Aptitud combinatoria de líneas y respuestas correlacionadas para rendimiento de híbridos triples y dobles de maíz (*Zea mays* L.) I Reunión Bianual de Maiceros de la Zona Andina. (13., 1988. Chiclayo, Perú).
- Lonquist, J.H. 1968. Further evidence on testcross vs lines pertenance in maize. *Crop. Sci.* 8:50-53.
- López D., E. 1976. Cruzas dialélicas en maíz superenano y predicción de cruzas triples y dobles. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México. 46 p.
- Lugo H.,F. 1993. Selección y estimación de parámetros genéticos en híbridos y en cruzas simples progenitoras en maíz. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Márquez, S.F. 1988. Genotecnia vegetal. Tomo II. A.G.T. editor, S.A. México p 351.

- \_\_\_\_\_. 1989. Problemas con líneas endogámicas. III. Heterosis entre líneas hermanas. Rev. Fitotecnia Mey. Vol. 12 NO. 2 Jul-Dic. pp. 120-128.
- Mendoza O., L.E. 1988. Formación de híbridos de Sorgo para grano. II. Comportamiento *per se* de líneas y su aptitud combinatoria general. Rev. Fitotecnia. Mex. Vol. 11, No. 1, Enero-Junio, pp. 39-46.
- Ortega C., S. 1990. Selección de híbridos dobles e identificación de las mejores cruzas simples de maíz, para la región del Bajío Mexicano. Tesis Profesional. UAAAN. Buenavista. Saltillo. Coah. Mex.
- Otsuka Y., S.A. Eberharth and L.A. Russell. 1972. Comparisons of prediction formulas for maize hybrids. Crop. Sci. 12(3):325-331.
- Oyervides G., M. 1979. Estimación de parámetros genéticos, heterosis e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptadas a Nayarit. Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo Mex. 118 p.
- Pochlman, J.M. 1992. Mejoramiento genético de las cosechas. Traducción por Nicolás Sánchez Durón y revisión técnica por José Luis de la Loma. Décima primera reimpresión. Editorial Limusa. p. 40-45.
- Sprague, G.F. 1939. An Estimation of the Number of Top-Crossed plant Required for Adequate Representation of Corn Variety. American Soc. of Agron. J. 31:11-16.
- \_\_\_\_\_. 1955. Mejoramiento del maíz, capítulo V del libro "Corn and Corn Improvement". Traducido al español por Angel Salazar B. y Alfredo Carballo O. Coordinador y Excoordinador del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento del Maíz. México, D.F. 64. p.
- Sprague, G.E. and A. Tatum. 1942. General Vs Specific combining ability in single-crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 43: 923-932.
- Velázquez M., R.R. 1983. Híbridos simples entre familias de hermanos completos en diferentes poblaciones de maíz. Agrocencia No. 53, pp. 109-119.
- Villena, W. 1993. Evaluación de variedades experimentales nuevas para Centroamérica y el Caribe durante 1982. In Reunión Anual Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 29, Panamá. Memoria, Panamá. IDIAP. 10 p.
- Wright, J.A., A.R. Hallaver, L.H. Penny and S.A. Eberhart. 1971. Estimating genetic variance in maize by use of single and tree-way crosses among unselected inbred lines. Crop Sci. 11:690-695.

**A P E N D I C E**



Quadro A.1. Resultados obtenidos del analisis de varianza individual en bloques al azar para 6 variables de la evaluaci3n de h3bridos localidad Torre3n.

Exp. 1		Cuadrados Medios					
F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Ra3z	AC. Tallo	Mezorca Pod.	Malá Cobertura
Rep.	1	1560.25 NS	1288.81 *	145.10 NS	213.39 NS	444.83 *	1218.01 **
Trat.	49	721.29 *	446.58 *	79.50 NS	231.25 *	197.94 *	178.03 *
Error	49	394.68	205.07	104.04	123.18	88.75	92.68
Total	99						
$\bar{X}$		184.51	97.89	7.690	25.540	25.490	24.970
C.V.		10.77	14.63	132.33	43.39	37.08	38.56
Rango		229-152	138-75	27-0	53-3	54-5	51-11
Exp. 2		"	"	"	"	"	"
F.V.							
Rep.	1	670.81 NS	26.01 NS	47.61 NS	27.04 NS	0.49 NS	334.89 NS
Trat.	49	609.31 *	366.90 *	242.85 NS	55.24 NS	175.91 NS	356.68 *
Error	49	199.24	158.40	139.96	32.55	117.18	167.64
Total	99						
$\bar{X}$		176.73	87.77	18.690	7.300	22.410	31.750
C.V.		7.99	14.34	14.34	78.15	48.50	40.78
Rango		223-130	121-80	56-3	24-0	47-6	76-11
Exp. 3		"	"	"	"	"	"
F.V.							
Rep.	1	240.25 NS	0.04 NS	1043.29 NS	90.25 NS	1169.64 **	501.76 NS
Trat.	49	422.29 *	375.70 **	368.52 NS	54.02 *	194.40 NS	273.47 NS
Error	49	218.65	160.37	297.40	28.74	150.23	185.32
Total	99						
$\bar{X}$		185.25	95.62	21.990	7.630	22.560	30.220
C.V.		7.36	13.64	79.20	76.75	56.74	45.25
Rango		209-148	128.63	61-3	27-0	52-8	60-8

Cuadrados Medios

Exp. 4		Cuadrados Medios						
F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura	
Rep.	1	6.76 NS	139.24 NS	1062.76 *	60.84 NS	285.61 NS	1310.44 *	
Trat.	49	354.54	259.91 NS	172.12 NS	50.04 NS	106.39 NS	298.03 NS	
Error	49	229.55	205.46	183.02	55.94	177.30	206.48	
Total	99							
$\bar{X}$		186.66 -	98.25	14.670	6.860	14.820	26.640	
C.V.		8.14	14.76	87.28	98.70	75.44	45.70	
Rango		213-163	123-77	48-0	26-0	33-3	66-5	
Exp. 5								
F.V.	GL	"	"	"	"	"	"	
Rep.	1	1322.25 *	44.89 NS	1.44 NS	132.25 NS	285.61 NS	67.24 NS	
Trat.	49	456.96 NS	302.78 NS	227.35 NS	78.86 NS	249.55 NS	385.26 **	
Error	49	279.80	190.56	272.97	55.96	144.45	154.46	
Total	99							
$\bar{X}$		176.61	90.65	16.780	8.530	22.190	33.960	
C.V.		9.47	15.23	98.46	87.70	54.16	36.60	
Rango		225-142	118-68	48-3	28-0	58-3	63-8	
Exp. 6								
F.V.	GL	"	"	"	"	"	"	
Rep.	1	12927.69 **	39.69 **	4.84 NS	94.09 NS	268.96 NS	338.56 *	
Trat.	49	292.40 NS	244.54 NS	156.23 NS	257.46 **	176.11 NS	177.86 **	
Error	49	194.38	247.45	164.80	101.99	113.82	67.54	
Total	99							
$\bar{X}$		182.33	99.34	7.920	21.870	20.920	24.520	
C.V.		7.65	15.84	162.09	46.18	51.00	33.52	
Rango		225-154	124-64	46-0	49-0	55-7	51-4	

## Exp. 7 Cuadrados Medios

F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura
Rep.	1	1204.09 NS	2352.25 **	132.25 NS	251.04 NS	86.49 NS	745.29 NS
Trat.	49	369.57 NS	466.04 NS	87.88 NS	130.17 NS	261.41 NS	262.17 NS
Error	49	421.56	321.13	83.23	124.93	169.57	189.43
Total	99						
$\bar{X}$		195.37	104.13	9.250	14.150	25.070	26.830
C.V.		9.42	13.79	98.63	78.92	51.94	51.30
Rango		230-170	150-83	27-0	36-0	51-3	57-8

## Exp. 8.

F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
Rep.	1	1953.64 *	43.56 NS	723.61 NS	4 NS	0.703 NS	320.41 NS
Trat.	49	1011.44 **	478.22 *	319.74 NS	201.25 *	4.790 *	348.02 NS
Error	49	430.55	294.42	288.08	104	2.521	288.31
Total	99						
$\bar{X}$		180.04	92.44	16.950	18.050	6.453	31.710
C.V.		11.53	15.06	100.14	56.47	24.60	53.55
Rango		245-120	119-53	65-0	46-0	77-... 6	72-8

## Exp. 9

F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
Rep.	1	90.25 NS	12.25 NS	125.44 NS	552.25 NS	30.25 NS	23.04 NS
Trat.	49	771.11 NS	350.75 NS	114.09 NS	308.25 NS	576.68 *	272.69 *
Error	49	553.66	210.76	106.99	224.57	219.70	117.04
Total	99						
$\bar{X}$		171.77	90.070	8.580	30.070	32.470	28.000
C.V.		13.70	16.12	120.56	49.82	45.65	38.64
Rango		212-107	120-59	34-0	59-9	77-... 7	65-11

Cuadro A.1.....Continuación

		Cuadrados Medios						
Exp. 10	F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura
	Rep.	1	102.01 NS	373.16 NS	26 NS	19.47 NS	563.11 NS	365.62 NS
	Trat.	51	410.88 **	380.71 *	450.09 NS	78.46 NS	450.50 *	399.92 **
	Error	51	119.87	196.04	326.65	47.31	205.11	129.51
	Total	103						
	X		108.62	92.47	21.442	8.548	27.942	38.933
	C.V.		6.06	15.14	84.29	80.47	51.26	29.23
	Rango		203-156	125-50	56-3	29-0	67 - 5	65 -14

\*, \*\*, NS, Significativo al 0.05Y 0.01 y no significativo respectivamente

Cuadro A.2. Resultados obtenidos del análisis de varianza individual en bloques al azar para 6 variables de la evaluación de híbridos localidad Jalisco.

Cuadrados Medios								
Exp. 1	F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura
	Rep.	1	129.96 NS	665.64 NS	1.61 *	2.25 NS	7.29 NS	428.49 **
	Trat.	49	400.35 NS	142.48 NS	1.81 NS	4.72 NS	17.14 NS	107.62 *
	Error	49	344.67	106.05	1.96	2.76	12.19	47.86
	Total	99						
	X̄		219.86	115.44	1.410	0.750	5.030	8.500
	C.V.		8.44	8.92	341.02	221.52	99.74	82.69
	Rango		253-190	130-96	1-0	8-0	13 - 0	4 - 0
Exp. 2								
	F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
	Rep.	1	237.16 NS	29.16 NS	1.96 NS	0.25 NS	75.69 *	46.24 NS
	Trat.	49	504.63 NS	69.95 NS	1.65 NS	2.90 **	21.45 NS	38.07 NS
	Error	49	298.32	73.91	1.37	1.27	14.83	26.63
	Total	99						
	X̄		221.71	114.54	1.360	0.450	3.810	3.560
	C.V.		12.16	7.51	471.27	250.47	101.09	144.95
	Rango		308-128	135-103	1-0	5-0	15- 0	14 - 0
Exp. 3								
	F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
	Rep.	1	44.89 NS	190.44 NS	1.21 NS	1.21 NS	20.25 NS	0.04 NS
	Trat.	49	357.70 NS	205.10 NS	1.60 NS	2.76 NS	11.17 NS	71.12 NS
	Error	49	265.64	185.09	1.60	2.05	7.94	45.02
	Total							
	X̄		225.05	118.32	1.110	0.510	2.510	7.260
	C.V.		7.24	11.50	700.86	280.52	112.29	92.42
	Rango		243-179	140-90	1-0	6-0	8-0	28-0

Cuadrados Medios

Exp. 4	F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Mez.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura
Rep.	1	59.29 NS	29.16 NS	6.76 *	1.44 NS	10.24 NS	51.41 NS	
Trat.	49	547.68 NS	169.48 NS	1.25 NS	10.25 NS	28.27 **	65.78 *	
Error	49	564.04	128.34	1.25	10.56	12.34	34.59	
Total	99							
$\bar{X}$		227.77	122.56	0.260	1.080	3.760	5.850	
C.V.		8.38	9.24	429.98	300.93	93.43	101.54	
Rango		158-180	140-106	3-0	11-0	15-0	25-0	
Exp. 5								
F.V.	GL	"	"	"	"	"	"	"
Rep.	1	23.04 NS	268.96 NS	0.984 *	1.96 NS	114.49 *	71.56 NS	
Trat.	49	274.40 NS	257.47 NS	0.235 NS	4.29 NS	27.49 NS	105.80 NS	
Error	49	238.24	292.20	0.235	3.39	22.80	75.60	
Total	99							
$\bar{X}$		222.34	118.26	1.099	0.760	3.930	5.640	
C.V.		6.94	14.45	44.10	242.21	121.49	85.99	
Rango		249-203	165-102	5-0	5-0	17-0	25-0	
Exp. 6								
F.V.	GL	"	"	"	"	"	"	"
Rep.	1	39.69 NS	134.56 NS	4. NS	0.25 NS	0.01 NS	32.61 **	
Trat.	49	273.11 NS	79.37 NS	2.22 NS	6.70 NS	13.23 NS	65.58 *	
Error	49	159.57	66.13	2.47	8.05	13.03	34.53	
Total	99							
$\bar{X}$		234.53	126.24	0.400	1.470	2.950	5.490	
C.V.		5.39	7.49	392.86	192.96	122.30	107.03	
Rango		259-215	142-115	5-C	7-0	13-0	25-0	

Exp. 7 Cuadrados Medios

F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Máz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura
Rep.	1	237.16 NS	1.69 NS	2.56 NS	6.76 NS	50.41 NS	31.36 NS
Trat.	49	184.82	68.51 NS	2.59 NS	4.04 NS	37.06 *	93.88 *
Error	49	208.14	93.79	2.97	2.90	18.23	52.22
Total	99						
$\bar{X}$		225.81	118.33	0.460	0.780	4.180	8.750
C.V.		6.71	7.49	374.53	240.37	123.14	78.00
Rango		245-207	150-103	6-0	5-0	18-0	29-0

Exp. 8

F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
Rep.	1	906.01 *	295.84 *	0.25 NS	0.25 NS	37.21 NS	14.44 NS
Trat.	49	199.11 NS	128.67 NS	3.58 *	8.11 NS	43.97 NS	111.66 **
Error	49	181.62	117.27	1.78	6.09	26.19	42.15
Total	99						
$\bar{X}$		226.39	119.48	0.350	1.270	4.010	4.780
C.V.		5.95	9.06	381.26	194.26	127.62	135.83
Rango		248-203	140-103	8-0	8-0	27-0	41-0

Exp. 9

F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
Rep.	1	182.25 NS	125.44 NS	10.24 NS	12.96 NS	14.44 NS	13.69 NS
Trat.	49	385.89 NS	102.20 NS	2.91 NS	9. NS	16.21 NS	41.74 NS
Error	49	364.13	95.05	3.30	7.18	21.56	27.42
Total	99						
$\bar{X}$		222.87	116.18	0.540	1.200	3.160	3.650
C.V.		8.56	8.39	336.47	223.37	146.95	143.48
Rango		252-218	155-106	5-0	8-0	23-0	28-0

Exp. 10 Cuadrados Medios

F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura
Rep.	1	177.85 NS	55.54 NS	26.00 NS	6.01 NS	5.09 NS	0.61 NS
Trat.	51	277.42 NS	115.09 NS	7.85 NS	11.00 NS	42.99 *	.100.03 *
Error	51	206.71	76.66	7.59	10.95	24.67	48.89
Total	103						
$\bar{X}$		233.88	121.88	1.288	1.433	5.221	8.712
C.V.		6.15	7.18	213.80	230.98	95.14	80.26
Rango		251-176	115-104	9-0	10-0	18-0	51-0

\*, \*\*, NS, Significativo al 0.05, 0.01 y no significativo respectivamente



Cuadro A.3. Resultados obtenidos del análisis de varianza individual en bloques al azar para 6 variables de la evaluación de híbridos localidad Celaya.

Cuadrados Medios								
Exp. 1	F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura
	Rep.	1	1.69 NS	148.84 NS	7.84 NS	0 NS	20.25 NS	852.64 **
	Trat.	49	315.11 *	346.84 NS	2.14 NS	4 NS	9.61 NS	672.08 **
	Error	49	151.81	198.003	2.31	4.84	7.70	112.65
	Total	99						
	$\bar{X}$		292.05	137.48	0.400	0.900	1.570	29.520
	C.V.		4.22	10.20	379.92	244.36	176.73	35.96
	Rango		316-267	175-112	5-0	6-0	9-0	77-0
Exp. 2	F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
	Rep.	1	490 NS	62.41 NS	11.56 *	0.81 NS	0.36 NS	327.61 **
	Trat.	49	284.75 *	255.29 *	4.66 *	8.21 NS	9.55 NS	262.40 **
	Error	49	138.22	140.82	2.48	6.95	8.79	36.40
	Total	99						
	$\bar{X}$		284.30	128.10	.740	0.890	1.740	18.630
	C.V.		4.14	9.26	212.74	296.27	170.38	32.39
	Rango		256-319	158-104	8-0	10-0	8-0	44-0
Exp. 3	F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
	Rep.	1	90.25 NS	77.44 NS	3.24 NS	0.36 NS	3.24 NS	30.25 NS
	Trat.	49	367.39 **	577.46 *	15.99 NS	16.47 **	22.89 *	225.31 **
	Error	49	160.11	289.15	10.67	1.58	12.12	61.88
	Total	99						
	$\bar{X}$		291.73	140.08	1.160	0.640	2.640	16.290
	C.V.		4.34	12.14	281.58	196.68	141.51	48.29
	Rango		312-262	179-64	10-0	20-0	18-0	41-0

Quadro A.3.....Continuação

Exp. 4		Quadrados Médios						
F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura	
Rep.	1	40 NS	0.16 NS	0.81 NS	0.64 NS	3.24 NS	123.21 NS	
Trat.	49	231.68 *	329.52 NS	5.56 NS	4.37 NS	10.09 NS	193.34 **	
Error	49	103.39	193.49	3.16	4.82	10.12	46.70	
Total	99							
$\bar{X}$		291.60	140.84	0.910	0.480	1.840	14.810	
C.V.		3.49	9.88	195.25	457.56	172.87	46.14	
Rango		328-268	174-106	8-0	9-0	11-0	36-0	
Exp. 5								
F.V.	GL	"	"	"	"	"	"	
Rep.	1	580.81 *	198.81 NS	21.16 NS	0.25 NS	12.96 NS	81 NS	
Trat.	49	258.51 *	209.31 NS	8.23 NS	3.36 NS	13.78 NS	457.48 **	
Error	49	142.50	138.89	8.40	5.15	11.90	103.14	
Total	99							
$\bar{X}$		289.57	135.25	1.340	0.630	2.640	23.080	
C.V.		4.12	8.71	216.35	281.62	130.66	44.00	
Rango		328-268	154-106	8-0	9-0	11-0	36-0	
Exp. 6								
F.V.	GL	"	"	"	"	"	"	
Rep.	1	13.03 **	1324.96 **	0.36 NS	0.64 NS	1.21 NS	108.16 NS	
Trat.	49	221.68 NS	356.64 *	4.84 NS	24.00 **	8.84 NS	350.32 **	
Error	49	147.37	177.59	3.22	4.19	11.43	42.69	
Total	99							
$\bar{X}$		305.53	143.52	0.840	0.860	2.550	18.320	
C.V.		3.97	9.29	213.53	238.05	132.61	35.66	
Rango		333-281	182-122	8-0	24-0	8-0	49-0	

Exp. 7 Cuadrados Medios

F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura
Rep.	1	54.76 NS	12.25 NS	14.44 NS	0.36 NS	0.16 NS	0.341 NS
Trat.	49	254.42 NS	285.22 NS	8.75 NS	8.28 NS	15.30 NS	6.645 **
Error	49	215.37	166.17	6.77	5.38	10.18	1.078
Total	99						
$\bar{X}$		309.82	145.41	1.540	1.040	3.180	4.882
C.V.		4.74	8.87	168.91	223.04	100.34	21.27
Rango		341-289	172-116	11-0	11-0	12-0	49-0

Exp. 8

F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
Rep.	1	125.45 NS	7.29 NS	0.81 NS	4 NS	1 NS	0.04 NS
Trat.	49	261.87 NS	422.34 **	4.55 NS	4.37 NS	11.42 NS	203.78 **
Error	49	221.38	184.82	2.95	2.98	9.14	35.55
Total	99						
$\bar{X}$		310.44	146.67	0.790	0.600	2.560	12.920
C.V.		4.79	9.27	217.52	287.69	118.11	46.15
Rango		366-274	177-113	7-0	8-0	11-0	38-0

Exp. 9

F.V.	GL	"	"	"	"	"	"
Rep.	1	1918.44 **	338.56 NS	15.21 NS	15.21 NS	1 NS	21.16 NS
Trat.	49	157.13 *	278.88 NS	6.12 NS	27.75 **	16.19 NS	246.60 **
Error	49	86.66	182.40	7.37	6.80	10.45	61.06
Total	99						
$\bar{X}$		312.58	146.90	1.290	1.430	2.420	14.420
C.V.		2.98	9.19	210.49	182.38	133.57	54.19
Rango		336-298	182-119	7-0	23-0	11-0	46-0

Quadro A.3.....Continuación

Exp. 10	Cuadrados Medios							
	F.V.	GL	Alt. Pta.	Alt. Maz.	AC. Raíz	AC. Tallo	Mazorca Pod.	Mala Cobertura
Rep.	1	640.04 *	388.47 NS	57.01 *	2.16 NS	0.15 NS	185.78 NS	
Trat.	51	220.52 NS	408.99 *	8.66 NS	10.86 **	13.01 **	291.20 **	
Error	51	144.53	222.12	7.85	3.40	11.13	103.25	
Total	103							
$\bar{X}$		315.94	149.01	1.875	0.817	2.250	25.279	
C.V.		3.81	10.00	149.45	225.65	148.30	40.19	
Rango		343-289	181-120	7-0	13-0	12-0	53-0	

\*, \*\*, NS, Significativo al 0.05, 0.01 y no significativo respectivamente

Cuadro A.4. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para altura de planta de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de tres ambientes.

F.V. Experimento	CM <sub>L</sub>	CM <sub>t</sub>	CM <sub>Lxt</sub>	CM <sub>εε</sub>	CV (%)
1	300431.17 **	594.14 **	421.30 **	297.05	7.42
2	291866.89 **	884.49 **	436.57 *	354.78	8.28
3	289470.88 **	505.90 **	337.118**	203.88	6.10
4	2796.11 **	495.62 **	255.27 NS	232.84	6.48
5	322851.12 **	505.18 **	242.35 NS	220.18	6.47
6	361177.27 **	321.63 NS	205.70 NS	258.78	6.62
7	382401.33 **	403.72 **	191.73 NS	167.11	5.37
8	436948.08 **	510.30 **	481.06 **	277.85	6.98
9	508109.17 **	320.89 NS	469.62 **	334.82	7.76
10	483267.64 **	351.75 **	278.54 **	157.04	5.15

\*, \*\*, NS, Significancia al nivel de 0.05%, 0.01 y no significativo repesitiva-mente.

$\bar{X}$ =236

Max=271

Min=186

DMS (0.05)=7.30

Cuadro A.5. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, altura de mazorca de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de tres ambientes.

F.V. Experimento	CM <sub>L</sub>	CM <sub>t</sub>	CM <sub>Lxt</sub>	CM <sub>ee</sub>	C.V. (%)
1	39352.20 **	465.50 **	236.65 **	169.19	11.12
2	42134.89 **	351.90 **	183.61 **	124.35	10.13
3	49424.65 **	359.39 **	395.54 **	214.80	12.142
4	45650.71 **	245.58 NS	218.80 *	177.38	11.05
5	50668.87 **	335.29 **	217.14 NS	207.22	12.55
6	43983.41 **	319.68 **	215.99 **	150.35	10.00
7	49363.48 **	298.82 **	180.86 NS	163.72	10.40
8	73522.51 **	433.22 **	249.92 **	165.28	10.76
9	80918.32 **	198.91 NS	266.46 **	162.74	10.84
10	83156.93 **	410.99 **	246.90 **	164.94	10.60

\*, \*\*, NS Significancia al nivel de 0.05%, 0.01% y no significativo respectivamente

$\bar{X}$ =199

Max=142

Min= 97

DMS(0.05)=6.01

Cuadro A.6. Cuadros medios y significancia y significancia de los análisis de varianza combinados, para acame de raíz de los experimentos en la evaluación de híbridos a través de tres ambientes.

F.V. Experimento	CM <sub>L</sub>	CM <sub>t</sub>	CM <sub>Lxt</sub>	CM <sub>ε</sub>	CV (%)
1	119.56 **	1.39 NS	1.25 NS	1.50	67.82
2	472.91 **	1.77 **	1.42 **	0.98	39.99
3	584.65 **	2.22 **	1.96 **	1.30	44.41
4	302.65 **	2.08 **	2.06 **	1.24	49.45
5	373.22 **	1.48 NS	1.69 NS	1.66	53.32
6	145.82 **	1.41 NS	1.81 NS	1.50	58.48
7	95.04 **	2.175 *	1.87 NS	1.56	68.55
8	332.32 **	1.942NS	2.213NS	2.213	65.03
9	122.06 **	1.95 NS	1.54 NS	1.61	63.38
10	413.17 **	4.02 **	2.08 *	1.98	50.43

\*, \*\*, NS Significancia al nivel de 0.05%, 0.01% y no significativo repetivamente

$\bar{X}$  = 5  
 Max = 22  
 Min = 0  
 DMS(0.05) = 0.58

Cuadro A.7. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para acame de tallo de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de tres ambientes.

F.V. Experimento	CM <sub>L</sub>	CM <sub>t</sub>	CM <sub>Lxt</sub>	CM <sub>εε</sub>	CV (%)
1	667.57 **	1.54 **	1.40 **	0.97	34.55
2	127.42 **	1.52 *	1.29 *	1.051	53.51
3	144.50 **	1.55 *	1.14 NS	1.02	52.88
4	99.85 **	1.94 **	1.52 *	1.21	59.37
5	153.42 **	1.42 *	1.68 **	0.95	40.45
6	285.53 **	1.99 NS	1.65 NS	1.46	51.40
7	514.44 **	2.53 **	2.03 **	1.12	38.72
8	406.95 **	2.35 **	1.78 **	1.21	43.41
9	770.70 **	1.90 **	1.93 **	1.03	33.07
10	138.49 **	2.69 **	1.70 **	1.17	52.27

\*, Significancia al nivel de 0.05%, 0.01% y no significativo respectivamente

$\bar{X}=6$   
 Max=20  
 Min=0  
 DMS (0.05)=0.51



Cuadro A.8. Cuadros medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para mazorcas podridas de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de tres ambientes.

F.V. Experimento	CM <sub>L</sub>	CM <sub>t</sub>	CM <sub>Lxt</sub>	CM <sub>εε</sub>	CV (%)
1	597.46 **	2.29 **	1.31 *	1.02	33.10
2	409.04 **	2.02 NS	1.93 NS	1.51	38.31
3	407.57 **	1.98 NS	2.06 NS	1.70	41.57
4	187.05 **	2.88 NS	2.18 NS	2.12	51.47
5	332.74 **	3.08 **	2.28 *	1.81	41.11
6	379.30 **	3.32 **	2.10 NS	1.84	38.98
7	344.34 **	2.51 *	1.27 NS	1.78	41.82
8	598.38 **	3.50 **	2.68 **	1.89	37.88
9	625.79 **	3.06 **	2.68 **	1.80	38.40
10	482.15 **	4.30 **	2.25 NS	1.87	38.84

\*, \*\*, NS, Significancia al nivel de 0.05%, 0.01% y no significativa respectivamente

$\bar{X}=10$   
 Max=31  
 Min= 1  
 DMS (0.05)=0.61

Cuadro A.9. Cuadros medios y significancia de los análisis de varianza combinados, para mala cobertura de 10 experimentos en la evaluación de híbridos a través de tres ambientes.

Expérimto	CM <sub>L</sub>	CM <sub>t</sub>	CM <sub>Lxt</sub>	CM <sub>εε</sub>	CV (%)
1	0.916 NS	13.50 **	1.99 **	1.10	17.65
2	475.52 **	4.91 **	2.51 **	1.19	23.19
3	250.60 **	6.15 **	2.57 *	2.09	31.09
4	241.53 **	7.53 **	2.97 **	1.97	32.54
5	242.07 **	8.39 **	2.45 **	1.84	26.17
6	54.47 **	5.05 **	2.70 **	1.04	24.26
7	260.73 **	6.48 **	2.86 **	1.21	24.96
8	422.63 **	6.36 **	3.12 **	1.69	30.38
9	377.00 **	5.36 **	2.42 **	1.81	32.02
10	372.08 **	6.15 **	2.33 **	1.46	22.33

\*, \*\*, NS, Significativa al nivel de 0.05%, 0.01% y no significativa respectivamente

$\bar{X}=18$   
 Max=46  
 Min= 3  
 DMS (0.05)=0.57

Cuadro A.10. Concentración de medias de las características agronómicas de los 502 híbridos dobles evaluadas en: Atoyac, Jal; Celaya Gto; Torreón Coah.

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
13.4	1.16	248	129	5	3	4	13	15.088
13.4	16.2	257	133	19	3	10	10	14.860
13.11	16.2	250	114	18	4	10	12	14.763
1.5	4.2	237	115	6	5	9	22	14.757
13.2	16.2	243	120	1	3	4	15	14.593
11.5	4.2	271	119	4	3	9	28	14.319
16.2	5	255	130	13	0	7	27	14.284
10.2	18.14	243	127	0	1	6	8	14.257
8.4	16.2	243	116	7	3	6	23	14.063
2.3	13.10	246	120	5	1	8	13	14.035
16.14	5	257	131	8	4	6	22	14.024
16.2	4.16	250	139	6	2	12	24	14.015
11.16	4.9	243	120	0	3	7	34	13.945
13.9	17.6	232	116	7	2	4	13	13.939
4.18	1.16	232	108	10	2	16	26	13.921
1.16	4.11	237	123	3	5	11	21	13.877
16.2	8.17	246	124	11	9	11	13	13.876
13.18	4.9	234	122	6	1	7	19	13.875
11.18	16.2	259	134	12	2	12	40	13.868
12.16	4.11	245	129	0	5	4	17	13.850
18.2	8.4	249	122	4	2	10	30	13.724
16.2	4.1	248	120	2	8	6	14	13.721
10.16	4.1	241	130	15	7	9	5	13.715
13.4	13.9	250	137	5	4	15	9	13.685
16.9	17.5	234	124	17	0	6	18	13.676
16.6	4.2	243	129	3	8	5	31	13.668
16.14	5	259	139	1	2	10	22	13.616
10.6	4.2	254	134	3	8	8	9	13.607
13.16	4.11	244	133	8	1	12	17	13.542
16.14	10	244	127	1	7	15	25	13.522
18.7	2.3	245	122	11	0	7	8	13.481
16.9	4.7	243	122	1	1	5	23	13.474
15.6	4.2	233	114	5	19	11	24	13.453
13.16	4.18	238	123	6	1	5	15	13.439
4.12	16.2	255	116	4	0	6	25	13.428
2.9	18.3	252	138	5	6	9	16	13.406
13.11	1.16	234	117	22	4	13	23	13.398
13.8	16.2	246	127	1	3	12	31	13.397
11.7	2.3	255	126	1	5	6	19	13.390
16.4	5	247	130	4	2	11	26	13.351
12.16	4.1	250	122	2	8	5	18	13.329
4.1	8.16	231	117	1	6	6	26	13.318
4.1	13.16	230	118	12	3	3	13	13.307
16.6	4.2	244	126	1	8	9	12	13.306
1.3	8.4	237	121	2	1	2	16	13.293
4.14	8.18	227	114	9	12	3	15	13.258

Cuadro A.10.....Continuación

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
13.6	4.2	225	120	3	6	6	14	13.238
14.16	4.9	236	121	1	3	3	26	13.238
10.1	13.2	254	114	6	6	12	9	13.236
16.14	5	229	131	1	10	11	23	13.235
1.12	4.11	256	136	4	6	12	29	13.203
4.2	8.12	247	117	3	0	4	22	12.203
B850		259	133	6	3	7	15	13.194
1.16	4.18	232	118	6	5	6	22	13.187
18.16	4.9	240	121	2	4	3	36	13.156
4.6	12.16	241	120	6	8	7	27	13.153
17.5	6.2	236	120	4	4	4	10	13.143
16.14	5	249	129	5	4	5	33	13.131
B810		243	118	11	5	13	30	13.127
4.11	18.10	242	125	12	4	10	16	13.123
4.10	8.11	232	120	2	8	10	13	13.109
4.17	8.11	243	123	1	9	8	11	13.102
8.4	13.2	243	123	7	2	7	15	13.093
8.11	4.9	242	131	5	0	7	35	13.076
4.7	2.3	244	129	8	3	2	15	13.066
1.2	16.15	255	133	2	3	13	11	13.056
16.4	5	238	134	9	6	18	11	13.009
4.2	18.1	252	128	6	8	3	19	13.005
AN447		241	120	4	4	6	15	13.004
AN447		236	132	2	11	11	16	13.002
4.11	1.16	249	131	8	2	10	22	13.000
9.6	4.2	219	104	3	8	9	36	12.997
15.17	8.11	226	116	2	17	24	29	12.994
2.9	8.3	227	123	6	2	13	21	12.978
10.16	18.9	247	118	4	5	8	12	12.978
B840		252	125	11	2	12	15	12.956
1.16	18.14	243	120	6	15	9	13	12.951
10.16	13.9	238	122	1	4	7	8	12.950
12.5	4.2	235	107	5	3	6	19	12.939
18.16	8.17	246	122	0	8	12	10	12.938
1.2	8.17	239	116	1	5	5	6	12.927
17.6	4.2	243	121	2	1	2	16	12.922
4.16	11.18	247	124	2	8	3	23	12.898
18.12	16.2	246	116	8	2	10	31	12.891
11.2	13.4	254	141	7	2	8	12	12.871
11.16	18.9	240	131	0	5	7	30	12.871
2.3	8.4	242	125	9	4	4	19	12.860
1.9	10.5	242	115	11	4	3	8	12.847
13.4	8.18	241	120	4	6	5	12	12.846
8.4	18.1	240	116	3	3	6	19	12.842
10.1	13.16	246	126	11	4	7	5	12.833
13.18	1.16	244	119	5	6	11	11	12.828

Cuadro A. 10.....Continuación

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
17.16	14.9	244	124	0	10	6	9	12.784
13.11	16.2	242	135	4	4	8	30	12.784
10.3	8.4	238	122	4	2	7	12	12.778
18.1	10.5	242	129	3	3	3	19	12.762
19.6	12.16	235	116	3	5	11	22	12.751
18.16	4.1	240	120	2	9	7	23	12.746
6.2	4.17	234	130	2	8	8	27	12.736
1.5	16.9	230	112	2	10	9	23	12.706
18.6	4.2	241	121	2	5	9	25	12.696
AN447		252	135	9	8	7	16	12.690
16.14	5	226	137	7	1	13	24	12.689
16.9	18.3	236	114	4	3	11	33	12.681
4.15	8.11	247	125	11	5	8	22	12.680
10.16	4.9	246	124	4	13	7	8	12.676
17.1	13.16	250	132	15	8	18	9	12.672
10.9	8.3	238	121	5	5	7	26	12.661
18.5	4.2	242	118	9	2	15	26	12.643
10.1	16.15	241	114	5	10	14	20	12.641
1.6	4.2	234	113	5	12	13	28	12.627
12.16	4.9	239	117	0	3	5	23	12.624
10.2	11.18	261	138	3	9	10	9	12.623
8.11	16.2	247	123	19	1	16	36	12.611
16.9	6.5	233	115	7	3	5	23	12.608
AN447		242	127	3	4	6	10	12.595
11.2	18.17	249	125	2	6	16	14	12.594
8.15	16.2	254	125	12	1	21	32	12.590
B830		237	122	3	7	8	5	12.582
15.5	2.3	225	106	8	4	8	11	12.572
11.16	4.1	253	124	7	4	4	13	12.563
4.16	18.12	235	121	3	7	7	25	12.560
B810		228	116	3	6	6	15	12.554
4.16	18.9	244	132	2	3	18	45	12.551
1.2	11.18	249	130	4	6	16	22	12.531
16.2	5	252	138	4	3	6	16	12.530
6.12	4.2	238	118	1	5	5	21	12.523
B830		230	125	14	1	8	8	12.509
1.16	11.9	241	133	2	6	4	23	12.504
18.16	13.9	243	125	1	8	6	16	12.497
4.2	13.15	237	125	22	4	10	11	12.494
13.7	2.3	247	129	4	2	6	10	12.490
AN447		237	133	1	8	11	12	12.467
18.1	13.4	238	121	4	13	6	12	12.465
2.9	4.3	235	118	3	3	8	22	12.461
16.3	4.18	232	123	7	6	6	15	12.450
B850		264	142	3	7	8	22	12.448
11.18	4.9	235	119	7	0	4	42	12.447

Cuadro A. 10.....Continuación

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
8.2	13.15	246	117	7	4	12	15	12.447
2.3	4.18	237	125	7	0	5	7	12.440
1.16	13.9	227	117	2	10	7	15	12.436
10.2	11.9	227	122	4	7	15	17	12.433
B840		250	131	7	4	6	21	12.410
1.14	13.2	241	120	6	8	9	9	12.403
10.6	18.2	232	119	0	12	10	13	12.398
13.16	9.3	224	113	1	8	3	10	12.367
11.7	13.10	236	124	5	3	12	21	12.361
B810		245	131	7	14	12	18	12.361
11.16	18.1	247	115	1	4	9	19	12.361
8.4	13.9	230	110	2	4	9	23	12.351
1.6	12.16	226	109	0	5	12	20	12.346
13.8	4.90	243	122	1	2	8	33	12.345
18.7	13.10	234	124	12	3	8	15	12.339
9.5	4.3	217	102	3	0	8	28	12.329
18.7	8.4	241	128	8	3	3	3	12.326
18.1	9.5	231	118	9	6	7	14	12.324
18.5	16.9	229	114	5	4	13	33	12.320
1.3	6.2	246	123	3	13	5	28	12.314
6.7	8.4	219	119	5	2	5	17	12.313
18.5	13.6	224	110	5	5	7	11	12.298
2.9	18.3	223	116	10	3	9	27	12.289
13.4	18.1	242	116	1	4	14	15	12.283
8.6	13.1	253	126	0	10	8	5	12.274
11.16	18.14	249	123	3	9	14	10	12.271
12.7	1.7	233	126	3	2	6	17	12.162
16.15	12.14	246	123	6	16	15	15	12.257
11.6	12.16	227	121	2	15	9	21	12.257
11.16	8.17	245	135	2	9	17	12	12.256
14.16	18.9	237	120	4	5	7	20	12.253
8.18	16.2	249	114	5	1	12	38	12.251
8.1	13.16	228	111	1	9	22	14	12.244
15.6	18.2	235	119	3	13	18	29	12.242
18.5	7.9	217	106	6	3	4	30	12.232
18.1	13.16	234	117	3	6	7	11	12.224
4.16	8.17	237	124	6	2	5	5	12.199
7.2	18.5	243	117	15	2	5	15	12.199
6.7	4.18	228	116	2	1	4	20	12.181
8.18	10.1	244	118	18	5	8	31	12.178
2.5	3.6	229	124	7	1	9	28	12.166
16.9	1.3	222	113	6	3	13	25	12.160
B859		232	122	12	2	27	31	12.153
11.3	4.7	240	116	0		5	25	12.150
13.2	4.9	233	115	1	1	5	22	12.140
3.7	13.5	238	120	3	3	7	11	12.130
4.17	8.11	241	118	2	16	6	17	12.129

Cuadro A. 10.....Continuación

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
4.9	18.14	227	116	3	9	5	17	12.124
17.6	13.9	236	125	4	13	11	13	12.116
15.10	13.4	229	114	8	9	8	14	12.099
11.5	16.3	233	111	3	5	8	22	12.097
13.10	8.6	242	119	4	12	19	10	12.097
10.9	3.6	219	105	1	9	6	10	12.095
14.9	10.5	227	105	6	1	20	11	12.094
2.5	11.7	225	123	4	6	5	13	12.089
4.1	18.16	237	122	0	6	4	14	12.086
15.1	13.16	249	117	4	8	13	14	12.083
4.12	8.18	241	120	7	3	8	24	12.082
1.3	8.11	221	128	8	9	6	7	12.068
1.14	13.16	238	131	8	6	13	6	12.050
8.16	18.9	243	123	2	3	18	37	12.040
17.2	9.3	239	123	3	3	10	18	12.037
8.11	1.16	251	126	5	6	12	39	12.035
3.6	18.2	237	112	1	7	12	27	12.031
4.14	8.11	246	126	3	4	10	19	12.027
2.9	10.5	229	113	2	3	11	16	12.014
B850		235	113	4	10	30	38	12.989
4.5	2.3	232	118	1	2	5	19	12.959
13.2	9.3	247	133	7	5	7	18	12.956
16.5	13.9	232	123	2	10	13	10	12.947
12.5	6.2	228	107	5	3	3	24	11.946
1.12	13.2	237	115	3	5	5	9	11.939
B819		235	117	8	6	14	15	11.934
1.3	18.7	247	128	3	5	9	34	11.927
2.9	5.7	234	112	2	1	7	27	11.925
17.9	8.3	226	115	6	3	8	20	11.909
16.2	11.9	239	121	5	6	10	25	11.906
10.2	11.18	256	133	4	9	16	14	11.906
B850		223	112	8	4	27	33	11.904
1.16	13.9	245	127	3	2	8	7	11.903
2.3	4.5	237	116	3	1	3	15	11.896
18.7	13.10	234	118	6	2	4	12	11.879
16.7	4.2	253	126	10	4	2	11	11.877
16.7	18.5	241	117	7	3	8	20	11.877
2.9	15.5	224	115	3	3	13	23	11.872
1.3	13.10	243	118	8	2	11	12	11.871
17.9	16.2	237	129	5	2	14	14	11.856
1.14	4.11	240	131	10	13	9	20	11.852
17.1	16.12	244	114	18	8	29	10	11.847
11.1	4.18	238	122	9	10	12	22	11.842
17.7	11.5	242	127	5	2	11	9	11.825
9.6	8.18	228	106	7	7	9	36	11.818
B840		244	124	10	7	10	16	11.808
12.16	18.14	242	119	0	11	9	14	11.806

Cuadro A. 10.....Continuación

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
18.2	8.11	239	124	7	7	11	32	11.797
10.2	18.7	257	127	4	9	11	20	11.791
6.2	12.16	239	130	3	4	14	13	11.782
11.16	13.9	231	127	0	3	12	17	11.772
9.3	12.14	233	122	3	6	7	5	11.771
17.2	11.18	249	132	2	6	10	19	11.765
12.7	2.3	241	118	0	2	1	4	11.757
16.7	11.5	236	125	15	4	6	22	11.750
11.5	2.3	229	108	3	2	6	15	11.750
8.3	9.5	228	107	5	0	6	27	11.747
12.17	8.11	241	115	0	9	8	10	11.733
17.6	12.16	224	121	4	6	13	15	11.733
4.16	18.9	250	124	6	7	15	15	11.730
6.7	2.3	231	125	10	1	10	5	11.722
13.9	4.1	231	120	11	2	5	19	11.722
18.5	4.3	230	114	5	1	9	24	11.718
14.16	13.1	234	122	2	9	20	7	11.710
16.15	14.9	239	119	0	10	18	18	11.706
8.16	13.15	238	114	5	6	13	13	11.701
16.7	13.10	242	122	7	3	10	8	11.698
8.16	18.1	248	115	4	12	7	9	11.685
17.6	8.3	227	108	0	13	10	16	11.680
10.1	9.3	231	107	4	4	5	20	11.652
13.17	8.11	246	124	4	18	17	6	11.631
1.14	13.4	241	131	9	7	12	21	11.630
6.5	2.3	235	120	13	1	9	25	11.626
13.16	18.12	243	127	6	4	6	9	11.624
7.9	17.5	235	120	3	3	5	28	11.610
8.3	17.8	236	123	6	1	12	11	11.609
9.5	11.7	223	98	6	2	6	28	11.609
13.9	4.18	223	118	3	7	4	22	11.603
1.16	11.18	253	122	4	17	8	16	11.595
13.7	4.18	234	115	7	2	6	7	11.588
1.5	12.16	229	113	3	12	5	13	11.581
10.2	18.9	255	130	1	4	19	18	11.572
12.5	8.3	220	107	2	3	9	14	11.566
17.2	18.1	238	130	1	5	14	13	11.552
B850		238	120	14	2	8	14	11.551
7.2	17.6	238	103	5	2	5	12	11.542
10.2	8.11	244	115	4	5	10	27	11.538
10.2	9.3	237	118	3	2	10	17	11.534
10.6	12.6	232	124	2	11	13	10	11.524
10.6	6.2	233	122	2	16	11	8	11.514
2.5	7.9	235	115	6	1	12	31	11.502
7.9	1.5	220	112	2	3	16	27	11.500
AN447		254	130	5	19	10	9	11.496



Cuadro A. 10.....Continuación

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
17.9	1.3	231	122	13	5	15	14	11.488
1.9	3.6	242	108	4	2	5	23	11.481
13.7	8.4	231	118	3	2	4	9	11.467
8.15	13.18	237	113	6	5	15	19	11.466
2.16	18.2	224	109	0	6	15	46	11.454
10.5	7.9	230	118	1	3	5	21	11.449
17.7	10.5	240	118	20	4	5	15	11.438
B840		262	140	8	6	14	21	11.435
10.5	15.6	225	106	10	4	13	10	11.433
15.5	3.6	230	103	4	9	11	20	11.431
12.16	8.17	237	115	7	8	9	11	11.428
11.9	8.17	225	110	6	4	12	29	11.425
3.12	4.7	242	123	2	3	3	14	11.423
1.16	18.9	236	112	3	7	9	30	11.410
16.7	17.6	243	126	4	9	9	12	11.400
15.5	4.3	232	108	4	2	11	21	11.396
13.16	18.1	237	114	4	9	3	5	11.393
8.3	10.5	228	120	8	4	4	16	11.382
4.11	13.18	245	123	7	10	9	15	11.374
13.14	8.18	242	127	2	15	9	7	11.370
17.1	8.16	234	122	4	4	10	15	11.366
5.9	4.7	223	112	2	3	3	23	11.343
14.9	16.2	228	131	10	2	12	26	11.332
4.14	13.18	228	119	5	16	9	12	11.316
18.2	13.4	235	123	6	4	6	15	11.313
B840		251	117	10	6	16	19	11.312
8.2	18.17	245	125	2	3	19	18	11.308
18.5	8.3	224	99	8	3	8	19	11.306
18.9	5.18	226	107	9	1	16	28	11.305
8.3	15.5	224	118	4	4	13	19	11.303
1.2	16.15	244	124	3	8	13	10	11.289
13.2	18.15	233	119	7	3	17	37	11.272
14.9	17.5	230	116	7	5	12	14	11.271
10.7	2.3	244	130	10	0	9	14	11.269
2.9	6.5	234	114	12	1	6	19	11.269
AN447		239	115	4	9	8	19	11.265
11.16	18.12	242	118	4	6	13	21	11.257
15.10	8.11	237	121	6	18	16	16	11.246
1.16	9.12	231	102	1	10	8	6	11.245
12.16	13.9	230	120	0	5	9	14	11.230
15.9	8.17	233	122	3	3	10	17	11.214
15.14	13.18	243	117	4	8	15	10	11.211
18.7	2.3	233	114	2	5	7	13	11.206
13.1	8.6	244	117	0	6	11	17	11.198
8.16	9.3	235	117	5	3	7	31	11.180
18.1	13.15	235	110	6	5	12	12	11.178
18.10	8.11	239	117	3	17	15	12	11.168

Cuadro A. 10.....Continuación

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
18.5	16.3	231	118	9	1	13	16	11.165
17.9	10.5	227	115	4	2	15	16	11.146
6.5	16.3	234	110	9	2	9	14	11.144
8.16	13.1	246	111	3	9	13	21	11.123
8.11	13.9	233	115	3	5	8	19	11.113
9.18	8.11	243	122	4	3	14	22	11.112
2.5	3.6	240	120	10	2	9	23	11.112
13.3	15.9	230	115	7	5	12	9	11.110
4.3	17.5	236	114	10	3	3	18	11.103
4.1	8.6	235	117	6	8	12	28	11.091
8.6	12.16	227	115	4	8	10	21	11.085
13.6	12.16	235	124	6	8	9	13	11.069
18.1	8.16	238	112	7	6	12	26	11.069
10.5	4.2	238	118	14	1	11	11	11.044
1.7	11.5	231	130	13	2	17	12	11.044
13.16	18.9	239	113	3	3	10	30	11.016
18.1	13.2	229	109	6	7	11	19	11.011
12.16	18.1	241	119	1	7	8	16	11.004
17.5	6.9	227	106	5	2	6	18	11.001
11.1	18.17	245	122	5	10	19	15	10.999
13.16	4.9	232	117	5	1	8	19	10.996
13.9	8.17	223	106	1	6	7	10	10.984
13.14	8.15	228	117	10	14	22	8	10.982
17.5	15.6	227	113	19	6	10	10	10.970
14.6	18.1	241	115	6	15	13	13	10.966
3.7	18.5	228	117	5	3	6	18	10.954
8.2	9.3	225	114	1	5	10	31	10.949
15.5	16.9	223	105	9	0	13	30	10.944
11.7	4.18	230	121	1	6	12	8	10.941
1.6	18.2	237	118	5	4	10	28	10.937
15.6	12.16	214	108	1	6	20	24	10.929
4.3	10.5	242	127	6	1	11	15	10.928
B810		238	118	6	6	11	22	10.916
15.5	8.3	229	106	7	4	6	19	10.908
4.5	16.3	229	121	20	2	4	23	10.896
17.5	12.16	224	114	4	3	11	13	10.894
6.12	18.2	228	115	1	8	8	28	10.891
1.2	14.16	242	120	6	3	5	18	10.882
10.16	8.17	232	117	4	7	13	6	10.879
12.5	4.3	221	99	1	3	8	14	10.854
15.14	8.18	218	113	5	17	17	21	10.849
18.1	17.5	240	111	7	2	10	10	10.846
1.2	8.17	240	121	2	4	13	4	10.844
15.1	13.2	236	121	5	8	14	10	10.833
17.6	7.9	224	118	1	17	9	14	10.822
4.5	7.9	225	123	8	1	12	28	10.821
1.2	18.9	243	114	7	1	9	25	10.815

Cuadro A. 10.....Continuación

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
14.16	13.9	231	124	0	8	9	11	10.812
18.17	8.11	249	113	0	13	14	23	10.799
5.7	18.5	242	121	10	3	8	12	10.796
17.9	3.6	226	112	3	3	9	19	10.790
11.2	13.15	224	124	8	8	18	15	10.786
4.5	11.7	228	110	7	0	9	27	10.774
9.6	12.16	218	103	1	9	8	27	10.769
AN447		241	126	1	5	16	17	10.737
7.9	10.5	235	114	7	7	14	19	10.737
AN447		247	128	4	10	16	14	10.734
13.8	18.1	248	135	6	3	11	26	10.732
15.5	7.9	229	115	4	1	13	22	10.728
7.9	15.5	227	113	3	0	7	20	10.727
1.5	3.6	214	101	6	8	9	27	10.695
17.9	11.5	227	120	1	1	10	32	10.672
10.6	13.8	223	112	1	11	12	20	10.651
13.2	18.7	242	126	6	6	13	8	10.650
B830		241	123	11	2	12	17	10.624
12.10	8.11	227	105	7	7	11	9	10.620
18.1	8.6	242	114	0	14	17	22	10.615
11.9	16.2	226	113	3	2	10	26	10.595
9.6	8.3	219	113	1	8	11	33	10.589
10.7	11.5	236	120	15	4	5	5	10.574
11.15	18.1	253	137	14	9	26	31	10.571
10.3	13.10	239	129	6	0	11	10	10.569
7.3	15.9	233	115	1	6	14	22	10.547
15.7	11.5	241	126	4	4	11	20	10.543
6.5	7.9	210	99	8	5	8	21	10.533
8.2	18.1	235	112	6	10	9	19	10.531
5.7	3.7	228	114	6	5	7	9	10.522
10.2	18.9	242	116	6	3	19	26	10.520
8.11	18.1	237	124	4	11	16	22	10.520
2.9	12.7	219	106	5	4	21	32	10.507
15.10	8.6	235	115	3	16	16	17	10.504
4.3	1.7	230	118	9	4	6	18	10.487
13.9	12.14	217	113	1	7	5	13	10.470
4.15	18.1	241	118	4	18	10	24	10.456
2.3	15.7	241	120	16	0	10	22	10.454
12.7	15.7	232	117	7	3	11	19	10.439
7.2	11.5	236	111	5	2	5	32	10.436
1.2	10.7	230	114	8	6	4	11	10.418
2.5	2.3	241	129	16	3	12	10	10.418
17.7	18.5	246	120	7	3	7	7	10.417
1.7	17.6	239	123	8	2	13	11	10.412
7.9	4.18	235	120	3	2	10	19	10.410
11.10	8.17	228	106	3	11	10	8	10.403
12.14	8.11	242	118	1	12	14	20	10.380

Cuadro A. 10.....Continuación

CS	CS	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
AN447		238	116	5	11	10	19	10.379
15.1	18.17	227	107	5	12	23	25	10.365
17.5	3.6	224	105	9	3	10	10	10.351
3.6	7.9	223	108	1	16	15	31	10.340
1.7	13.1	250	128	16	3	17	16	10.310
1.6	13.8	233	115	1	8	6	17	10.304
1.2	9.3	232	114	9	1	9	26	10.300
9.12	11.18	224	111	4	2	9	20	10.255
8.15	5.1	243	112	10	3	19	26	10.253
6.5	11.7	224	109	6	1	9	16	10.230
18.5	17.6	232	117	14	3	10	18	10.228
5.7	15.6	223	110	2	1	11	17	10.216
15.9	11.18	232	118	4	3	12	30	10.202
2.12	8.11	244	123	2	8	15	22	10.163
13.16	18.9	223	106	3	3	27	21	10.162
15.1	8.12	232	116	1	13	18	14	10.154
11.5	11.7	225	113	5	2	12	17	10.130
1.5	13.8	237	122	8	1	17	17	10.124
4.10	18.17	251	128	5	7	13	8	10.110
10.5	3.6	227	109	11	7	11	7	10.106
15.6	7.9	228	118	5	12	11	42	10.101
18.1	15.7	226	112	3	1	7	29	10.086
3.12	15.9	230	108	3	0	4	15	10.085
6.9	2.3	232	111	5	2	14	26	10.074
9.5	13.6	219	103	2	2	9	21	10.017
15.5	13.6	214	104	8	11	12	9	10.012
9.5	8.3	215	104	3	3	9	29	10.009
1.9	2.5	221	126	6	8	13	22	9.977
12.5	11.7	231	106	6	1	8	16	9.972
17.6	13.1	230	120	3	14	13	5	9.963
8.17	8.11	234	118	2	10	10	10	9.927
1.14	18.17	252	125	4	17	16	9	9.924
1.3	13.6	218	110	4	12	12	11	9.903
10.2	8.17	243	121	2	13	14	5	9.896
13.12	18.1	250	123	11	7	15	22	9.889
1.5	15.6	223	101	13	3	11	27	9.868
15.3	7.9	212	110	6	1	12	31	9.861
8.18	10.1	254	118	20	8	9	32	9.847
12.5	13.6	212	101	7	2	6	10	9.837
1.2	7.9	224	117	5	7	7	19	9.837
11.1	8.12	226	118	4	7	12	31	9.817
7.9	6.16	227	107	4	2	11	24	9.803
4.17	13.8	237	112	3	7	15	22	9.801
18.14	8.15	225	106	2	20	19	20	9.793
17.1	13.15	228	118	6	12	22	4	9.790
15.10	18.17	228	113	5	11	21	15	9.720
3.6	4.7	235	103	4	11	7	16	9.714

## Cuadro A. 10.....Continuación

---

18.1	2.7	227	113	2	1	8	22	9.711
10.5	12.16	186	113	6	1	7	8	9.704
18.14	13.8	233	116	1	11	19	14	9.677
1.14	18.17	229	112	4	4	10	8	9.688
9.5	3.6	226	108	6	1	11	13	9.655
7.9	1.5	217	103	12	1	12	24	9.617
18.10	8.17	235	109	1	13	8	10	9.571
10.5	13.6	228	111	7	6	14	10	9.570
18.1	8.12	232	107	7	11	11	22	9.562
18.12	16.2	248	130	4	5	12	32	9.501
B830		212	101	3	6	12	21	9.456
12.10	18.17	246	122	2	14	14	9	9.434
11.3	5.7	225	107	6	1	2	31	9.425
4.6	5.7	223	102	6	10	10	9	9.406
13.10	8.17	237	121	4	11	13	6	9.404
10.1	13.15	232	121	12	12	24	13	9.384
4.1	18.1	243	122	10	9	12	25	9.322
13.2	9.3	225	102	4	4	16	18	9.282
3.7	11.5	235	118	8	1	5	11	9.228
18.1	13.15	225	111	3	11	19	13	9.211
18.1	9.3	239	113	6	11	9	23	9.178
4.10	8.17	246	121	5	4	8	10	9.157
12.5	10.3	207	97	5	1	8	19	9.151
1.5	8.11	217	110	12	4	20	14	9.042
13.15	18.1	239	109	14	4	18	20	9.007
13.9	18.14	230	120	2	16	17	16	8.999
8.10	18.17	234	116	5	8	14	12	8.960
17.9	15.5	217	112	6	7	12	13	8.930
10.3	4.18	224	126	10	6	16	7	8.839
11.3	7.9	221	111	0	2	7	36	8.706
1.12	13.2	236	116	2	7	18	17	8.600
12.14	13.8	242	124	2	7	22	17	8.547
18.2	13.8	230	105	6	0	19	32	7.402
11.15	13.18	236	107	9	0	29	26	7.097
18.15	13.8	241	113	17	6	31	23	6.750

---

CUADRO A.11. PREPOTENCIA PARA RENDIMIENTO (TON/HA), EN LAS 143 CRUZAS SIMPLES Y DEMAS CARACTERISTICAS EN TRES AMBIENTES. CELAYA GTO. ATOYAC JAL, TO - RREON COAH.

CS	PART	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
13.11	(3)	242	122	15	4	10	21	13.648
15.17	(1)	226	116	2	18	25	29	12.994
4.11	(8)	245	129	6	6	10	20	12.978
11.6	(2)	235	125	2	11	7	26	12.962
16.2	(20)	246	124	8	3	11	25	12.945
13.4	(8)	243	126	7	5	8	14	12.874
4.16	(5)	243	128	4	4	9	24	12.845
1.16	(14)	240	120	6	7	9	20	12.820
4.2	(15)	239	120	6	6	7	20	12.820
4.9	(12)	237	120	3	3	5	25	12.805
4.12	(2)	248	118	6	1	7	25	12.755
18.10	(1)	244	124	11	4	10	16	12.750
8.4	(11)	238	120	5	2	6	18	12.736
18.6	(2)	238	118	2	5	10	24	12.723
18.16	(5)	241	122	1	7	6	20	12.684
10.16	(5)	241	122	6	8	9	8	12.640
16.9	(8)	231	115	6	3	9	26	12.571
18.3	(2)	229	115	7	3	10	30	12.485
10.4	(1)	238	121	4	13	6	12	12.465
17.16	(2)	240	124	2	12	8	11	12.450
11.16	(8)	244	124	2	5	10	19	12.412
6.2	(5)	237	122	3	6	7	20	12.384
10.9	(2)	228	113	3	7	7	18	12.378
4.14	(3)	239	123	7	10	7	18	12.367
13.16	(14)	238	121	6	5	9	13	12.271
18.7	(5)	240	122	6	3	6	14	12.164
13.5	(1)	238	120	3	3	7	11	12.130
2.3	(18)	239	120	6	2	7	14	12.114
11.2	(3)	242	130	6	4	14	13	12.083
6.7	(3)	226	120	6	1	6	14	12.072
13.10	(6)	240	122	6	2	9	13	12.068
10.6	(4)	235	122	1	10	10	13	12.045
11.18	(10)	247	126	5	6	10	23	12.009
16.15	(5)	240	120	3	11	14	15	11.968
4.17	(4)	239	121	2	10	9	19	11.942
2.9	(8)	228	114	5	2	11	23	11.914
4.1	(14)	240	121	6	7	8	16	11.913
4.18	(12)	232	119	6	4	8	16	11.903
1.3	(8)	233	120	6	6	9	18	11.878
10.2	(8)	246	125	3	7	12	15	11.870
4.7	(6)	238	117	3	4	4	19	11.862
13.7	(3)	237	120	5	2	5	9	11.848
16.12	(1)	244	114	18	9	29	10	11.847
14.9	(5)	233	119	4	6	13	15	11.837

CUADRO A. 11. . . . . Continuación

CS	PART	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
8.18	(9)	238	117	8	8	9	24	11.833
17.2	(3)	242	128	2	5	11	16	11.785
18.9	(10)	240	119	4	4	12	28	11.776
11.9	(5)	231	120	4	5	10	24	11.773
12.16	(20)	230	117	3	7	9	17	11.766
12.17	(1)	241	115	0	9	8	10	11.733
14.16	(5)	236	121	3	6	9	16	11.732
✓16.7	(5)	243	123	9	5	9	15	11.720
8.16	(8)	239	116	4	6	11	22	11.685
13.9	(16)	230	119	2	7	8	15	11.684
13.17	(1)	246	124	2	18	17	6	11.631
17.8	(1)	236	123	6	1	12	11	11.609
18.12	(5)	243	122	5	5	9	24	11.567
1.6	(4)	232	114	3	7	10	23	11.554
16.3	(5)	232	117	10	3	8	18	11.550
8.11	(24)	238	120	5	9	12	19	11.545
9.6	(4)	221	106	3	8	9	33	11.543
12.6	(1)	232	124	2	11	13	10	11.524
8.3	(13)	226	112	5	4	9	21	11.511
13.18	(9)	239	117	5	7	12	16	11.499
13.2	(12)	238	118	4	5	11	16	11.493
17.5	(10)	231	114	8	3	8	15	11.486
18.14	(8)	236	118	2	12	12	14	11.485
2.5	(5)	231	119	7	3	9	28	11.467
17.6	(10)	233	117	5	7	9	13	11.464
2.16	(1)	224	109	0	6	15	46	11.454
18.5	(12)	232	114	8	3	8	18	11.450
1.9	(3)	235	116	7	4	7	18	11.435
18.2	(11)	235	116	3	6	12	28	11.430
17.1	(4)	239	121	11	8	20	9	11.419
4.3	(8)	230	113	5	2	8	20	11.409
4.15	(2)	238	118	6	12	9	20	11.401
7.2	(3)	239	110	8	2	5	20	11.392
8.6	(6)	239	118	3	10	13	16	11.375
17.7	(3)	243	124	11	3	9	10	11.359
10.1	(7)	235	113	10	6	10	17	11.356
5.9	(1)	224	112	2	3	4	23	11.343
18.1	(33)	237	117	7	8	11	18	11.315
8.2	(4)	238	117	4	5	12	21	11.308
5.18	(1)	226	107	9	1	16	28	11.305
15.6	(7)	226	110	7	7	13	20	11.302
13.1	(7)	242	119	2	10	14	10	11.296
4.6	(2)	232	111	6	9	8	18	11.280
11.7	(9)	231	114	5	3	9	18	11.277
4.5	(5)	230	118	8	1	7	22	11.269
1.14	(6)	240	125	7	9	11	12	11.254

## CUADRO A.11.....Continuación

CS	PART	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
13.6	(8)	232	116	5	6	9	12	11.247
1.12	(6)	243	122	3	6	11	18	11.247
10.5	(15)	230	115	8	3	10	13	11.243
12.7	(4)	231	117	4	3	10	11	11.242
6.5	(6)	228	111	9	2	7	20	11.235
8.17	(18)	237	118	3	8	10	10	11.199
13.14	(2)	235	122	6	14	15	7	11.176
9.18	(1)	243	122	4	3	14	22	11.112
13.3	(1)	230	115	7	5	12	9	11.110
9.3	(11)	233	116	4	5	8	20	11.10
9.5	(7)	223	106	5	2	8	23	11.098
1.2	(9)	238	119	5	5	9	16	11.094
15.14	(2)	231	115	4	13	16	15	11.030
11.5	(11)	234	119	7	2	8	18	11.002
15.5	(11)	225	109	5	4	11	19	10.984
1.7	(5)	235	124	8	3	10	13	10.974
17.9	(7)	227	118	5	3	12	18	10.970
14.6	(1)	241	115	6	15	13	13	10.966
8.15	(6)	238	114	6	9	19	21	10.950
13.6	(13)	229	109	5	6	10	20	10.921
12.5	(7)	222	103	4	2	7	16	10.895
15.1	(8)	234	115	5	12	16	16	10.875
8.12	(5)	236	115	4	7	11	23	10.855
11.1	(4)	234	117	5	9	13	19	10.765
3.12	(2)	236	116	2	2	4	14	10.754
10.7	(3)	237	121	11	3	6	10	10.754
9.12	(2)	228	107	2	6	9	13	10.750
12.14	(4)	240	122	3	10	14	14	10.739
3.7	(4)	232	117	5	3	6	15	10.708
1.5	(8)	223	109	8	5	12	21	10.679
13.15	(9)	234	116	9	7	16	13	10.666
7.9	(18)	225	113	4	4	10	25	10.653
15.9	(5)	232	115	4	3	10	18	10.631
8.1	(2)	231	113	3	9	18	13	10.602
15.7	(4)	236	119	9	1	9	24	10.574
7.3	(1)	233	115	1	6	14	22	10.547
6.9	(2)	230	109	5	2	10	22	10.537
18.17	(13)	243	120	4	9	16	14	10.486
11.14	(1)	217	113	1	7	5	13	10.470
5.7	(6)	229	111	5	3	7	19	10.382
10.3	(4)	227	118	6	2	10	12	10.334
5.1	(1)	243	112	10	3	19	26	10.253
2.12	(1)	244	123	2	8	15	22	10.163
11.3	(3)	228	112	2	1	5	31	10.094
13.8	(11)	237	118	4	5	15	21	10.068
12.1	(2)	236	114	5	10	12	9	10.027



CUADRO A.11.....Continuación

CS	PART	AP	AM	AR	AT	MP	MC	REND.
13.12	(1)	250	123	11	7	15	22	9.889
15.3	(1)	213	110	6	1	12	31	9.861
6.16	(1)	227	107	4	2	11	24	9.803
2.7	(1)	228	113	2	1	8	22	9.711
18.15	(2)	237	116	12	5	24	30	9.011
11.15	(2)	245	122	11	5	27	29	8.834
6.12	(2)	185	93	1	6	7	12	8.638

C.S. =CRUZA SIMPLE

PART.=PARTICIPACION PROMEDIO DE LA CRUZA SIMPLE EN COMBINACION CON OTRAS PARA ESTIMARLE SU APTITUD COMBINATORIA O PREPOTENCIA

A.P.= ALTURA DE PLANTA

A.M.= ALTURA DE MAZORCA

A.R.= ACAME DE RAIZ (%)

A.T.= ACAME DE TALLO (%)

M.P.= MAZORCAS PODRIDAS (%)

M.C.= MALA COBERTURA (%)

REND.=RENDIMIENTO (TON/HA) AL 15.5% DE HUMEDAD

Cuadro A.12. Genealogías con clave numérica de 18 líneas formadoras de 153 cruzas simples y progenitoras de los híbridos dobles.

Clave	Genealogía	Ambiente
1	351-296-1-6	T. Húmedo
2	232-10-11-1	Bajío
3	STS(1 26-2-1-2-1)	T. Seco
4	43-46-2-3-2	T. Húmedo
5	353-173-5-1	Bajío
6	V524-85-1-2	T. Húmedo
7	V524-158-2-6	T. Húmedo
8	Pool24HC37-2-1	T. Húmedo
9	AN2R27-5-1	Bajío, T. Seco
10	353-172-2-2	T. Húmedo
11	AN90	T. Seco
12	AN60-2	T. Seco
13	V524-223-1-7	T. Húmedo
14	AN7	T. Seco
15	AN12	Bajío
16	255-18-19	Bajío
17	252	Bajío
18	AN24	T. Seco

Testigos, B810, B830, B840, B850, AN-447