UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE POSGRADO

"Aprovechamiento de híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) en la formación de variedades sintéticas y cruzas intervarietales para el Municipio de Poncitlán, Jalisco"

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

PRESENTA:

NICOLAS SOLANO VÁZQUEZ

DIRECTOR:

DR. EDUARDO RODRÍGUEZ GUZMÁN

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., MAYO 2006

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Forestales

La tesis **"Aprovechamiento de híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) en la formación de variedades sintéticas y cruzas intervarietales para el Municipio de Poncitlán, Jalisco"** del C. Nicolás Solano Vázquez, se realizó bajo la dirección del Consejo particular que se indica, fue aprobada por el mismo y se aceptó como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRIA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

Consejo Particular

Tutor: _____
Dr. Eduardo Rodríguez Guzmán

Asesor: _____
Dr. José Ron Parra

Asesor: _____
Dr. José de Jesús Sánchez González

Asesor: _____
Dr. Rogelio Lépiz Ildefonso

Asesor: _____
M.C. Salvador A. Hurtado de la Peña

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., MAYO 2006

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que me permitió terminar este trabajo.

Al Dr. Eduardo Rodríguez Guzmán, por su constante apoyo para conducir el trabajo de campo y la elaboración del presente documento.

Al Dr. José Ron Parra por su valiosa orientación que me permitió adoptar la idea y los conocimientos para desarrollar la investigación en este tema.

Al Dr. J. de Jesús Sánchez González por su constante apoyo para el análisis estadístico de la información respecto a este trabajo.

Al Dr. Rogelio Lepiz I., por su amistad y apoyo, que han contribuido en mi desarrollo profesional.

Al M.C. Salvador Hurtado de la Peña, por la amistad que siempre me ha prodigado y por su valiosa contribución en este trabajo.

A todos mis maestros y amigos que de diversas maneras contribuyeron para el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIAS

A toda mi familia, que de manera desinteresada me apoya, me quiere y alienta en todo momento, a pesar de mis defectos de carácter.

A todas las personas que con su amistad le han dado alegría a muchos momentos de mi larga vida.

INDICE

AGRADECIMIENTOS ..... **I**

DEDICATORIAS ..... **II**

INDICE ..... **III**

INDICE DE CUADROS ..... **V**

INDICE DE FIGURAS ..... **VII**

RESUMEN ..... **VIII**

I. INTRODUCCIÓN. **1**

1.1. OBJETIVOS **3**

1.2. HIPOTESIS **3**

II. REVISIÓN DE LITERATURA **4**

2.1. ANTECEDENTES DEL MAÍZ HÍBRIDO **4**

2.2. VARIEDADES SINTÉTICAS. **4**

2.3. CRUZAS INTERVARIETALES **7**

III. MATERIALES Y MÉTODOS **10**

3.1. PRIMERA ETAPA. **10**

3.1.1. ELECCIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO 10

3.1.2. FORMACIÓN DE UNA VARIEDAD SINTÉTICA DESBALANCEADA (VSD) 11

3.1.3. FORMACIÓN DE SEIS CRUZAS INTERVARIETALES (CI). 16

3.1.4. FORMACIÓN DE UNA VARIEDAD SINTÉTICA BALANCEADA (VSB). 18

3.1.5. FORMACIÓN DE UNA VARIEDAD SINTÉTICA INTEGRADA A PARTIR DE UN COMPUESTO BALANCEADO (VSCB). 19

3.2. SEGUNDA ETAPA **20**

3.2.1. MATERIALES INCLUIDOS EN LA EVALUACIÓN. 20

3.2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL, TAMAÑO DE PARCELAS Y DENSIDAD DE POBLACIÓN. 20

3.2.3. PRÁCTICAS AGRONÓMICAS 22

3.2.4. COSECHA. 23

3.2.5. VARIABLES ESTUDIADAS 23

3.2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO. 24

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **26**

4.1. LOCALIDAD SANTA CRUZ **26**

4.2. LOCALIDAD CASA BLANCA **30**

4.3. LOCALIDAD LAS AGUJAS **35**

4.4. COMPORTAMIENTO DE LOS 17 GENOTIPOS EN LAS TRES LOCALIDADES **39**

4.4.1. ANÁLISIS COMPARADO DE GRUPOS DE GENOTIPOS 44

4.4.2. ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO. MODELO DE EBERHART Y RUSSELL Y CLASIFICACIÓN DE VARIEDADES DE MÁRQUEZ Y CARBALLO 44

4.5. DISCUSION GENERAL **46**

V. CONCLUSIONES **49**

VI. BILBIOGRAFIA **51**

VII. APENDICE **53**

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE CUATRO HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ (*ZEA MAYS* L.) UTILIZADO COMO GERMOPLASMA BASE PARA FORMAR VARIEDADES SINTÉTICAS Y CRUZAS INTERVARIETALES..... 12

CUADRO 2. DÍAS A FLORACIÓN Y A COSECHA DE CUATRO HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ (ZEA MAYS L.), UTILIZADOS COMO GERMOPLASMA BASE PARA FORMAR VARIEDADES SINTÉTICAS Y CRUZAS INTERVARIETALES..... 12

CUADRO 3. FERTILIZACIÓN DEL LOTE DE PRODUCCIÓN DE UNA VARIEDAD SINTÉTICA DESBALANCEADA DE MAÍZ (ZEA MAYS L.). CERRO DE ORTEGA, TECOMÁN, COLIMA. CICLO AGRÍCOLA O-I 2002/2003. 13

CUADRO 4. RIEGOS APLICADOS A UN LOTE DE PRODUCCIÓN DE UNA VARIEDAD SINTÉTICA DESBALANCEADA DE MAÍZ (ZEA MAYS L.). CERRO DE ORTEGA, TECOMÁN, COLIMA. CICLO AGRÍCOLA O-I 2002/2003. 15

CUADRO 5. CONTROL DE PLAGAS EN LOTE DE PRODUCCIÓN DE UNA VARIEDAD SINTÉTICA DESBALANCEADA DE MAÍZ (ZEA MAYS L.). CERRO DE ORTEGA, TECOMÁN, COLIMA. CICLO AGRÍCOLA O-I 2002/2003. 15

CUADRO 6. DATOS FENOLÓGICOS DE CUATRO HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ (ZEA MAYS L.) UTILIZADOS PARA FORMAR SEIS CRUZAS INTERVARIETALES. CERRO DE ORTEGA, TECOMÁN, COLIMA, CICLO AGRÍCOLA O-I 2002/2003. 18

CUADRO 7. TRATAMIENTOS QUE SE ESTUDIARON EN TRES SITIOS; DOS EN EL MUNICIPIO DE PONCITLÁN Y UNO EN EL MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JALISCO. MÉXICO. PV-2003. 21

CUADRO 8. MANEJO AGRONÓMICO REALIZADO EN TRES SITIOS DE EVALUACIÓN DE MATERIALES DE MAÍZ (*ZEA MAYZ* L.) PV-2003. 22

CUADRO 9.CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA DE F PARA 9 CARACTERES EN 17 GENOTIPOS DE MAIZ ANALIZADOS EN 16 BLOQUES CONTRASTADOS. LOCALIDAD SANTA CRUZ EL GRANDE, MUNICIPIO DE PONCITLÁN, JALISCO, MÉXICO. 2003... 27

CUADRO 10. PROMEDIOS PARA 6 CARACTERES EN 17 GENOTIPOS DE MAÍZ. LOCALIDAD SANTA CRUZ EL GRANDE, MUNICIPIO DE PONCITLÁN, JALISCO, MÉXICO. 2003... 29

CUADRO 11. CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA DE F PARA 10 CARACTERES EN 17 GENOTIPOS DE MAÍZ ANALIZADOS EN 16 BLOQUES CONTRASTADOS. LOCALIDAD CASA BLANCA, MUNICIPIO DE PONCITLÁN, JALISCO, MÉXICO. 2003. 32

CUADRO 12. PROMEDIOS PARA 5 CARACTERES EN 17 GENOTIPOS DE MAÍZ. LOCALIDAD CASA BLANCA, MUNICIPIO DE PONCITLÁN, JALISCO, MÉXICO. 2003. 33

CUADRO 13. CUADRADOS MEDIOS Y SIGNIFICANCIA DE F PARA 8 CARACTERES EN 17 GENOTIPOS DE MAÍZ ANALIZADOS EN 16 BLOQUES CONTRASTADOS. LOCALIDAD LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JALISCO, MÉXICO. 2003. 36

CUADRO 14. PROMEDIOS PARA 5 CARACTERES EN 17 GENOTIPOS DE MAIZ. LOCALIDAD LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JALISCO, MÉXICO.2003. 37

CUADRO 15. CUADRADOS MEDIOS Y PROBABILIDAD DE F PARA 17 GENOTIPOS. ANALISIS COMBINADO DE TRES LOCALIDADES. 40

CUADRO 16. COMPARACIÓN DE MEDIAS POR LOCALIDAD DE 17 GENOTIPOS PARA 7 CARACTERES DE MAÍZ, ANÁLISIS COMBINADO. DUNCAN 5% 41

CUADRO 17. COMPARACIÓN DE MEDIAS POR VARIEDAD DE 3 LOCALIDADES PARA 7 CARACTERES DE MAÍZ. DUNCAN AL 5%. 42

CUADRO 18. ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DEL COEFICIENTE DE REGRESIÓN Y DE SUS DESVIACIONES EBERHART Y RUSSELL (1966), PARA DETERMINAR EL NIVEL DE ESTABILIDAD ALCANZADO, CARBALLO Y MÁRQUEZ (1970). 45

CUADRO 1A. COMPARACIÓN DE MEDIAS DE 17 VARIEDADES EN 3 LOCALIDADES, PARA LOS CARACTERES CON INTERACCIÓN AMBIENTE X VARIEDAD SIGNIFICATIVO. DUNCAN AL 5%. 53

INDICE DE FIGURAS

FIGURA. 1. DISTRIBUCIÓN EN CAMPO DE CUATRO HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ PARA FORMAR UNA VARIEDAD SINTÉTICA DESBALANCEADA Y SEIS CRUZAS INTERVARIETALES. CERRO DE ORTEGA, TECOMÁN, COLIMA. MÉXICO. CICLO AGRÍCOLA O-I 2002/2003..... 19

RESUMEN

Los productores de maíz de todo México, y en específico de las zonas maiceras de Jalisco, están haciendo esfuerzos por continuar con su actividad, los Apoyos federales y estatales no son suficientes para hacerlos competitivos con los vecinos del norte y se requiere que modifiquen sus sistemas de producción para bajar costos y a la vez ser más respetuosos con el ambiente. Una manera de bajar los costos de producción es que los productores generen su propia semilla, razón por la cual se propuso en el presente trabajo evaluar la respuesta en rendimiento de grano de cruzas intervarietales y variedad sintética formadas a partir de híbridos comerciales sobresalientes en el municipio de Poncitlán, Jalisco. Se integraron 6 cruzas intervarietales (cruzamientos directos) y tres sintéticos (balanceado, a partir de cruzas intervarietales; desbalanceado, a partir de polinización libre y compuesto balanceado integrado con semilla remanente) a partir de 4 híbridos comerciales sobresalientes en la región y con similitud en sus características fenológicas (días a floración, principalmente). Los sintéticos y las cruzas intervarietales se produjeron en Cerro de Ortega, Municipio de Tecomán, Colima en el Ciclo OI-2002-2003 y se evaluaron en tres ambientes en el Ciclo Agrícola PV-2003, en el Municipio de Poncitlán (Santa Cruz y Casa Blanca) y en el Municipio de Zapopan (Las Agujas). Se evaluaron 8 características agronómicas y el rendimiento, comparando el comportamiento de las cruzas y los sintéticos, con los híbridos progenitores y cuatro testigos comerciales de la región. Los resultados muestran que en algunas de las características agronómicas tanto las cruzas como los sintéticos fueron superados por los híbridos empleados como testigo sin embargo tanto las CI como los SD (de PL), generados con los híbridos modernos de alto rendimiento, son prometedores para la obtención de semilla barata para siembras comerciales de alto rendimiento, dado que presentan un comportamiento estable en rendimiento (Producción de grano) y con producción de grano similar inclusive a los testigos, pero con mayor posibilidad de adaptabilidad dada su composición genética más variable.

I. INTRODUCCIÓN.

El maíz es el cultivo agrícola más importante en México para la alimentación humana desde que fue domesticado por los Aztecas. En la actualidad en nuestro país se le dan fundamentalmente tres usos: alimentación humana, forraje y como insumo para la producción de alimentos balanceados, aceites comestibles y almidones. A nivel mundial es el principal grano forrajero , con 608 millones de toneladas en el año de 2002. Los principales países productores de maíz en el mundo son USA, China, Brasil y México, aportando los tres últimos el 70 % de la producción estimada por el USDA en 621.7 millones de toneladas para 2003/04. Para ese ciclo el USDA hizo las siguientes proyecciones de producción y consumo (millones de toneladas):

Producción: USA 260.9, China 118, Brasil 38 y México 19.

Consumo: USA 202.6, China 128.1. Brasil 37 y México 25.8. (SIAP-SAGARPA, 2003).

En México, el estado de Jalisco es el principal productor de grano en la modalidad de temporal, seguido de los estados de México, Chiapas, Guanajuato, Michoacán, Puebla, Guerrero, Veracruz, Oaxaca e Hidalgo. En PV-2002 Jalisco aportó el 19.5 % de la producción nacional. (SIAP-SAGARPA, 2003).

Jalisco, como principal estado productor de grano de maíz de temporal en México, tiene cuatro principales regiones productoras: La Barca (Ciénega de Chapala), Ameca, Zapopan y Ciudad Guzmán. Asimismo esta Entidad registra los rendimientos por hectárea más elevados: 4.157 ton/ha estimados para PV-2003, por arriba de la media nacional, que para ese ciclo se estimó en 2.302 ton/ha. (SIAP-SAGARPA, 2003).

En las regiones maiceras de Jalisco se practica un sistema de producción comercial, destinado al mercado. Su competitividad se basa en los altos rendimientos por hectárea y su eficiencia se fundamenta en el uso intensivo de capital y de tecnología, así como en la integración de mercados y el uso de semilla mejorada. Las variedades que más se usan son, en su mayoría, de alto rendimiento, generadas por las empresas transnacionales más

competitivas en el mercado nacional; los híbridos más sobresalientes son de cruza simple. Sin embargo los productores con menor capacidad económica siembran semillas de empresas regionales, que son un poco más económicas que los materiales de las transnacionales, pero que sin embargo siguen siendo caras para muchos productores del sector social. Como una alternativa en el rubro de semilla para este último tipo de productores y aún para aquellos minifundistas de pequeña propiedad, estamos generando y evaluando en esta investigación, una variedad sintética y seis cruzas intervarietales, pues los antecedentes nos indican que este tipo de materiales pueden acercarse, e incluso igualar a los rendimientos de grano de las cruzas simples de las empresas transnacionales.

En muchas áreas donde el maíz ha sido cultivado tradicionalmente durante siglos, las variedades primitivas o las variedades locales mantenidas y mejoradas por los propios agricultores continuan a ser cultivadas. Estas variedades parecen tener una estructura de la población con características que son importantes para los agricultores por su estabilidad y sostenibilidad económica (CIMMYT, 1994).

Los agricultores usan las variedades locales o sus propias variedades o semilla procedente de variedades de polinización abierta y varios tipos de híbridos. Por regla general, los agricultores en tierras marginales o en ambientes desfavorables para su cultivo usan semillas de sus propias variedades bajando así el costo de este insumo. Por otro lado, los agricultores en zonas de lluvias seguras o en cultivos bajo riego adoptan mas rápidamente el uso de híbridos y usan mayores niveles de insumos; gran parte del maíz de invierno es sembrado con híbridos. La comprensión de los aspectos socio-económicos de los ambientes del maíz es esencial para una adecuada planificación y para llevar a cabo programas de mejoramiento y producción (Beck y Vasal, 1993).

CIMMYT (1996) señala que el maíz híbrido tendrá cada vez mas lugar en el incremento de la productividad y producción del maíz, pero aun así, las variedades de polinización abierta mantendrán una participación importante. Existen posibilidades de la transferencia de sistemas de reproducción apomíctica al maíz, por lo que en este caso la ventaja de la heterosis podría ser mejor explotada por los agricultores que pudieran preferir

continuar cultivando variedades de polinización abierta. Los nuevos germoplasmas mejorados podrán ser mas aceptables para los agricultores. Los futuros cultivares tendrán tolerancia a los estreses bióticos y abióticos, mejor eficiencia en el uso de los nutrimentos y del agua y una madurez y arquitectura de la planta que se ajusten a rotaciones específicas y esquemas de siembra de cultivos alternados. Estos cultivares no solo tendrán mayor potencial de rendimiento sino también mejor estabilidad en su comportamiento.

1.1.OBJETIVOS

EVALUAR LA RESPUESTA EN RENDIMIENTO DE GRANO DE CRUZAS INTERVARIETALES Y VARIEDAD SINTÉTICA FORMADAS A PARTIR DE HÍBRIDOS COMERCIALES SOBRESALIENTES EN EL MUNICIPIO DE PONCITLÁN, JALISCO .

1.2.HIPOTESIS

EL RENDIMIENTO DE GRANO DE LAS CRUZAS INTERVARIETALES Y DE LA VARIEDAD SINTÉTICA DE POLINIZACIÓN LIBRE NO DISMINUYE SIGNIFICATIVAMENTE CON RESPECTO AL DE SUS PROGENITORES Y AL DE LOS TESTIGOS COMERCIALES.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.ANTECEDENTES DEL MAÍZ HÍBRIDO

La historia de las variedades híbridas de maíz se remonta a 1909 cuando el Dr. G. H. Shull sugirió autofecundar para obtener líneas puras y cruzar las líneas puras para obtener líneas híbridas de producción uniforme.

También en 1909 el Dr. Edward East dio a conocer un trabajo sobre autofecundaciones en maíz, con resultados similares a los del Dr. Shull. En un principio los resultados no fueron alentadores debido al costo elevado del proceso de formación de híbridos simples. El problema fue resuelto cuando el Dr. D. F. Jonnes sugirió (1918) el cruzamiento entre dos líneas de cruzas simples (cruza intervarietal) vigorosas para producir semilla. Este paso hizo posible la producción económica de semilla de cruza doble. La primera cruza doble producida comercialmente fue sembrada en Connecticut en 1921. En 1924 H. A. Wallace produjo una cruza simple que se vendió en Iowa. Fue hasta cerca del año 1940 cuando los híbridos se utilizaron en forma extensa en los Estados Unidos de América (Phoelman, 1981)

2.2.VARIEDADES SINTÉTICAS.

Una "variedad" es la fracción superior de una población en continuo proceso de mejoramiento que es diferente, relativamente uniforme y estable. Tal variedad es diferente porque posee rasgos que la distinguen de otras conocidas y que definen su identidad. Presenta variación reducida para los rasgos agronómicos importantes y es relativamente estable en términos de la expresión de muchos de estos rasgos a través del tiempo. Una variedad de polinización libre (**VPL**) puede ser suficientemente uniforme en su apariencia, siempre y cuando se ponga cuidado en seleccionar, para su formación, familias que sean similares en maduración, altura de planta, altura de mazorca y otras características. (CIMMYT, 1985). Mas recientemente la "variedad" se definió (CIMMYT, 1999) como un

conjunto diferente y estable de fenotipos relativamente uniformes. En esta misma publicación se menciona que es posible formar **VPL** de alto rendimiento mediante la cruza de 4 a 5 híbridos simples o 2 a 3 híbridos dobles.

Busbice (1970), citado por Juhengeimer (1981), menciona que en general deberá evitarse el uso de progenitores emparentados para formar una variedad sintética.

Para formar una **VPL** se eligen los materiales, se recombinan mediante cruzamientos dialélicos, se desgrana un número aproximadamente igual de mazorcas selectas de cada cruzamiento, manteniéndose por separado la mezcla de cada cruza, luego se toma un número específico de semillas de cada cruzamiento para formar la mezcla de la F1, utilizándose esta última para avanzar a la F2 (CIMMYT, 1985).

Generar **VPL** es más fácil que crear híbridos debido a que su producción de semilla es más sencilla y barata; además los productores que las cultivan pueden guardar su propia semilla para la siembra del siguiente ciclo, reduciendo así su dependencia de fuentes externas de semilla (CIMMYT, 1999)

Se les da el nombre de variedades sintéticas **(VS)** porque en cierto sentido éstas han sido sintetizadas artificialmente de variedades criollas o de cualquier otro material de amplia base genética (Chávez y López,1987).

Allard (1967), Citado por Jara (2005), menciona que el término "variedad sintética" se utiliza para designar una variedad que se mantiene por semilla de polinización abierta después de su síntesis por hibridación en todas la combinaciones entre un número de genotipos seleccionados. Los genotipos que se hibridan para producir una variedad pueden ser líneas puras, poblaciones en las que se ha realizado selección masal u otros materiales.

La variedad sintética se produce a partir de todos los entrecruzamientos posibles con un cierto número de genotipos seleccionados por buena aptitud combinatoria; de aquí se

obtiene una población que se multiplicará a partir de semilla de polinización libre. (Allard, 1960, citado por Chávez y López, 1987).

Aprovechando el alto porcentaje de polinización cruzada que tiene el maíz (90 % o más), se puede sembrar una mezcla de semilla de materiales criollos, de líneas homocigóticas o de variedades comerciales, siempre que presenten buenas características agronómicas y diversidad genética, para producir Variedades Sintéticas de **PL** con buen potencial para la producción de grano. El método es sencillo y dado que no requiere desespigamiento, resulta económico, por lo que puede ser utilizado por los productores para la producción de su propia semilla (Ron, 2002).

Las variedades sintéticas han sido una buena alternativa para aumentar la producción de maíz (*Zea mays* L.) en regiones con agricultura de bajos insumos debido a: 1) La elevada estabilidad de su comportamiento en diversos ambientes, atribuíble a su considerable heterogeneidad genotípica (Allard y Bradshaw, 1964); 2) Su estructura genética permanente esperada a través de las generaciones, que se reproduce por apareamiento aleatorio, y 3) El bajo costo de su semilla (Sahagún-Castellanos. 2001)

Chávez y López (*op* cit) concuerdan con Ron (2002) al citar que seleccionando cierto número de genotipos de maíz por su buena aptitud combinatoria y amplia base genética, mezclando su semilla en partes iguales y sembrando la mezcla en un lote aislado para entrecruzarlas por polinización libre al azar, se forma una **VS,** que se sembrará como cualquier variedad criolla, aunque debe tomarse en cuenta que después de cuatro años el rendimiento de grano decrece como resultado de una selección para obtener mayor uniformidad; el rendimiento y la uniformidad de una **VS** no es tan considerable como la que se puede conseguir con un buen híbrido, pero a cambio se puede adaptar a mayor variedad de ambientes. Las **VS** pueden ser producidas por los productores a bajo costo, mientras que las híbridas son producidas por las compañías semilleras y son caras.

Ron *et al (*1999) formaron líneas *élite* y con ellas sintéticos, híbridos dobles, híbridos trilineales e híbridos simples y los compararon con híbridos comerciales,

encontrando, entre otras cosas, que los sintéticos fueron superados en un 10 % por los híbridos comerciales, lo cual concuerda con lo citado por Chávez y López (*op cit).*

Márquez S.F. *et al* (1983) generaron sintéticos de maíz y los probaron en cuatro ambientes tropicales, encontrando que los sintéticos de mas alto rendimiento eran comparables al mejor híbrido y superiores a los otros que se usaron como testigo en las pruebas de campo. Además mencionan que los sintéticos poseen características de adaptabilidad que les permiten abarcar con ventaja condiciones ambientales y sistemas de cultivo restrictivos tanto para los híbridos coma para las variedades criollas. Ello porque los primeros requieren de las mejores condiciones ambientales y de producción, y las segundas, que normalmente superan a los híbridos en condiciones ambientales entre intermedias y desfavorables, pueden ser superadas, bajo estas condiciones, por sintéticos de alto rendimiento. Esta afirmación se basa en que de las líneas usadas para hacer los sintéticos, algunas se emplearon para formar los híbridos H-507 y H-503, mismos que fueron superados por el sintético de 6 líneas en 4.9 % y 6.8 % respectivamente.

2.3.CRUZAS INTERVARIETALES

Se denomina cruza varietal al apareamiento o cruzamiento de dos o más variedades de polinización libre de maíz, la cual da origen a un híbrido varietal (Morales, 1998).

Beal (1877), citado por Morales (1998), realizó parte de los primeros experimentos de hibridación intervarietal controlada, a partir de los cuales el obtuvo datos de rendimiento. Demostró así en 1880 la superuoridad en rendimiento de las cruzas intervarietales sobre la medis de los padres o sobre el padre superior.

Morales (1998) cruzó híbridos comerciales de forma dialélica y los comparó entre sí, con los progenitores, con las F1 y F2 de los progenitores, más un testigo local. La siembra para evaluar los materiales se realizó en tres localidades y encontró, entre otras cosas, que las cruzas intervarietales rindieron 10 % menos que los híbridos en F1.

Jugenheimer (1981) comenta que la semilla de cruzas simples puede usarse como semilla básica para la producción de cruzas dobles.

Ron (1999) señala al método de **cruzas intervarietales** como uno de los más sencillos, eficientes y económicos para la obtención de semilla mejorada de maíz, utilizando para ello criollos e híbridos comerciales, entre otros. El método consiste en elegir las mejores variedades de una región, realizar las cruzas posibles entre ellas y evaluarlas en diversos ambientes. En la evaluación se comparan las cruzas entre sí y con sus progenitores; las hibridaciones deberán realizarse en lotes aislados.

Un lote aislado es aquel que está separado de otros cultivos de maíz por una distancia de entre 300 y 400 m o bien la separación es en el tiempo, ya sea sembrando los progenitores más tarde o más temprano que las siembras de los lotes circunvecinos, para evitar con ello floración simultanea y por ende contaminación por polen proveniente de áreas vecinas. Cualquiera de las dos formas de aislamiento que se utilice permite realizar cruzamientos sin grandes riesgos de contaminación por polen extraño (Ron y Hurtado, 1999).

La hibridación en cultivos alógamos permite explotar el vigor híbrido, formar ideotipos (arquetipos) específicos para determinados ambientes, provocar variabilidad y selección de nuevos materiales y seleccionar la cruza adecuada de acuerdo a las exigencias del consumidor. Un procedimiento para lograr lo anterior son las **cruzas intervarietales** e interespecíficas y la utilización de líneas endogámicas de amplia aptitud combinatoria. Los genotipos que intervienen en los diferentes cruzamientos híbridos pueden ser líneas, híbridos, variedades, especies. razas clones. etc. (Chávez y López, 1987).

Se denomina cruza varietal al apareamiento o cruzamiento de dos o más variedades de polinización libre de maíz, la cual da origen a un híbrido varietal (Morales, 1998).

Jugenheimer (1948, 1958, 1964), citado por Jugenheimer (1981), en un estudio sobre tres grupos de híbridos informó que algunos híbridos de cruza simple tuvieron un rendimiento marcadamente superior y fueron más uniformes que otros tipos de híbridos. La mejor cruza simple excedió en rendimiento a la mejor cruza doble en más de 10 por ciento.

Weatherspoom (1970), citado por Jugenheimer (1981), evaluó los rendimientos de cruzas simples, de tres elementos y dobles de maíz. Encontró que las cruzas simples rindieron más que las triples y estas más que las cruzas dobles. También encontró que algunas cruzas simples parecieron ser más sensibles a las condiciones ambientales que las de tres elementos y las dobles.

Eberhart y Russell (1969) compararon la estabilidad de los híbridos de cruza simple y los de cruza doble, identificando dos cruzas simples tan estables como cualquiera de las cruzas dobles, con la ventaja de que superaron a las dobles en 13 porciento de rendimiento (Jugenheimer, 1981).

Jugenheimer (1981) explica que en los híbridos de maíz deben incorporarse muchos rasgos deseables, tales como altos rendimientos de grano de excelente calidad para productores y consumidores, resistencia a acame de raíz y tallo y resistencia a plagas y enfermedades. Asimismo relaciona las características de una buena hembra:

- Debe de tener un solo tallo para disminuir el trabajo de desespigamiento.
- Debe tener tallos, raíces y mazorcas fuertes.
- Debe adaptarse a la cosecha mecánica.
- Debe producir altos rendimientos de semilla vendible.
- Debe tener buena cobertura de mazorca,
- El tamaño y forma de la semilla debe adecuarse a la preferencia en el mercado. Abundante polen fértil del macho, así como mazorcas largas, producen gran proporción de semilla plano medio.
- Alta germinación y longevidad de la semilla y
- Plántulas muy vigorosas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo experimental se llevó cabo en dos etapas, la primera durante el ciclo OI 2002-2003, donde se integró el germoplasma experimental consistente en:

- Una variedad sintética desbalanceada **(VSD)**, formada por polinización libre **(PL)** en un lote aislado.
- Seis cruzas intervarietales a partir de un dialélico entre cuatro híbridos comerciales **(CI)**.
- Una variedad sintética balanceada **(VSB)** obtenida a partir de cruzamiento controlado.
- Una variedad sintética integrada a partir de un compuesto balanceado **(VSCB)**, formado con el remanente de los progenitores empleados para formar la **VSD** y las **CI**.

En la segunda etapa se evaluaron esos materiales en tres localidades maiceras del estado de Jalisco (PV-2003).

3.1.PRIMERA ETAPA.

FORMACIÓN DE GERMOPLASMA.

3.1.1. Elección del material genético.

Como material genético base se eligieron cuatro híbridos comerciales de maíz por su buena aceptación por productores de la región Ciénega de Chapala . Se consideró que los híbridos utilizados en la investigación son genéticamente diferentes entre sí por pertenecer a diferentes empresas semilleras, condición necesaria para tener éxito en los objetivos planteados; con ello se espera asegurar una amplia base genética para la formación de las **VS** y altas probabilidades de heterosis en las **CI**.

Además, la información comercial sobre los híbridos (folletos con información fenológica y morfológica dirigidos a productores) nos permitió seleccionar aquellos con

buenas características agronómicas y con sincronía en floración, esto es requisito para lograr una buena recombinación genética en la **VSD** de **PL** y además no se tiene que recurrir a métodos físicos y/o químicos para forzar la sincronía floral para la formación de las **CI**. El tipo de cruza utilizada para formar los híbridos elegidos para esta investigación únicamente lo publica en sus folletos comerciales la empresa Pioneer, siendo para el caso de la variedad P-3028W la cruza simple-modificada.

Las características generales de los híbridos utilizados en la presente investigación se describen en los cuadros 1 y 2.

La información consultada (folletos comerciales) reporta coincidencia en días a floración entre las variedades utilizadas, por lo que no se esperaría problema para el cruzamientos entre ellas. Las variedades elegidas se adquirieron con distribuidores autorizados, comprando un saco de cada una del tipo plano medio.

3.1.2. Formación de una variedad sintética desbalanceada (VSD).

Para producir la **VSD** se tomaron 5500 semillas de cada uno de los cuatro híbridos y se mezclaron lo mejor posible dentro de un costal, quedando así formado un compuesto balanceado de 22,000 semillas, listo para la siembra.

La siembra para formar la **VSD** se realizó en un predio ubicado en el potrero denominado la Isla, perteneciente al Ejido Cerro de Ortega, Municipio de Tecomán, Colima, con coordenadas geográficas de 18° 46' 17.5" de Latitud Norte y 103° 45' 23.9" de Longitud Oeste, el acceso al predio se facilita, pues dista 300 m de la carretera pavimentada Tecomán-Cerro de Ortega. En este lugar se cuenta con riego, el clima y el suelo son favorables para el cultivo de maíz y existe disponibilidad suficiente de mano de obra. El terreno tenía varios años sin sembrarse, por lo que se descartó el problema de plantas voluntarias de maíz dentro de nuestro cultivo, además se verificó que no fuera a sembrarse esta gramínea al menos en 500 m a la redonda del mismo, para prevenir cualquier contaminación genética en la **VSD** por polen proveniente de otras variedades;

cabe mencionar que esta es un área dedicada principalmente a la producción de hortalizas, frutales y ganado.

Cuadro 1. Algunas características de cuatro híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) utilizado como germoplasma base para formar variedades sintéticas y cruzas intervarietales.

Híbrido	Empresa	Tipo de grano	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Cobertura de mazorca	Tolerancia al acame
3028W	Pioneer	Blanco dentado	280	145	Excelente	Excelente
Pantera	Asgrow	Blanco dentado	250-280	135-155	Excelente	Excelente
DK-2002	Dekalb	Blanco semi-dentado	245-255	135-145	Buena	Muy buena
Z-21	Hartz Seed	Blanco semi-dentado	220- 230	110-115	Excelente	Excelente

Fuente: folletos técnico-comerciales de las empresas citadas.

El suelo de la parcela es arcilloso y con pendiente suave, la preparación se inició con un desvare en el mes de Noviembre de 2002. Esta labor fue necesaria debido a que la parcela estaba cubierta con monte bajo por abandono durante algunos años. Posteriormente se aró y se le dieron tres pasos de rastra. Se surcó con tractor de Oriente a Poniente, dejando 80 cm de separación entre surcos; el suelo estaba seco al momento de surcar y los restos vegetales no obstaculizaron esta labor.

Cuadro 2. Días a floración y a cosecha de cuatro híbridos comerciales de maíz (Zea mays L.), utilizados como germoplasma base para formar variedades sintéticas y cruzas intervarietales.

Híbrido	**Días a floración**	**Días a cosecha**
3028W	70-75	170-175
Pantera	70-80	185-195
DK-2002	70-75	170-180
Z-21	75-80	175-180

Fuente: folletos técnico-comerciales de las empresas semilleras.

El trabajo se estableció el 18 de Enero de 2003 en una superficie de 2520 m^2, en los que se formaron 30 surcos de 105 m de longitud. Mediante el uso de morral se fertilizó en el fondo del surco con la formula 59-92-100-36 (NPKS) (cuadro 3), se tapó el fertilizante con el pie y sobre él se sembraron manualmente 7 semillas por metro lineal. La semilla se tapó jalando rejas con tractor sobre el lomo del surco, para que de esa manera las plántulas emergieran en el lomo y el riego se aplicara por el fondo, evitando así problemas de cocimiento de la semillas por exceso de humedad, combinada con las altas temperaturas del lugar, así como posteriores daños a las plantas por la misma razón.

Inmediatamente después de la siembra se hicieron zanjas para el riego; paralelo a los surcos se hizo una zanja en cada costado del lote y transversales a los mismos se construyó una zanja en cada cabecera y dos intermedias, quedando éstas separadas entre sí cada 35 m; de esa manera se aseguraron riegos uniformes, sin partes secas ni encharcamientos excesivos.

Cuadro 3. Fertilización del lote de producción de una variedad sintética desbalanceada de maíz (Zea mays L.). Cerro de Ortega, Tecomán, Colima. Ciclo Agrícola O-I 2002/2003.

Fecha de fertilización	**Etapa del cultivo**	**Formula**	**Kg de producto comercial/ha**
19/01/03	Riego de nacencia	59-92-100-36	DAP: 200 kg K_2SO_4: 200 kg Urea: 50 kg
Emergencia de plántulas: 24/01/03			
15/02/03	Desarrollo vegetativo (22 días después de la emergencia)	92-00-00	Urea: 200 kg/ha
02/03/03	Prefloración (14 días antes de floración)	92-00-00	Urea: 200 kg/ha
Total/ ha		**243-92-100-36 (NPKS)**	

Al día siguiente de la siembra, 19 de Enero de 2003, antes de que calentara el sol y con ello iniciaran los vientos que hacen difícil una aspersión homogénea del herbicida, se aplicaron 5 L/HA del herbicida pre-emergente **primagram gold**; sus ingredientes activos

son: **Atrazina**: 6-cloro-N2-etil-N4-6-isopropil-1,3,5-triazina-2,4-diamina en concentración de 374 g de I.A./L + **S-Metolaclor:** 2-cloro-N(2-etil-6-metil fenil)-N-(2-metoxi-1metil etil)-(S) acetamida, con 290 g de I.A./L. Para la aplicación del herbicida se utilizó mochila con capacidad de 20 L y boquilla de abanico No. 3.

Una vez que se concluyó con la aplicación de herbicida se inició el riego de nacencia (19 de Enero de 2003), terminando de regar el mismo día por la noche. El agua se condujo por el fondo de cada tercer surco, lo que fue suficiente para que por filtración el surco intermedio se humedeciera de manera satisfactoria.

Para lograr una buena nutrición del cultivo se hicieron otras dos aplicaciones de fertilizante con la formula 92-00-00, a los 22 y 37 días después de la emergencia de las plántulas (Cuadro 3), completando con ello la formula 243-92-100-36 (NPKS).

Para satisfacer adecuadamente las necesidades hídricas del cultivo se aplicaron 8 riegos en las fechas que se indican en el cuadro 4; la fecha de los riegos se decidió tomando en cuenta el inicio de agrietamiento en el suelo y los síntomas de deshidratación en las hojas del maíz.

Las plagas estuvieron presentes en todo el ciclo del cultivo, desde el estado de plántula hasta madurez fisiológica. Recién emergidas las plántulas fueron atacadas por *Diabrotica* sp. y de allí hasta el jiloteo el problema fue gusano cogollero; posteriormente dañaron de manera breve los mapaches y las personas. El cultivo se mantuvo sano haciendo una aplicación de insecticida aproximadamente cada ocho días. En el cuadro 5 se describen las plagas que se presentaron y los productos con que se controlaron.

En el periodo de llenado del grano, y hasta madurez fisiológica, se vigiló para que pájaros como pericos y urracas, no afectaran al cultivo (pajareo).

El cultivo se observó libre de enfermedades en todas sus etapas y partes de la planta. Las mazorcas cosechadas no mostraron pudrición y llenaron completamente, con granos bien desarrollados.

Cuadro 4. Riegos aplicados a un lote de producción de una variedad sintética desbalanceada de maíz (Zea mays L.). Cerro de Ortega, Tecomán, Colima. Ciclo Agrícola O-I 2002/2003.

No. De riego	Fecha del riego	Días entre riegos	Etapa del cultivo
1	19/01/03	0	Riego de nacencia
2	16/02/03	28	Etapa vegetativa (8° hoja desplegada)
3	2/03/03	14	Etapa de prefloración
4	16/03/03	14	Inicio de floración
5	24/03/03	8	Fin de polinización
6	3/04/03	10	Llenado de grano
7	11/04/03	8	Llenado de grano
8	23/04/03	12	Inició el secado de brácteas

Cuadro 5. Control de plagas en lote de producción de una variedad sintética desbalanceada de maíz (Zea mays L.). Cerro de Ortega, Tecomán, Colima. Ciclo Agrícola O-I 2002/2003.

No. De aplicación	Fecha de aplicación	Días entre aplicación	Producto y dosis/ha	Plagas
1	1/26/03	0	Paratión metílico, 1 lto en 200 lts. de agua/ha	Diabrótica sp.
2	2/02/03	7	Paratión metílico, 1 lto en 200 lts. de agua/ha	Diabrótica sp. y larvas de gusano cogollero (Spodoptera frugiparda)
3	9/02/03	7	Fantom 35E (Endosulfan), 2 lt en 200 lt de agua/ha.	Gusano cogollero
4	15/02/03	6	Fantom 35E (Endosulfan), 2 lt en 200 lt de agua/ha.	Gusano cogollero
5	23/02/05	8	Fantom 35E (Endosulfan), 2 lt en 200 lt de agua/ha.	Gusano cogollero
6	2/03/03	7	Fantom 35E (Endosulfan), 2 lt en 200 lt de agua/ha.	Gusano cogollero
7	3/04/03	30	Paratión metílico 2 % p.h.	Mapaches y personas
8	11/04/03	8	Paratión metílico 2 % p.h.	Mapaches y personas

El 11 de mayo se presentó madurez fisiológica, la cual se determinó por el método de observación del secado total de las brácteas y la cosecha se realizó el día 25 del mismo mes.

Para la cosecha se eligieron 200 mazorcas de plantas con competencia completa y libres del efecto de orilla, se trasladaron al Rancho Sol, ubicado en el Potrero La Puerta, perteneciente al Ejido Santa Cruz El Grande, Municipio de Poncitlán, Jalisco. En este lugar se secaron al sol y después se desgranaron 50 semillas de cada mazorca, se mezclaron y se guardaron en un costal , quedando de esa manera la **VSD** lista para su evaluación.

3.1.3. Formación de seis cruzas intervarietales (CI).

Las seis cruzas posibles entre los cuatro híbridos comerciales se obtuvieron en el mismo sitio descrito anteriormente. Los datos fenológicos más relevantes se presentan en el Cuadro 6.

La fecha de siembra, el manejo agronómico y fecha de cosecha fueron los mismos que para la formación de la **VSD.**

Para la obtención de cada cruzamiento se sembraron dos surcos de 10 m de longitud (uno de cada híbrido comercial), con 100 semillas por surco, para luego aclarear a una densidad de 7 plantas por metro. El polen de las plantas de cada uno de los surcos (variedad) se usó para polinizar plantas de su surco par y viceversa, de esa manera se efectuó una polinización cruzada, en la que cada variedad fungió a la vez como hembra y como macho, obteniendo de esa manera cruzas directas y reciprocas y por ende semilla de ambos surcos con características genéticas similares.

La distribución en campo de los materiales para formar la **VSD** y las **CI** se indica en la Figura 1.

Para la formación de las **CI** se tuvo especial cuidado en el proceso de floración masculina y femenina de cada una de las variedades utilizadas. El cruzamiento en este caso fue manual, por lo tanto controlado, procediendo para ello de la siguiente manera: cuando las plantas entraron en etapa de "banderilla" se visitaba el cultivo con frecuencia, y a partir de que inició la aparición de jilotes, la polinización se realizó por el método manual descrito por Chavez y López (1987), que consiste en tapar los jilotes con bolsas de papel glassine Nº 1 antes de que emerjan los estigmas. Cuando la mayoría de ellos han emergido dentro de las bolsitas, en bolsas de papel kraft (bolsas polinizadoras), en medida de 7" X 14", se colecta el polen de las espigas de las plantas designadas como machos (padres) y éste se coloca sobre los estigmas de los jilotes de las plantas hembra, sin exponerlos al aire libre. Después de esa operación, los jilotes son protegidos con las bolsas polinizadoras hasta la madurez de la semilla; en nuestro trabajo las bolsas polinizadoras se colocaban en las espigas un día antes de ser utilizadas, al observar que estaba próxima la liberación de polen (antesis).

Para la cosecha de las **CI** se procedió de la siguiente manera: a madurez fisiológica (determinada por el método ya citado) se cosecharon todas las mazorcas de cada una de las cruzas descritas en el Cuadro 6 y Figura 1, colocando en un costal las mazorcas de cruzas directas y en otro las de cruzas recíprocas, para cada una de las seis cruzas realizadas (par de variedades). Una vez cosechadas las **CI**, los costales etiquetados se trasladaron al mismo sitio que la **VSD**, se secaron al sol y en cada **CI** se procedió de la siguiente manera: se tomaron 100 granos por mazorca de la cruza directa, 100 granos por mazorca de la cruza recíproca y todos granos se mezclaron en una misma bolsa, quedando así formadas 6 **CI** para ser evaluadas en el ciclo PV-2003.

Cuadro 6. Datos fenológicos de cuatro híbridos comerciales de maíz (Zea mays L.) utilizados para formar seis cruzas intervarietales. Cerro de Ortega, Tecomán, Colima, Ciclo Agrícola O-I 2002/2003.

No. CRUZA	CRUZAS	DIAS A FLORACION	DIFERENCIA EN DIAS A FLORACION	DIAS A COSECHA	DIFERENCIA EN DIAS A COSECHA
1	Pantera X DK-2002	70-76 70-75	0-1	175-185 170-180	5
2	Pantera X 3028W	70-76 70-75	0-1	175-185 175-180	0-5
3	Pantera X Z-21	70-76 75-80	5-4	175-185 175-180	0-5
4	DK-2002 X 3028W	70-75 70-75	0	170-180 175-180	5-0
5	DK-2002 X Z-21	70-75 75-80	5	170-180 175-180	5-0
6	3028W X Z-21	70-75 75-80	5	175-180 175-180	0

Fuente: folletos técnico-comerciales de las empresas semilleras.

3.1.4. Formación de una variedad sintética balanceada (VSB).

Para formar esta variedad se tomaron semillas, en partes iguales, de cada una de las seis **CI** (apartado 3.1.3) que se formaron en Colima y se mezclaron lo mejor posible, quedando así preparada la **VSB** para su evaluación en la segunda etapa de esta investigación .

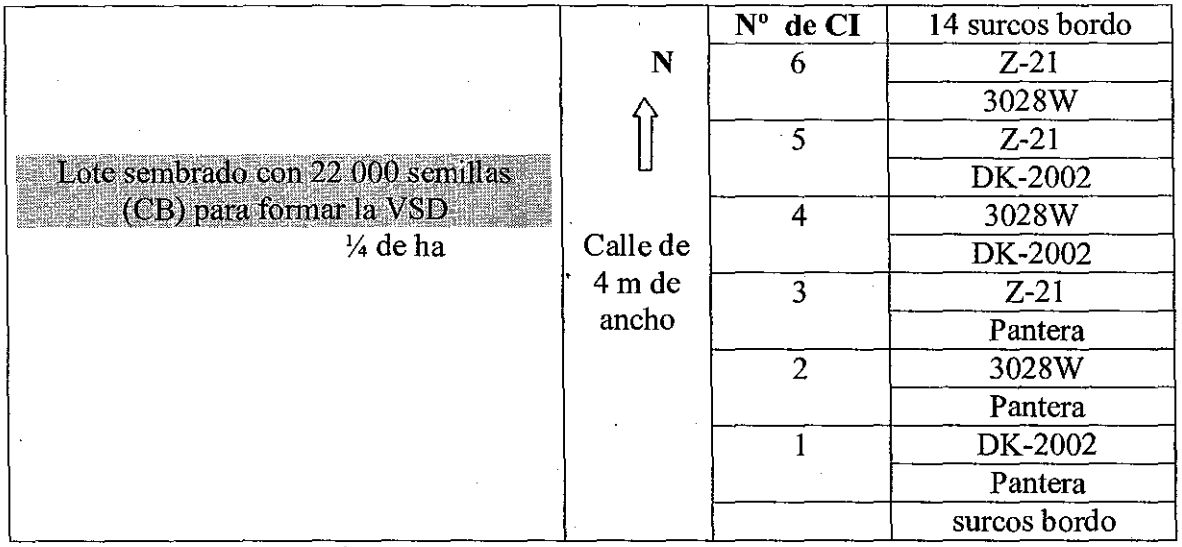

Figura. 1. Distribución en campo de cuatro híbridos comerciales de maíz para formar una variedad sintética desbalanceada y seis cruzas intervarietales. Cerro de Ortega, Tecomán, Colima. México. Ciclo Agrícola O-I 2002/2003.

3.1.5. Formación de una variedad sintética integrada a partir de un compuesto balanceado (VSCB).

Este material se integró con semilla del remanente de las cuatro híbridos comerciales (Cuadro 1) utilizados en Tecomán, Colima para formar la **VSD** y las seis **CI**. Para ello se tomó el mismo número de semillas de cada variedad, en cantidad suficiente para repetir el trabajo en tres localidades.

CONSIDERACIONES SOBRE EL GERMOPLASMA FORMADO:

Los progenitores de la **VSD**, de la **VSB** y de la **VSCB** son los mismos: Pantera, DK-2002, P-3028W y Z-21. En la **VSD** los genes de los progenitores se recombinaron naturalmente en campo de forma aleatoria, por lo que la variedad posiblemente tenga genes de las cuatro variedades en diferentes proporciones. La **VSB** tiene los mismos genes que la **VSD**, pero a diferencia de esta, se espera que las frecuencias de los genes recombinados provenientes de los cuatro progenitores se presenten de manera balanceada. La **VSCB** tiene

genes de los cuatro progenitores en proporciones iguales, puesto que se trata de un **CB** formado con igual número de semillas de cada una de las variedades híbridas comerciales. En el caso de las **CI** cada una de ellas tiene genes de dos progenitores en cantidades iguales.

3.2. SEGUNDA ETAPA.

EVALUACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO INTEGRADO EN OI-2002/2003.

3.2.1. Materiales incluidos en la evaluación.

En esta etapa se evalúo, en el Ciclo PV-2003, en tres localidades, el material genético integrado en el ciclo OI-2002/2003 en Tecomán, Colima. Como testigos se usaron los progenitores en lo individual y mezclados en la VSCB. Además se incluyeron como testigos regionales a las variedades Tigre, Lince, 30G88 y 30G54, que en PV-2002 produjeron altos rendimientos con agricultores de la Ciénega, según testimonios publicados en folletos técnicos de Asgrow y Pioneer. Los tratamientos que se emplearon en la investigación se describen en el Cuadro 7.

3.2.2. Diseño experimental, tamaño de parcelas y densidad de población.

Los tratamientos se distribuyeron en el terreno de acuerdo a un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones, en donde la parcela experimental fue de 4 surcos de 5 m de longitud separados a 80 cm (16 m^2). Como parcela útil (6.4m^2) se tomaron los dos surcos centrales, quitándoles un metro en cada extremo para eliminar el efecto de orilla. La distribución de los tratamientos se hizo de manera aleatoria dentro de cada bloque, en cada uno de los sitios experimentales.

En cada sitio se sembraron 12 semillas por metro lineal, para aclarar a 8 plantas/m, con lo que se obtuvo una densidad de población de 100, 000 plantas por ha.

Cuadro 7. Tratamientos que se estudiaron en tres sitios; dos en el municipio de Poncitlán y uno en el municipio de Zapopan, Jalisco. México. PV-2003.

Nº DE TRAT.	DESCRIPCION DEL MATERIAL	ORIGEN
1	**CI_1** (Pantera X DK-2002)	Generado en Colima, enero-mayo de 2003
2	**CI_2** (Pantera X 3028W)	Generado en Colima, enero-mayo de 2003
3	**CI_3** (Pantera X Z-21)	Generado en Colima, enero-mayo de 2003
4	**CI_4** (DK-2002 X 3028W)	Generado en Colima, enero-mayo, de 2003
5	**CI_5** (DK-2002 X Z-21)	Generado en Colima, enero-mayo de 2003
6	**CI_6** (3028W X Z-21)	Generado en Colima, enero-mayo, de 2003
7	**VSD** (polinización libre al azar entre los híbridos: 3028W, Pantera, DK-2002 y Z-21)	Generado en Colima, enero-mayo de 2003.
8	**VSB** (CI_1 + CI_2 + CI_3 + CI_4 + CI_5 + CI_6)	Compuesto balanceado con semilla de las CI formadas en Colima, enero-mayo de 2003.
9	**VSCB** (Pantera + DK-2002 + 3028W + Z-21)	Compuesto balanceado formado con el remanente de los híbridos usados para formar la **VSD** y las **CI.**
10	Pantera **(testigo progenitor)**	Empresa ASGROW: Material comercial remanentes de la siembra en Colima
11	DK-2002 **(testigo progenitor)**	Empresa DEKALB: Material comercial remanentes de la siembra en Colima
12	3028W **(testigo progenitor)**	Empresa PIONEER: Material comercial remanentes de la siembra en Colima
13	Z-21 **(testigo progenitor)**	Empresa HARTZ SEED : Material comercial remanentes de la siembra en Colima
14	Lince (testigo regional)	Híbrido comercial de la empresa ASGROW
15	Tigre (testigo regional)	Híbrido comercial de la empresa ASGROW
16	30G54 (testigo regional)	Híbrido comercial de la empresa PIONEER
17	30G88 (testigo regional)	Híbrido comercial de la empresa PIONEER

3.2.3. Prácticas agronómicas

Las prácticas agronómicas realizadas en cada uno de los sitios en que se realizó la investigación se describen en el cuadro 8.

Cuadro 8. manejo agronómico realizado en tres sitios de evaluación de materiales de maíz (*Zea mayz* L.) PV-2003.

Descripción del manejo	**Santa Cruz, Poncitlán, Jal.**	**Casa Blanca, Poncitlán, Jal.**	**Nextipac, Zapopan, Jal.**
Tipo de suelo	Franco arcilloso	Franco (suelo rojo)	Arenoso
Preparación del suelo	Un paso de arado y uno de rastra	Cero labranza	Un paso de arado y uno de rastra
Surcado	Con tractor	Con tractor	Con tractor
Fecha de siembra	Junio 12 de 2003	Julio 1° de 2003	Julio 7 de 2003
Humedad en el suelo al momento de la siembra	Entre seco y húmedo	Bien húmedo	Bien húmedo
Ubicación de la semilla en el terreno	Fondo del surco	Fondo del surco	Lomo del surco
Tratamiento de Fertilización a la siembra	36-92-60 (NPK) a base de urea y KCl.	36-92-60 (NPK) a base de urea y KCl.	36-92-60 (NPK) a base de urea y KCl.
Ubicación del fertilizante en el suelo	Bajo la semilla	Bajo la semilla	Bajo la semilla
Control de plagas del suelo	20 kg/ha de capture 30TS (Bifentrina)	20 kg/ha de capture 30TS (Bifentrina)	20 kg/ha de capture 30TS (Bifentrina)
Control de malezas (preemergente)	5 l/ha de Primagram Gold	5 l/ha de Primagram Gold + 2 l/ha de faena (Glyfosato)	4 l/ha de Primagram Gold
2ª fertilización 78-00-00 con urea disuelta en agua, aplicada en banda con bomba de mochila (sin boquilla).	Julio 9 de 2003	Julio 25 de 2003	Julio 30 de 2003
3ª fertilización, con urea sólida: 121-00-00	Julio 30 de 2003	Agosto 16 de 2003	Agosto 20 de 2003
Aclareo (se dejaron 8 plantas por metro)	Julio 8 de 2003	Agosto 16 de 2003	Agosto 20 de 2003
Escarda	Julio 25 de 2003	No se escardó	Agosto 25 de 2003
Aplicación de insecticida[1] + foliar[2]	Agosto 4 de 2003 Sep. 1° de 2003	Agosto 16 de 2003 Sep. 13 de 2003	Agosto 20 de 2003.

[1] 300 cc de cipermetrina/ha.

[2] Bayfolan, 2 l/ha.

3.2.4. Cosecha.

La cosecha en los tres sitios se realizó a mano cuando las brácteas de las mazorcas estaban secas; en Santa Cruz el 15 de Noviembre, en Casa Blanca el 19 de Diciembre y el 30 de Diciembre para Las Agujas (en Zapopan). Se cosecharon 64 plantas establecidas en cada parcela útil y las mazorcas se colocaron en costales etiquetados con el número de parcela, luego se trasladaron a una bodega ubicada en el sitio Santa Cruz, donde se secaron al sol, para posteriormente calificar a las mazorcas (calidad), determinar el número de mazorcas por parcela útil y desgranarlas para medir humedad y pesar el grano de cada PU.

3.2.5. Variables estudiadas

1. **Acame de raíz (%):** Se les consideró en esta categoría a las plantas con desviación en un ángulo mayor de 30° con respecto a su vertical. Las plantas con cuello de "ganso" se consideraron acamadas (Ron y Ramírez, 1991). se refiere a las plantas que se cayeron por debilidad de raíz asociada con daño de plagas, enfermedades, tipo de suelo, tormentas y viento y que posteriormente se levantaron por el estímulo fototrópico, quedando el tallo con una curvatura, de donde le viene el nombre (Ron y Hurtado, 1999). El dato se tomó un día antes de la cosecha.

2. **Acame de tallo (%):** Se consideraron plantas con acame de tallo aquellas dobladas visiblemente o rotas abajo del nudo donde se inserta la mazorca principal. Este dato se tomó un día antes de la cosecha (Ron y Ramírez, 1991).

3. **Calidad de mazorca (Calificación de mazorca).-** Para la calificación de esta variable se utilizó una escala de 1 a 5, asignando 1 a las parcelas con mazorcas completamente sanas y uniformes en color y tipo de grano y 5 a las parcela con predominio de mazorcas podridas, con granos de color diferente al blanco y/o

con mazorcas muy heterogéneas en tamaño, forma y tipo de grano (INIA, 1977). El dato se tomó en el Sitio Santa Cruz después de secar las plantas al sol.

4. **Floración masculina.-** Es el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas de la parcela útil estén liberando polen.

5. **Floración femenina.-** Es el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de las plantas en la parcela útil hayan expuesto sus estigmas (aproximadamente 3 cm de longitud).

6. **Altura de planta (cm)**: Se tomó la altura de 10 plantas, midiendo desde el ras del suelo hasta el inicio de la ramificación de la espiga; se eligieron plantas en competencia completa sobre el surco (Ron y Ramírez, 1991)[3]. La determinación se hizo en la etapa lechosa-masosa del grano.

7. **Altura de mazorca (cm)**: En las mismas plantas del dato anterior se midió desde el ras del suelo hasta el nudo donde se inserta la mazorca principal.

8. **Rendimiento (ton/ha).-** El rendimiento se refiere a la producción de grano al 14 % de humedad de cada parcela útil y expresado en ton/ha.

3.2.6. Análisis estadístico.

Los datos de las variables medidas para cada localidad se analizaron mediante análisis de varianza. En los casos donde se registraron diferencias significativas, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.

---

[3] De acuerdo a metodología sugerida por Ron y Ramírez (1991) para la evaluación de variedades de maíz, generadas con cualquier método.

Se realizaron contrastes entre grupos de genotipos (Progenitores, Cruzas intervarietales, Sintéticos y Testigos) y entre cada tipo de sintético contra los demás grupos de genotipos.

Se realizó el análisis de varianza combinado de las tres localidades para estimar las diferencias entre ambientes, entre genotipos y para la interacción genotipo ambiente.

Para las características que resultaron con efectos estadísticamente significativos se realizó la comparación de medias de Duncan al 5%, analizando por separado los efectos principales (ambientes y variedades) y para la interacción genotipo ambiente en aquellas características con efectos estadísticamente significativos se aplicó la comparación de Duncan al 5% comparándose el comportamiento de cada variedad en cada localidad.

Para el rendimiento además de la comparación de medias de Duncan, se realizó el análisis de estabilidad bajo el modelo de Eberhart y Russell (1966), calculándose los parámetros: Media, Coeficiente de regresión y Desviaciones de los cuadrados medios de regresión. Las variedades se clasificaron de acuerdo a la propuesta de Carballo y Márquez (1970).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados de los análisis estadísticos se discuten primero para cada una de las tres localidades y posteriormente la discusión se centrará en el análisis combinado para los tres sitios.

4.1. LOCALIDAD SANTA CRUZ.

En el Cuadro 9 se detallan los resultados del análisis de varianza (ANVA) para cada una de las variables estudiadas y en el Cuadro 10 se muestra el resultado de la comparación de medias para las mismas variables.

El análisis de varianza detectó diferencias significativas para los genotipos en todas las variables, con excepción de días a floración femenina y acame de tallo.

En el análisis de varianza se incluyeron las comparaciones entre genotipos agrupados en progenitores (P), cruzas intervarietales (CI), sintéticos (S) y testigos (T) para conocer el potencial agronómico de las **CI** y de los Sintéticos **(VSB, VSD y VSCB)** con respecto a ellos mismos, a sus progenitores y a los Testigos.

En los contrastes entre grupos de genotipos se encontraron diferencias estadísticas significativas en las siguientes características:

- En acame de tallo entre testigos con progenitores y con cruzas intervarietales las diferencias fueron altamente significativas;
- En floración masculina entre progenitores y testigos fueron altamente significativas, y entre cruzas intervarietales y testigos fueron significativas;
- En floración femenina se obtuvieron diferencias altamente significativas en los contrastes entre el sintético VSB y VSD, VSD y las cruzas intervarietales, VSD y progenitores, y finalmente entre VSCB con progenitores y con las cruzas intervarietales.

Cuadro 9.Cuadrados medios y significancia de F para 9 caracteres en 17 genotipos de maiz analizados en 16 bloques contrastados. Localidad Santa Cruz El Grande, Municipio de Poncitlán, Jalisco, México. 2003.

F de V	G de L	Acame de raíz		Acame de tallo		Calificación de mazorca		Floración masculina		Floración femenina		Altura de planta		Altura de mazorca		Rendimiento	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Repetición	3	206		5.92		0.64		3.53		21.40		640		356.74		1950557	
Genotipos	16	109	**	2.31	NS	0.78	**	1.98	*	34.40	NS	442	**	188.70	*	4422371	*
P vs CI	1	11.7	NS	0.27	NS	0.07	NS	1.20	NS	0.34	NS	646	*	693.60	**	1177511	NS
P vs VS	1	71.5	NS	0.96	NS	0.00	NS	3.65	NS	87.03	NS	7	NS	157.44	NS	2706327	NS
P vs T	1	325	**	1.53	NS	0.78	NS	13.78	**	50.00	NS	128	NS	6.13	NS	29523753	**
CI vs V S	1	36.1	NS	0.35	NS	0.06	NS	1.13	NS	91.13	NS	684	*	110.01	NS	618294	NS
CI vs T	1	266	**	3.50	NS	0.50	NS	8.82	*	51.34	NS	170	NS	843.75	**	23688204	**
VS vs T	1	67.8	NS	4.53	NS	0.67	NS	2.33	NS	7.74	NS	174	NS	220.19	NS	11461086	*
VSB vs CI	1	10	NS	0.15	NS	0.02	NS	0.72	NS	0.05	NS	88	NS	150.48	NS	2265	NS
VSB vs VSD	1	0.13	NS	0.00	NS	0.00	NS	0.50	NS	2.00	**	8	NS	180.50	NS	1322214	NS
VSB vs VSCB	1	2	NS	0.00	NS	0.00	NS	0.13	NS	231.13	NS	420	*	1.13	NS	6311	NS
VSB vs P	1	25.3	NS	0.45	NS	0.00	NS	2.11	NS	0.31	NS	31	NS	11.25	NS	452224	NS
VSD vs CI	1	13.15	NS	0.15	NS	0.02	NS	0.01	NS	2.63	**	32	NS	28.34	NS	2412211	NS
VSD vs VSCB	1	1.13	NS	0.00	NS	0.00	NS	1.13	NS	276.13	NS	544	*	210.13	NS	1511217	NS
VSD vs P	1	30	NS	0.45	NS	0.00	NS	0.31	NS	1.51	**	84	NS	414.05	*	4523988	NS
VSCB vs P	1	46.5	NS	0.45	NS	0.00	NS	3.61	NS	391.61	**	414	NS	4.05	NS	327175	NS
VSCB vs CI	1	25.15	NS	0.15	NS	0.02	NS	1.72	NS	405.48	**	1314	**	186.48	NS	3184	NS
Error	48	1696		2.47		0.20		1.72		23.80		104		91.43		2223238	
C.V.		93.57		445.62		23.85		1.76		6.48		3.95		7.6		14.23	

** Pr>F= 1%; * Pr>F= 5%; NS= No significativo

P= Progenitores, CI= Cruzas intervarietales, S= Sintéticos, T= Testigos.

- En altura de planta resultaron altamente significativos los contrastes entre el sintético VSCB y las cruzas intervarietales; y significativos entre cruzas intervarietales con progenitores y con los sintéticos, y entre el sintético VSCB con el sintético VSB y el sintético VSD.
- En altura de mazorca los contrastes fueron altamente significativos entre las cruzas intervarietales con los progenitores y con los testigos.
- En el rendimiento los testigos tuvieron diferencias altamente significativas con los progenitores, y significativas con las cruzas intervarietales y con los sintéticos.

En la comparación de medias (Cuadro 10) respecto al acame de raíz el valor más alto correspondió a P-3028, con una media de 23%. Esta media no resultó estadísticamente diferente a las de DK- 2002 **X** P-3028, Pantera **X** P-3028 y Pantera **X** Z-21, con valores de 13.5, 8.5 y 8 % de plantas acamadas respectivamente.

P-30G54 (Testigo), con 2 % de plantas acamadas por parcela útil, resultó ser la mejor para este carácter y sin diferencia mínima significativa (DMS) respecto a los demás testigos, las **CI:** P-3028 **X** Z-21, DK- 2002 **X** Z-21 y Pantera **X** DK-2002, y las **VS.**

La comparación múltiple de medias para la calificación de mazorca reveló que las mazorcas de mejor calidad se presentaron en P-3028, DK-2002 X P-3028, DK-2002 X Z-21, Tigre y P-30G54; los demás genotipos no mostraron diferencias estadísticas entre ellos.

En la comparación de medias para días a floración masculina se encontró que la variedad más precoz resultó ser la P-3028 con 73 días a floración; la más tardía y estadísticamente diferente a la anterior fue Z-21 con 77 días y las demás tuvieron floración intermedia entre las anteriormente citadas (74-76 días a floración masculina).

Cuadro 10. Promedios para 6 caracteres en 17 genotipos de maíz. Localidad Santa Cruz El Grande, Municipio de Poncitlán, Jalisco, México. 2003.

Genotipos	Acame de raíz (%)	Calificación de mazorca (escala de 1 a 5)	Floración Masculina (días)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Rendimiento (ton/ha)
Pantera (P)	3.8 B	2.3 A B	76 A B	259 A B C	135 A	10.194 A
DK-2002 (P)	6.8 B	1.8 A B	75 A B	249 B C	124 A	8.800 A
P-3028 (P)	23.0 A	1.3 B	73 B	263 A B C	116 A	10.904 A
Z-21 (P)	1.8 B	2.8 A	77 A	246 C	114 A	9.253 A
Pantera X DK-2002 (CI 1)	3.5 B	2.8 A	75 A B	257 A B C	132 A	9.020 A
Pantera X P-3028 (CI 2)	8.5 A B	2.0 A B	75 A B	265 A B C	129 A	9.165 A
Pantera X Z-21 (CI 3)	8.0 A B	2.0 A B	74 A B	243 C	126 A	10.344 A
DK-2002 X P-3028 (CI 4)	13.5 A B	1.5 B	75 A B	280 A	130 A	11.266 A
Dk-2002 X Z-21 (CI 5)	7.0 B	1.5 B	75 A B	262 A B C	138 A	10.277 A
P-3028 X Z-21 (CI 6)	5.8 B	1.8 A B	75 A B	268 A B C	130 A	10.755 A
VSD (de PL)	5.8 B	2.0 A B	75 A B	259 A B C	134 A	10.977 A
VSB (de C.I.)	6.0 B	2.0 A B	74 A B	257 A B C	124 A	10.164 A
VSCB (Remanente de Progenitores)	5.0 B	2.0 A B	74 A B	243 C	123 A	10.107 A
Lince (T)	2.3 B	2.3 A B	74 A B	255 A B C	118 A	11.297 A
Tigre (T)	2.5 B	1.3 B	74 A B	245 C	117 A	12.515 A
P-30G54 (T)	2.0 B	1.5 B	74 A B	274 A B	124 A	12.240 A
P-30G88 (T)	3.0 B	1.8 A B	74 A B	259 A B C	127 A	10.782 A
DMS	15.3	1.2	3	26	25	3.848

P= Progenitor de cruzas intervarietales. T= Testigo (Híbrido comercial).

En la comparación de medias para días a floración masculina se encontró que la variedad más precoz resultó ser la P-3028 con 73 días a floración; la más tardía y estadísticamente diferente a la anterior fue Z-21 con 77 días y las demás tuvieron floración intermedia entre las anteriormente citadas (74-76 días a floración masculina).

Con base en la comparación múltiple de medias se encontró que las plantas más altas fueron las de la **CI** DK-2002 **X** P-3028 (280 cm), de igual valor estadístico a dos progenitores (Pantera y P-3028) y a tres de los testigos (Lince, P-30G54 y P-30G88). Las

plantas de menor altura correspondieron a la **CI** Pantera **X** Z-21 y a la **VSCB** (243 cm), con igual valor estadístico a los cuatro progenitores, a cuatro **CI** y a las variedades **VSD** y **VSB**. Las variedades de mayor talla suelen ser más susceptibles al embate de los vientos fuertes, pero por otro lado son mas preferidas por los productores para rozarlas y molerlas para alimentar al ganado.

Para altura de mazorca en la comparación de medias todos los tratamientos fueron iguales, oscilando entre 114 cm para la variedad Z-21 y 138 cm para la CI DK-2002 **X** Z-21. Este rango de altura de mazorcas es adecuado para la cosecha mecánica que es la forma de recolectar el grano en las regiones maiceras de Jalisco.

En la comparación de medias entre genotipos para rendimiento se encontró que todos los tratamientos son iguales, correspondiendo los valores mínimos al progenitor DK-2002 (8.800 ton/ha) y los más altos a Tigre (12.515 ton/ha). En lo que a **CI** se refiere el rendimiento más alto correspondió a DK-2002 X P-3028 (11.266 ton/ha) y el mínimo a Pantera X DK-2002 (9.020 ton/ha). El rendimiento de los sintéticos es de tomarse muy en cuenta, pues los tres rebasaron las 10 ton/ha.

Los resultados obtenidos indican que en general las características agronómicas de las **CI** y de los Sintéticos son similares a las de los progenitores y a las de los testigos comerciales, ambos elegidos para este estudio por ser en su momento los preferidos por los productores de la Región Ciénega de Chapala.

4.2. LOCALIDAD CASA BLANCA

Para esta localidad los resultados del análisis de varianza se describen en el cuadro 11 y la comparación de medias en el cuadro 12. En el análisis de varianza de esta localidad se excluyo la variable de acame de raíz, por no presentarse el fenómeno. En todas las variables se obtuvieron diferencias altamente significativas entre genotipos, excepto para el acame de tallo y altura de planta.

En los contrastes entre grupos de genotipos se encontraron diferencias altamente significativas en las siguientes características:

- En calificación de mazorca entre progenitores y cruzas intervarietales;
- En días a floración masculina y días a floración femenina entre los testigos con los progenitores, las cruzas intervarietales y los sintéticos;
- En rendimiento entre progenitores con las cruzas intervarietales y con los sintéticos, y estos mismos en particular con el sintético VSD;
- En los contrastes se detectaron diferencias significativas en las siguientes características:
- En calificación de mazorca entre el sintético VSD con el sintético VSCB y con los progenitores;
- En días a floración masculina entre progenitores y cruzas intervarietales;
- En altura de mazorca entre cruzas intervarietales y testigos, en los contrastes del sintéticos VSB con VSCB y VSB con los progenitores;
- En rendimiento entre testigos con las cruzas intervarietales y con los sintéticos; y entre los sintéticos VSD y VSCB.

En la comparación de medias de la calificación de mazorca se encontró DMS. La mejor calidad de mazorca (grupo "B") correspondió al progenitor P-3028 (con valor de 1 en la escala de 1 a 5). De igual valor estadístico son los siguientes materiales: DK-2002 X P-3028, P-3028 X Z-21, DK-2002, Pantera, Z-21, **VSB**, **VSCB** (remanente de los **P**) y los testigos Tigre, P-30G54 y P-30G88.

Los genotipos de menor calidad (grupo "A"), con valores de 2.5, pero que comercialmente son aceptables, fueron cuatro **CI** (Pantera X DK-2002, Pantera X P-3028, Pantera X Z-21 y DK-2002 X Z-21), la **VSD** y un testigo (Lince). Estos materiales son estadísticamente iguales a tres progenitores (Pantera, DK-2002 y Z-21), a la **CI** P-3028 X Z-21, a la **VSB**, a la **VSCB** y a tres testigos (Tigre, P-30G54 y P-30G88). Por lo anterior podemos afirmar, que para este sitio, la calidad de las mazorcas de las **CI** y de la **VSD** es muy similar a la calidad de los progenitores y a la de los testigos comerciales.

Cuadro 11. Cuadrados medios y significancia de F para 10 caracteres en 17 genotipos de maíz analizados en 16 bloques contrastados. Localidad Casa Blanca, Municipio de Poncitlán, Jalisco, México. 2003.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Acame de Tallo		Calificación de mazorca		Floración masculina		Floración femenina		Altura de planta		Altura de mazorca		Rendimiento	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Repetición	3	6.01		0.25		1.84		2.17		453.3		99.7		10733616.1	
Genotipos	16	7.12	NS	0.88	**	13.60	**	5.86	**	800.7	NS	256.48	**	7021543.8	**
P vs CI	1	12.60	NS	1.84	**	8.07	*	2.60	NS	14.02	NS	156.82	NS	26095194.9	**
P vs S	1	9.67	NS	0.50	NS	2.33	NS	0.86	NS	146.68	NS	41.44	NS	18665408.3	**
P vs T	1	7.03	NS	0.13	NS	108.78	**	19.53	**	1339.03	NS	12.50	NS	2354227.6	NS
CI vs S	1	0.01	NS	0.22	NS	0.89	NS	0.22	NS	272.22	NS	20.06	NS	10.6	NS
CI vs T	1	0.42	NS	0.94	NS	73.70	**	41.67	**	1921.00	NS	268.82	*	11748100.7	*
S vs T	1	0.43	NS	0.15	NS	66.07	**	25.19	**	473.81	NS	94.30	NS	8408937.5	*
VSB vs CI	1	0.01	NS	0.21	NS	0.02	NS	1.17	NS	228.67	NS	64.38	NS	82206.3	NS
VSB vs VSD	1	0.13	NS	0.50	NS	2.00	NS	3.13	NS	1012.50	NS	105.13	NS	3776549.0	NS
VSB vsVS CB	1	0.13	NS	0.13	NS	0.13	NS	0.00	NS	760.50	NS	220.50	*	1642270.0	NS
VSB vs P	1	4.51	NS	0.11	NS	3.20	NS	0.01	NS	281.25	NS	224.45	*	7141242.4	NS
VSD vs CI	1	0.15	NS	0.21	NS	2.88	NS	1.52	NS	704.38	NS	29.17	NS	5097234.9	NS
VSD vs VSCB	1	0.50	NS	1.13	*	1.13	NS	3.13	NS	18.00	NS	21.13	NS	10399627.4	*
VSD vs P	1	2.81	NS	1.51	*	0.00	NS	4.51	NS	551.25	NS	4.05	NS	26321574.8	**
VSCB vs P	1	6.61	NS	0.01	NS	1.80	NS	0.01	NS	328.05	NS	14.45	NS	1105259.2	NS
VSCB vs CI	1	0.29	NS	0.86	NS	0.10	NS	1.17	NS	440.38	NS	130.38	NS	3859684.6	NS
Error	48	5.84		0.25		1.64		1.13		767.52		51.04		2102194.3	
CV		400.72		24.46		1.74		1.44		10.58		5.47		11.37	

** Pr>F= 1%; * Pr>F= 5%; NS= No significativo

P= Progenitores, CI= Cruzas intervarietales, S= Sintéticos, T= Testigos.

Cuadro 12. Promedios para 5 caracteres en 17 genotipos de maíz. Localidad Casa Blanca, Municipio de Poncitlán, Jalisco, México. 2003.

Genotipos	Calificación de mazorca (1 a 5)			Floración masculina (días)				Floración femenina (días)						Altura de mazorca (cm)					Rendimiento (ton/ha)	
Pantera	2.0	A	B	78	A			74	A	B	C	D	E	137	A	B			12.790	A B
DK-2002	2.3	A	B	76	A	B		76	A					130	A	B	C	D	12.144	B
P-3028	1.0		B	74		B	C D	74	A	B	C	D		120		B	C	D	16.303	A
Z-21	2.0	A	B	73		B	C D	72				D	E	129	A	B	C	D	13.762	A B
Pantera X DK-2002	2.5	A		75	A	B		75	A					132	A	B	C		10.837	B
Pantera X P-3028	2.5	A		75		B	C	74	A	B	C	D		137	A	B			12.044	B
Pantera X Z-21	2.5	A		74		B	C	74	A	B	C	D	E	135	A	B	C		11.680	B
DK-2002 X P-3028	1.5	A	B	73		B	C D	75	A	B	C			131	A	B	C	D	13.100	A B
Dk-2002 X Z-21	2.5	A		74		B	C D	74	A	B	C	D		137	A	B			11.680	B
P-3028 X Z-21	2.0	A	B	73		B	C D	75	A	B	C			126	A	B	C	D	13.265	A B
VSD	2.5	A		75	A	B		75	A	B				130	A	B	C	D	10.882	B
VSB	2.0	A	B	74		B	C D	74	A	B	C	D	E	137	A	B			12.256	B
VSCB	1.8	A	B	74		B	C	74	A	B	C	D	E	127	A	B	C	D	13.162	A B
Lince	2.5	A		72			C D	72			C	D	E	114				D	14.306	A B
Tigre	1.3	A	B	71			D	71					E	116			C	D	13.039	A B
P-30G54	1.8	A	B	72			C D	73		B	C	D	E	137	A	B			13.385	A B
P-30G88	2.3	A	B	72			C D	73	A	B	C	D	E	144	A				12.099	B
DMS	1.3			3				3						18					3.742	

P= Progenitor de cruzas intervarietales. T= Testigo (Híbrido comercial).

Para floración masculina y femenina la comparación de medias deja ver DMS entre tratamientos. La floración masculina para **CI** oscila entre 73 y 75 días, mientras que la floración femenina para los mismos genotipos se presentó entre los 74 y 75 días. Para progenitores la floración masculina se presentó entre los 73 (Z-21) y los 78 días (Pantera), mientras que la floración femenina ocurrió entre los 72 (Z-21) y los 76 días (DK-2002). La floración masculina y femenina de los Sintéticos fue de 74 a 75 días. Los testigos resultaron ser los más precoces, con 71 a 72 días a floración masculina y 71 a 73 días a floración femenina. El periodo de floración, considerando los 17 genotipos, fue de los 71 (Tigre) a los 78 (Pantera) días para floración masculina y de 71 (Tigre) a 76 (DK-2002) días para floración femenina.

Para altura de mazorca le correspondió la mayor altura al **T** P-30G88 (144 cm) que encabeza el grupo "A" de significancia, mismo al que pertenecen también todos los progenitores, las **CI** y los Sintéticos. La variedad con mazorcas más bajas es el testigo Lince (114 cm). La altura de mazorca de los progenitores fluctuó entre 120 cm (P-3028) y 137 cm (Pantera), para las **CI** osciló entre 126 cm (P-3028 X Z-21) y 137 cm (Pantera X P-3028), para los sintéticos entre 127 **(VSCB)**y 137 cm **(VSB)** y para los **T** entre 114 cm (Lince) y 144 cm (P-30G88). Desde el punto de vista agronómico la altura de mazorca de todos los materiales utilizados es aceptable.

El rendimiento de grano es uno de los caracteres agronómicos más importante dado que es la parte de la planta que más se comercializa y la que tiene mayor valor económico. Para este carácter en la comparación de medias se registró DMS. El mayor rendimiento corresponde al Progenitor P-3028 con 16.303 ton/ha, el cual tiene igual valor estadístico a los Progenitores Z-21 (13.762 ton/ha) y Pantera (12.790 ton/ha).

Asimismo esos progenitores son estadísticamente iguales a las **CI** DK-2002 X P-3028 (13.100 ton/ha) y P-3028 X Z-21 (13.265 ton/hs). Entre los genotipos anteriormente citados tampoco se observa diferencia significativa con respecto a sintético **VSCB** (13.162) y a los testigos Lince (14.306 ton/ha), Tigre (13.039 ton/ha) y P-30G54 (13.385

ton/ha). Los menores rendimientos los mostraron el sintético **VSD** y la **CI** Pantera por DK-2002.

La igualdad estadística de las **CI** con los **P** y los **T** citados, confirma la bondad de la formación de **CI** como alternativa en la producción de semilla de alto rendimiento.

El rendimiento de la **VSD** es superado estadísticamente solo por el progenitor P-3028, lo que demuestra también, en esta localidad, su importancia para ser considerada en siembras comerciales.

4.3.LOCALIDAD LAS AGUJAS.

Para esta localidad el ANVA de los caracteres estudiados se reporta en el cuadro 13 y la comparación de medias (DMS) en el cuadro 14. En esta localidad tampoco se realizó el análisis de varianza para el acame de raíz al no obtenerse datos de esta variable. Se obtuvieron diferencias altamente significativas en la calificación de mazorca, diás a floración femenina, días floración masculina, altura de planta y altura de mazorca. En las características de acame de tallo y rendimiento no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas.

En los contrastes entre grupos de genotipos se encontraron diferencias altamente significativas en las siguientes características:

- En calificación de mazorca los testigos presentaron diferencias significativas con los progenitores y las cruzas intervarietales;
- En floración masculina las diferencias fueron altamente significativas entre los testigos con los progenitores, las cruzas intervarietales y los sintéticos, y significativas entre el sintético VSCB con el sintético VSD y las cruzas intervarietales;
- En floración femenina igualmente se presentaron diferencias altamente significativas entre testigos con los progenitores, las cruzas intervarietales y los sintéticos, y se presentaron diferencias significativas entre las cruzas intervarietales con el sintético VSCB;

Cuadro 13. Cuadrados medios y significancia de F para 8 caracteres en 17 genotipos de maíz analizados en 16 bloques contrastados. Localidad Las agujas, Municipio de Zapopan, Jalisco, México. 2003.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Acame de tallo		Calificación de mazorca		Floración masculina		Floración femenina		Altura de planta		Altura de mazorca		Rendimiento	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Repetición	3	0.08		1.34		2.13		3.42		476.56		276.05		10908848.39	
Genotipos	16	0.08	NS	1.62	**	18.37	**	14.97	**	333.98	**	279.97	**	1477286.02	NS
P vs CI	1	0.07	NS	0.00	NS	0.42	NS	1.67	NS	178.54	NS	440.10	**	21911.53	NS
P vs S	1	0.05	NS	0.86	NS	0.58	NS	3.05	NS	6.57	NS	148.00	NS	2469785.29	NS
P vs T	1	0.03	NS	2.53	*	94.53	**	57.78	**	153.13	NS	225.78	*	1444970.25	NS
CI vs S	1	0.00	NS	1.13	NS	2.00	NS	9.39	NS	224.01	*	36.13	NS	3358428.53	NS
CI vs T	1	0.00	NS	3.27	**	127.60	**	92.50	**	0.04	NS	20.42	NS	2145715.81	NS
S vs T	1	0.00	NS	0.30	NS	67.86	**	28.00	**	196.57	*	3.05	NS	210364.66	NS
VCB vs CI	1	0.10	NS	0.72	NS	0.38	NS	4.67	NS	1.34	NS	10.01	NS	184881.62	NS
VSB vs VSD	1	0.13	NS	0.13	NS	1.13	NS	2.00	NS	420.50	**	60.50	NS	618817.00	NS
VSB vs VSCB	1	0.13	NS	0.00	NS	3.13	NS	1.13	NS	0.50	NS	36.13	NS	954623.44	NS
VSB vs P	1	0.20	NS	0.61	NS	0.05	NS	1.80	NS	43.51	NS	82.01	NS	108857.96	NS
VSD vs CI	1	0.02	NS	0.15	NS	0.60	NS	0.10	NS	784.34	**	178.15	NS	2131437.16	NS
VSD vs VSCB	1	0.00	NS	0.13	NS	8.00	*	6.13	NS	450.00	**	190.13	NS	36251.82	NS
VSD vs P	1	0.00	NS	0.11	NS	1.25	NS	0.20	NS	374.11	**	0.61	NS	1755565.66	NS
VSCB vs P	1	0.00	NS	0.61	NS	6.05	NS	7.20	NS	56.11	NS	277.51	*	2451778.32	NS
VSCB vs CI	1	0.02	NS	0.72	NS	8.60	*	12.60	*	0.05	NS	22.15	NS	2921484.90	NS
Error	48	0.09		0.39		1.6		2.67		46.18		49.09		1272613.6	
CV		506.7		22.7		1.54		1.97		2.65		5.37		12.51	

** Pr>F= 1%; * Pr>F= 5%; NS= No significativo

P= Progenitores, CI= Cruzas intervarietales, S= Sintéticos, T= Testigos.

Cuadro 14. Promedios para 5 caracteres en 17 genotipos de maiz. Localidad Las Agujas, Municipio de Zapopan, Jalisco, México.2003.

Genotipos	Calificación de mazorca (escala de 1 a 5)	Floración Masculina (días)	Floración Femenina (días)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)
Pantera	3.0 A B	86 A	85 A B	256 A B C D E	143 A
DK-2002	2.5 B	83 A B C D E	84 A B	240 E	121 B C D
P-3028	4.5 A	82 B C D E F	83 A B	266 A B	111 D
Z-21	1.8	81 C D E F	82 A B	253 A B C D E	129 A B C D
Pantera X DK-2002	2.8 B	85 A B	84 A B	251 B C D E	132 A B C
Pantera X P-3028	3.5 A B	84 A B C	85 A	263 A B C	130 A B C
Pantera X Z-21	2.8 B	84 A B C D	84 A B	250 B C D E	131 A B C
DK-2002 X P-3028	3.0 A B	82 B C D E F	85 A B	264 A B C	130 A B C
Dk-2002 X Z-21	2.5 B	83 A B C D E	84 A B	252 A B C D E	135 A B C
P-3028 X Z-21	3.3 A B	81 D E F G	81 A B C	269 A	139 A B
VSD (de PL)	2.8 B	84 A B C D E	84 A B	243 D E	126 A B C D
VSB (de C.I).	2.5 B	83 A B C D E	83 A B	258 A B C D E	131 A B C
VSCB (Remanente de progenitores)	2.5 B	82 B C D E F	82 A B	258 A B C D	135 A B C
Lince	3.0 A B	80 E F G	82 A B	247 C D E	118 C D
Tigre	2.0 B	77 G	77 C	250 B C D E	127 A B C D
P-30G54	2.0 B	81 C D E F	83 A B	267 A B	138 A B
P-30G88	2.5 B	79 F G	81 B C	270 A	142 A
DMS	1.6	3	4	18	18

P= Progenitor de cruzas intervarietales. T= Testigo (Híbrido comercial).

En altura de planta los contrastes presentaron diferencias altamente significativas entre el sintético VSD con los sintéticos VSB y VSCB, y con los progenitores, y existieron diferencias significativas entre los testigos con las cruzas intervarietales y con los sintéticos, y entre las cruzas intervarietales con los sintéticos.

Para calificación de mazorca la diferencia entre tratamientos fue altamente significativa. La variedad con mejor calidad de mazorca fue Z-21 (calificación de 1.8), con igual valor estadístico a dos **P** (DK-2002 y Pantera), a cinco **CI,** a los **S** y a los **T**.

La variedad de menor calidad fue el **P** P-3028 (calificación de 4.5), con igual valor estadístico al **P** Pantera, al **T** Lince y a las **CI** Pantera X P-3028, DK-2002 X P-3028 y P-3028 X Z-21. La calidad de los sintéticos fue de regular a buena.

Para floración masculina y femenina el ANVA indica diferencias altamente significativas. En el cuadro de comparación de medias se aprecia que la floración masculina se presentó entre 77 (Tigre) y 86 días (Pantera), mientras que la floración femenina ocurrió entre 77 (Tigre) y 85 días (Pantera y dos **CI**). El resto de los materiales tienden a ser intermedios y similares entre sí, sobretodo en floración femenina.

Para altura de planta el ANVA muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos y en la comparación de medias se observa DMS. En el cuadro 14 se puede apreciar que las plantas más bajitas corresponden a la variedad Dk-2002 (240 cm) y las más altas a P-30G88 (270 cm), siendo estadísticamente diferentes entre sí.

Al analizar la altura de mazorca entre tratamientos se encontró en el ANVA una diferencia altamente significativa y en el cuadro de comparación de medias se observa DMS. La variedad con mazorcas más altas fue pantera (143 cm) y la de mazorcas más bajas P-3028 (111 cm); ambas estadísticamente diferentes entre sí. Dentro de CI hay similitud en altura de mazorca, en tanto que entre sintéticos se manifestó mayor diferencia.

Para esta localidad, tanto la altura de planta como la de mazorca, son agronómicamente aceptables en todos los genotipos.

En cuanto al rendimiento de grano los resultados indican que las **CI**, y los **S** son competitivos con respecto a los **P** y a los **T**.

Para rendimiento de grano, que es una de las variables más importantes en el estudio, no se apreció ninguna diferencia estadística entre los bloques de materiales genéticos comparados, lo que nos permite suponer que bajo el manejo que se le dio al cultivo y con las condiciones ambientales que se presentaron, las **CI** y los **S** fueron competitivos con los **P** y los **T**.

4.4. COMPORTAMIENTO DE LOS 17 GENOTIPOS EN LAS TRES LOCALIDADES.

Los resultados del análisis de varianza conjuntando para las 17 variedades en las tres localidades se muestran en el Cuadro 15 y en el cuadro 16 se muestra las medias por localidad de las 17 variedades para 7 caracteres.

En primera instancia se analiza el comportamiento por localidades de cada uno de los caracteres estimados:

Acame de raíz.- Se presentó una diferencia altamente significativa entre ambientes, entre variedades y en la interacción de variedad por ambiente; el acame ocurrió únicamente en la localidad de Santa Cruz, y no en todos los materiales, lo cual explica el grado de significancia resultante. Las variedades con mayor acame fueron los progenitores P-3028, y DK-2002; las Cruzas intervarietales DK-2002 x P3028, Pantera x P 3028 y P-3028 X Z-21; y el sintético VSB (Cuadro 1A).

Acame de tallo.- No hubo diferencia significativa en este carácter para ninguno de los factores estudiados (ambiente, variedad y variedad por ambiente). El acame de tallo no fue problema en ninguna de las localidades en donde se establecieron los trabajos.

Calificación de mazorca.- El resultado fue altamente significativo para ambiente, para variedad y para la interacción de variedad por ambiente. Las mazorcas de menor calidad se obtuvieron en la localidad de Las Agujas. Para las otras dos localidades los resultados estadísticos indican que la calidad de mazorca es igual (Cuadro 16). Únicamente la cruza intervarietal de DK-2002 X P-3028 manifesto diferencias significativas en la calidad de mazorca entre las tres localidades (Cuadro 1A). Los progenitores P-3028 y Z-21; las Cruzas intervarietales Pantera X P-3028 y P-3028 X Z-21 y el Testigo Tigre fueron las variedades que mostraron diferencias entre ambientes para la calidad de mazorca, en todos los casos la peor calidad se presentó en Las Agujas.

Floración masculina.- De acuerdo al ANVA fue altamente significativa para ambiente, para variedad y para la interacción de variedad por ambiente. En la comparación de medias entre

Cuadro 15. Cuadrados medios y probabilidad de F para 17 genotipos. Analisis Combinado de tres localidades.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Acame de raíz		Acame de tallo		Calificación de mazorca		Floración masculina		Floración femenina		Altura de planta		Altura De mazorca		Rendimiento	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F	CM	Pr > F
Ambiente	2	914.82	**	5.04	NS	14.13	**	1456.05	**	1646.72	**	544.84	NS	491.07	**	241204034	**
Repetición (Ambiente)	9	68.92		4		0.74		1.98		9.02		523.5		244.16		7864341	
Genotipos	16	36.39	**	3.72	NS	1.11	**	25.55	**	30.19	**	916.31	**	529.49	**	4776681	**
P vs CI	1	3.90	NS	4.83	NS	0.45	NS	3.61	NS	1.80	NS	603.17	NS	1193.51	**	5799746	NS
P vs S	1	23.83	NS	5.00	NS	0.02	NS	5.88	NS	34.32	NS	100.95	NS	323.45	*	406052	NS
P vs T	1	108.38	**	0.51	NS	1.50	*	189.84	**	121.50	**	55.51	NS	27.09	NS	8674408	*
CI vs S	1	12.04	NS	0.17	NS	0.56	NS	0.78	NS	57.04	*	1107.04	NS	146.69	NS	2280575	NS
CI vs T	1	88.90	**	2.01	NS	4.05	**	174.05	**	180.00	**	1070.67	NS	832.05	**	31748821	**
S vs T	1	22.62	NS	2.48	NS	1.02	NS	106.73	**	18.89	NS	9.92	NS	173.34	NS	11316361	*
SB vs CI	1	3.34	NS	0.01	NS	0.45	NS	0.88	NS	4.02	NS	6.91	NS	18.29	NS	194710	NS
SB vs SD	1	0.04	NS	0.00	NS	0.38	NS	3.38	NS	7.04	NS	816.67	NS	7.04	NS	15	NS
SB vs CB	1	0.67	NS	0.17	NS	0.04	NS	1.04	NS	88.17	**	748.17	NS	32.67	NS	1582854	NS
SB vs P	1	8.44	NS	1.84	NS	0.07	NS	4.00	NS	1.35	NS	279.50	NS	250.10	*	929520	NS
SD vs CI	1	4.38	NS	0.01	NS	0.02	NS	2.16	NS	2.16	NS	1210.24	*	60.07	NS	190194	NS
SD vs CB	1	0.38	NS	0.17	NS	0.67	NS	8.17	*	145.04	**	1.50	NS	9.38	NS	1592761	NS
SD vs P	1	10.00	NS	1.84	NS	0.27	NS	0.10	NS	4.82	NS	377.50	NS	155.20	NS	939133	NS
CB vs P	1	15.50	NS	3.50	NS	0.27	NS	10.84	*	170.02	**	319.70	NS	73.70	NS	393490	NS
CB vs CI	1	8.38	NS	0.39	NS	0.88	NS	5.16	NS	204.45	**	1101.24	NS	138.29	NS	4361911	NS
Genotipos (Ambiente)	32	36.39	**	2.89	NS	1.09	**	4.97	**	12.51	NS	330.56	NS	97.83	*	4072260	**
Error	144	11.78		2.8		0.28		1.65		9.21		305.93		63.85		1866015	
CV		162.06		494.72		23.78		1.67		3.92		6.76		6.2		12.7	

** Pr>F= 1%; * Pr>F= 5%; NS= No significativo

Cuadro 16. Comparación de medias por localidad de 17 genotipos para 7 caracteres de maíz, análisis combinado. Duncan 5%

Localidad	Acame de raíz	Calificación de mazorca	Floración masculina	Floración femenina	Altura de planta	Altura de mazorca	Rendimiento
Santa Cruz	6.35 A	1.89 B	74.5 B	75.27 B	125.7	125.7 B	10474 B
Casa Blanca	0 B	2.04 B	73.70 C	73.69 C	130.4	130.4 A	12748 A
Las Agujas	0 B	2.75 A	82.08 A	82.89 A	130.3	130.3 A	9011 C

ambientes se observa que la floración masculina fue más tardía en Las Agujas (82 días), intermedia en Santa Cruz (74.5 días) y más precoz en Casa Blanca 73.7 días). En todas las variedades se manifestaron diferencias entre localidades para la floración masculina (Cuadro 1A). Todas las variedades en la localidad de Las Agujas se mostraron significativamente más tardías. En los cuatro progenitores, en las cruzas intervarietales Pantera X DK-2002, Pantera X P-3028, Pantera X Z-21, DK-2002 X Z-21 y P-3028 X Z-21, y en los tres sintéticos VSD, VSB y VSCB, no hubo diferencias significativas entre las localidades de Santa Cruz y Casa Blanca. En la cruza intervarietal DK-2002 X P-3028 y en los cuatro testigos se presentaron diferencias significativas entre las tres localidades.

Floración femenina.- El resultado del ANVA indica diferencia altamente significativa para ambiente y para variedad y no significativa para variedad por ambiente. Como en el caso anterior, en Las Agujas se presentó la floración más tardía (82.9 días), En Santa Cruz la intermedia (75.3 días) y la más precoz en Casa Blanca (73.7 días). Los cuatro progenitores, los tres sintéticos, las cruzas intervarietales Pantera X DK-2002, Pantera X P-3028, Pantera X Z-21, DK-2002 X P-3028 y P-3028 X Z-21 resultaron significativamente más tardíos; en contraste los más precoces fueron la cruza intervarietal Dk-2002 X Z-21 y el testigo Tigre.

Cuadro 17. Comparación de medias por variedad de 3 localidades para 7 caracteres de maíz. Duncan al 5%.

Variedad		Acame de raíz	Calificación de mazorca	Floración masculina	Floración femenina	Altura de planta	Altura de mazorca	Rendimiento
Progenitores	Pantera	1.17	2.7	78.4	79.0 A	253.0 B	132.3	9623.4
	DK-2002	2.83	2.7	77.9	78.8 A	270.3 A	131.8	10023.4
	P-3028	2.67	2.4	77.2	77.3 A	250.6 B	130.4	10284.1
	Z-21	4.50	2.0	76.8	79.0 A	270.8 A	130.2	10986.7
Cruzas intervarietales	Pantera X DK-2002	2.33	2.2	77.3	77.8 A	259.3 A B	136.3	10323.4
	Pantera X P-3028	1.92	2.3	76.2	77.4 A	269.6 A	131.5	10785.6
	Pantera X Z-21	1.92	2.4	77.8	78.7 A	251.4 B	129.7	10473.8
	DK-2002 X P-3028	2.00	2.2	77.0	77.6 A	263.1 A B	130.8	10475.4
	Dk-2002 X Z-21	1.67	2.1	76.6	73.8 B	251.9 B	128.4	10989
	P-3028 X Z-21	1.25	2.4	79.9	78.2 A	259.5 A B	138.1	10366
Sintéticos	VSD	2.25	2.2	77.9	78.7 A	247.5 B	125.0	10019
	VSB	7.67	2.3	75.9	77.5 A	270.7 A	115.7	11719.9
	VSCB	0.58	2.2	76.8	77.5 A	253.1 B	123.8	11041.4
Testigos	Lince	0.75	2.6	75.1	76.4 A B	251.8 B	116.8	11618.1
	Tigre	0.83	1.5	74.0	73.8 B	246.8 B	119.9	11793
	P-30G54	0.67	1.8	75.5	76.3 A B	256.7 A B	132.8	11347.1
	P-30G88	1.00	2.2	74.8	76.3 A B	269.3 A	137.4	10792.8

Altura de planta.- El ANVA muestra que para este carácter no existe diferencia significativa entre ambientes, que existe diferencia altamente significativa entre variedades y que no se presentó diferencia significativa en la interacción variedad por ambiente. Se agrupan como las variedades de mayor altura (Cuadro 17) el progenitor Z-21 (270.8 cm), DK-2002, la cruza intervarietal Pantera X P-3028, el sintético VSB y el testigo P-30G88; las variedades con menor altura son los progenitores Pantera y P-3028, las cruzas intervarietales Pantera X Z-21 y Dk-2002 X Z-21, los sintéticos VSD y VSCB y los testigos Lince y Tigre (246.8 cm).

Altura de mazorca.- De acuerdo al ANVA para esta variable no existe diferencia significativa para ambiente, se muestra diferencia altamente significativa para variedad y significativa para la interacción de variedad por ambiente. Las únicas variedades que mostraron diferencias significativas en la comparación de medias entre ambientes (Cuadro 1A) fueron el progenitor Z-21 y el testigo P-30G54, en ambas las localidades con valor más alto y sin diferencias entre sí fueron Casa Blanca y Las Agujas, Santa Cruz fue significativamente diferente y con menor altura de mazorca en ambas variedades.

Rendimiento de grano.- Para este componente del rendimiento el ANVA muestra que existe diferencia altamente significativa entre ambientes, entre variedades y en la interacción de variedad por ambiente. Ello significa que no todos los ambientes favorecieron de la misma manera a los materiales en estudio. En el Cuadro 16 se ilustra, entre otras cosas, lo referente a rendimientos: los rendimientos más altos, en promedio, se obtuvieron en Casa Blanca (12.749 ton/ha), los intermedios en Santa Cruz (10.474 ton/ha) y los más bajos en Las Agujas (9.012 ton /ha). Las únicas variedades sin diferencias en rendimiento entre localidades fueron las cruzas intervarietales Pantera X DK-2002 y DK-2002 X P-3028, y el sintético VSD (Cuadro 1A). El análisis de la interacción para el rendimiento se realizó en base a los parámetros de estabilidad de Eberhart y Russell (1966) y se presenta por separado más adelante.

4.4.1. Análisis comparado de grupos de genotipos.

Entre Variedades se presentaron diferencias significativas en todos los caracteres estudiados excepto en el acame de tallo (Cuadro 15).

Los P sólo mostraron diferencias significativas con los S y las CI en la altura de planta, en tanto que con los T difirieron en acame de raíz, calificación de mazorca, floración masculina, floración femenina y rendimiento.

Entre CI y S la única diferencia significativa encontrada fue para los días a floración femenina. Las CI difirieron de los testigos en acame de raíz, calificación de mazorca, floración masculina, altura de mazorca y rendimiento.

Entre S y T las únicas diferencias mostradas fueron para floración masculina y rendimiento.

En las comparaciones del SB con las CI, SD, CB y P, sólo se presentaron diferencias significativas en floración femenina con el CB y en altura de mazorca con los P.

El SD respecto a las CI, SB, CB y P, sólo fue diferente a las CI en altura de planta, y del CB en floración masculina y femenina.

El CB en relación a las CI, SB, SD y P, aparte de las diferencias señaladas con el SB y el SD, sólo presentó diferencias significativas en Floración masculina y femenina con los P y en floración femenina con las CI.

4.4.2. Análisis de parámetros de estabilidad del rendimiento. Modelo de Eberhart y Russell y clasificación de Variedades de Márquez y Carballo.

En este estudio únicamente en el rendimiento se aplicó el análisis de parámetros de estabilidad de acuerdo con Eberhart y Russell (1966) y con la clasificación de variedades propuesta por Carballo y Márquez (1970), partiendo de que se presentaron efectos de interacción significativos. En el Cuadro 18 se presentan los valores de los coeficientes de regresión y de las desviaciones de la regresión, con las respectivas pruebas de t y F y los niveles de probabilidad correspondientes. Se presenta además la clasificación de las variedades de acuerdo a su condición de estabilidad.

Cuadro 18. Estimación de los valores del coeficiente de regresión y de sus desviaciones Eberhart y Russell (1966), para determinar el nivel de estabilidad alcanzado, Carballo y Márquez (1970).

Variedad	Media	b_i	t	Pr > t		S^2d_i	F	Pr > F		
Pantera	9623.44	0.51477	-2.2552	0.36202	NS	1670291.93	0.70401	0.40283	NS	Estable
DK-2002	10023.42	0.88728	-0.3933	0.77804	NS	90145.34	1.24943	0.26552	NS	Estable
P-3028	10284.12	0.74755	-2.0807	0.56501	NS	452123.59	0.22386	0.63683	NS	Estable
Z-21	10986.72	1.1708	0.6178	0.67949	NS	206964.44	1.16247	0.28276	NS	Estable
Pantera X DK-2002	10323.42	0.70529	-4.3882	0.5162	NS	616142.21	0.06859	0.79378	NS	Estable
Pantera X P-3028	10785.65	1.3001	2.0138	0.51044	NS	638889.4	0.3377	0.56207	NS	Estable
Pantera X Z-21	10473.78	0.31852	-2.4964	0.27186	NS	3294636.45	1.13328	0.28886	NS	Estable
DK-2002 X P-3028	10475.38	0.87366	-3.6194	0.7537	NS	113241.73	0.01853	0.89191	NS	Estable
Dk-2002 X Z-21	10989.01	0.96299	-0.1286	0.92437	NS	9718.38	1.25924	0.26366	NS	Estable
P-3028 X Z-21	10365.96	1.24157	3.1814	0.57868	NS	413995.19	0.08768	0.76758	NS	Estable
VSD	10019	0.86795	-0.2895	0.74371	NS	123704.04	3.16454	0.07736	NS	Estable
VSB	11719.86	2.2461	12.9228	0.15527	NS	11015704.4	0.1414	0.70745	NS	Estable
VSCB	11041.38	1.06471	0.0931	0.86903	NS	29708.89	7.34552	0.00754	**	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente
Lince	11618.09	1.34961	17.0213	0.46192	NS	867114.47	0.00642	0.93627	NS	Estable
Tigre	11792.98	0.80527	-0.4469	0.64303	NS	269015.87	2.88704	0.09145	NS	Estable
P-30G54	11347.1	1.25762	0.4506	0.55868	NS	470826.29	4.97004	0.02734	*	Buena respuesta en todos los ambientes pero inconsistente
P-30G88	10792.8	0.6862	-3.8633	0.49623	NS	698552.18	0.10033	0.7519	NS	Estable

La mayoría de las variedades resultó ser estable en rendimiento, con excepción del sintético VSCB y el testigo P-30G54. Tanto las cruzas como los sintéticos resultaron estables en rendimiento para las tres localidades de estudio.

Las únicas variedades sin diferencias en rendimiento entre localidades fueron las cruzas intervarietales Pantera X DK-2002 y DK-2002 X P-3028, y el sintético VSD (Cuadro 1A). Para las siguientes variedades, Casa Blanca fue la localidad con el mejor rendimiento, sin diferencia entre Santa Cruz y Las Agujas: los cuatro progenitores; la cruza intervarietal Pantera X P-3028; y los sintéticos VSB VSCB.

DK-2002, DK-2002 X P-3028, y P-3028 X Z-21;.

Las cruzas intervarietales Pantera X Z-21, DK-2002 X Z-21 y los testigos Lince y P-30G88 también tuvieron su mejor rendimiento en Casablanca, pero en este caso no fue diferente de Santa Cruz, tampoco hay diferencia significativa entre Las Agujas y Santa Cruz, sólo hubo diferencia entre Casa Blanca y Las Agujas.

En la cruza intervarietal P-3028 X Z-21 las tres localidades fueron significativamente diferentes, sobresaliendo nuevamente Casa Blanca con el sitio de mayor rendimiento, el peor rendimiento se obtuvo en Las Agujas.

Para los testigos Tigre y P-30G54 no hubo diferencia significativa entre Santa Cruz y Casa Blanca, en tanto que el peor rendimiento se obtuvo en Las Agujas.

4.5. DISCUSION GENERAL

Las variedades comerciales elegidas para este estudio cumplen con lo señalado por los investigadores anteriormente citados en el sentido de tener una amplia base genética, esto lo suponemos por el hecho de que cada una de las cuatro variedades elegidas para el estudio pertenece a diferente empresa comercial, además de que la elección también se basó en su buen comportamiento agronómico en siembras comerciales en las regiones donde se realizó la evaluación, sobretodo en lo que respecta a los altos rendimientos de grano.

Las aseveraciones anteriores se confirman por los resultados sobresalientes en las **CI** y en la **VSD** (de PL), lo cual nos alienta, pues viene a confirmar la hipótesis planteada para el presente trabajo: EL RENDIMIENTO DE GRANO DE LAS CRUZAS

INTERVARIETALES Y DE LA VARIEDAD SINTÉTICA DE POLINIZACIÓN LIBRE NO DISMINUYE SIGNIFICATIVAMENTE CON RESPECTO AL DE SUS PROGENITORES Y AL DE LOS TESTIGOS COMERCIALES.

De acuerdo a la comparación de medias (Duncan 5 %), en la localidad de Santa Cruz El Grande no hubo diferencia entre genotipos, sin embargo podemos señalar que el mejor progenitor (P-3028) rindió 10.904 ton/ha, la mejor **CI** (DK-2002 X P-3028) 11.266 ton/ha, la **VSD** 10.977 ton/ha y el mejor testigo (Tigre) 12.515 ton/ha. Todos estos genotipos pertenecen al mismo grado de significancia.

Siguiendo con la comparación de medias, y con la finalidad de resaltar el buen rendimiento de las **CI** y de la **VSD** (de PL), el mejor progenitor en Casa Blanca fue nuevamente P-3028 (16.303 ton/ha), las mejores **CI** (P-3028 X Z-21 y DK-2002 X P-3028) con 13.100 y 13.265 ton/ha, respectivamente y el mejor Testigo fue Lince con 14.306 ton/ha.

Para la localidad de Las Agujas, al igual que en Santa Cruz, en la comparación de medias (Duncan 5 %) no se detectó diferencia significativa entre tratamientos, y aunque los rendimientos de grano fueron menores con respecto a las otras localidades, se pudo comprobar una vez más la hipótesis planteada.

Al Comparar los sitios en que fueron establecidos los experimentos, nos damos cuenta que Casa blanca presentó las mejores condiciones ambientales, las intermedias Santa Cruz y la Peores Las Agujas. Ello probablemente se debe a que en Casa Blanca el cultivo aparentemente no sufrió estrés por ningún factor ambiental, en Santa Cruz se estresó el cultivo por exceso de humedad en las primeras etapas de crecimiento y por fuertes vientos y en Las Agujas, además de ser menos fértil el suelo, en parte por la textura arenosa, se sembró cuando las temperaturas del ambiente eran menos favorables (más bajas) para el desarrollo del cultivo (7 de Julio).

Con respecto a la estabilidad de los materiales estudiados, todas la **CI** y la **VSD** fueron tan estables como los progenitores y los testigos; a excepción de P-30G54, que resultó ser estable pero inconsistente (cuadro 18).

Al comparar el rendimiento de grano de las variedades, en las tres localidades, encontramos que la producción promedio de Las **CI** y de la **VSD** fue tan buena como la de los progenitores y los testigos (cuadro 17).

Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Marquez *et al* (1983) y difieren con los citados por Ron *et al* (1999).

Finalmente, y de acuerdo a los resultados, podemos agregar que tanto las CI como los SD (de PL), generados con los híbridos modernos de alto rendimiento, son prometedores para la obtención de semilla barata para siembras comerciales de alto rendimiento; sugerimos continuar generando y evaluando este tipo de materiales.

V. CONCLUSIONES

Relacionando el acame y el porte de planta, los testigos comerciales superan tanto a los progenitores como a las cruzas intervarietales y a los sintéticos, dado que los primeros tienen menor porte de planta, excepto el P-30G88, sin embargo tanto las cruzas intervarietales como los sintéticos son similares a sus progenitores.

La calidad de la mazorca resultó sobresaliente en dos de los híbridos testigo, superando a los progenitores y las cruzas intervarietales y los sintéticos, sin embargo estos materiales son competitivos con otros de los testigos.

En floración masculina y femenina las cruzas intervarietales y los sintéticos fueron similares a sus progenitores, pero en general fueron más tardíos que los testigos, lo cual pudiera ser una desventaja competitiva en comportamiento, aunque el precio de producir la semilla sobre todo de los sintéticos es más económica que adquirir los híbridos comerciales.

Todos los genotipos resultaron estables en rendimiento, excepto el sintético VSCB integrado con semilla remanente de los cuatro híbridos progenitores y el testigo P-30G54, por lo que en esta característica las cruzas intervarietales formadas , así como los sintéticos mostraron un buen comportamiento, en promedio su rendimiento fue comparable al de los progenitores y los testigos.

De manera integrada, por las características agronómicas evaluadas y el rendimiento, tanto las cruzas intervarietales como los sintéticos, generados con los híbridos modernos de alto rendimiento, son prometedores para la obtención de semilla barata para siembras comerciales de alto rendimiento.

Con base en las conclusiones anteriores podría sugerirse la formación de sintéticos y cruzas intervarietales integrando en cada ocasión a los nuevos materiales existentes en el mercado, buscando respetar los señalamientos que la Ley sobre Producción de Semillas establece respecto al aprovechamiento y uso de semillas comerciales como progenitores de

nuevos materiales, a través de la formación de variedades primordialmente sintéticos que una vez recombinados pueden emplearse como semilla para siembra o como base para un proceso de mejoramiento posterior, aprovechando la integración de las características sobresalientes de los progenitores.

VI. BILBIOGRAFIA.

Beck, D. & Vasal, S.K. 1993. Our clients, their research capacities, and germplasm needs. *In* R.N. Wedderburn, ed. *International testing: evaluating and distributing maize germplasm products. CIMMYT Maize Program Special Report,* p. 1-10. Mexico, DF.

Chávez A. J. Y López P.L. 1987. Apuntes de Mejoramiento de Plantas II. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Departamento de Fitomejoramiento. Buena Vista, Saltillo Coahuila. México.

CIMYT. 1985. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de maíz de Polinización Libre. México.

CIMMYT. 1994. 1993/94 world maize facts and trends. Maize seed industries, revisited: emerging roles of the public and private sectors. Mexico, DF.

CIMMYT. 1996. CIMMYT in 1995 to 1996. The next 30 years. Mexico, DF.

CIMYT. 1999. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de maíz de Polinización Libre. Segunda Ed. México, D.F.

Eberhart, S. A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6:36-40.

Jara P. C. (2005). Resultado parcial de un programa de mejoramiento genético en maíz Choclero (Zea mys L.). Depto. De Ciencias Vegetales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Juhengeimer 1981. Maíz; Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de Semillas. Ed. Limusa, S.A. México.

Marquez S. F.

Morales Rivera M. M. 1998. Aptitud combinatoria de híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) sembrdos en el estado de Jalisco. Maestría en Ciencias. CUCBA-UDG. Zapopan, Jalisco , México.

http://www.puc.cl/agronomia/d_investigacion/ProyectosTitulos/pdf/Ciencias Vegetales/Ce

Phoelman, M. J. 1981. Mejoramiento genético de las cosechas. Universidad de Missouri. Ed. Limusa. México.

Ron P. J. y Hurtado P. S. 1999. Manual para la producción de semilla híbrida de maíz. UNIVERSIDAD DE Guadalajara, Jalisco, México.

Ron P. J. y Ramírez D. J. 1991. Establecimiento de Ensayos y Colección de Datos para la Evaluación de Variedades Mejoradas de Maíz del CCVP de Variedades de Plantas del Estado de Jalisco. SARH, INIFAP Jalisco. Campo Experimental Forestal y Agropecuario de Zapopan. Zapopan, Jalisco, México

Ron P. J., Ramírez D. J. L., Valdivia B. R. y Maya L. J. B.1999. Comparación de tipos de variedades de maíz desarrollados por el INIFAP en la Región Centro-Occidente de México. Agrociencia Vol. 33, N° 3. CP.

Sahagún-Castellanos, J. 2001. VARIANZA GENÉTICA EN SINTÉTICOS DE PROGENITORES ENDOGÁMICOS NO EMPARENTADOS. Agrociencia 35: 363-375. 2001.

Semillas. Ed. Limusa, S.A. México.

SIAP-SAGARPA. 2003. http://www.siap.sagarpa.gob.mx/publicaciones/archivos/maiz90-04.pdf.

VII. APENDICE

Cuadro 1A. Comparación de medias de 17 variedades en 3 localidades, para los caracteres con interacción ambiente x variedad significativo. Duncan al 5%.

Variedad		Característica	Localidad		
			Santa Cruz	Casa Blanca	Las Agujas
Progenitores	Pantera	Floración masculina	75.75 B	78.25 B	85.75 A
		Rendimiento	10194 B	12790 A	8114 B
	DK-2002	Acame de raíz	6.75 A	0 B	0 B
		Floración masculina	75.25 B	75.5 B	83 A
		Rendimiento	8799.6 B	12143.7 A	9113.7 B
	P-3028	Acame de raíz	23 A	0 B	0 B
		Calificación de mazorca	1.25 B	1 B	4.5 A
		Floración masculina	72.75 B	73.5 B	81.5 A
		Rendimiento	10904 B	16303 A	7953 B
	Z-21	Calificación de mazorca	2.75 A	2 B	1.75 B
		Floración masculina	75.5 B	72.75 B	81.25 A
		Altura de mazorca	114 B	128.75 A	128.75 A
		Rendimiento	9253 B	13762 A	10109 B
Cruzas intervarietales	Pantera X DK-2002	Floración masculina	75.25 B	75.25 B	84.75 A
	Pantera X P-3028	Acame de raíz	8.5 A	0 B	0 B
		Calificación de mazorca	2 B	2.5 B	3.5 A
		Floración masculina	74.75 B	74.75 B	84.25 A
		Rendimiento	9164.7 B	12043.7 A	8861.9 B

Continúa en la siguiente página

Variedad		Característica	Localidad		
			Santa Cruz	Casa Blanca	Las Agujas
Cruzas intervarietales	Pantera X P-3028	Acame de raíz	8.5	0	0
			A	B	B
		Calificación de mazorca	2	2.5	3.5
			B	B	A
		Floración masculina	74.75	74.75	84.25
			B	B	A
		Rendimiento	9164.7	12043.7	8861.9
			B	A	B
	Pantera X Z-21	Floración masculina	73.5	74.25	83.75
			B	B	A
		Rendimiento	10343.5	11679.8	8829
			AB	A	B
	DK-2002 X P-3028	Acame de raíz	13.5	0	0
			A	B	B
		Calificación de mazorca	1.5	1.5	3
			B	C	A
		Floración masculina	75	73.25	82
			B	C	A
	DK-2002 X Z-21	Floración masculina	75	73.75	83.25
			B	B	A
		Rendimiento	10277.4	11680.2	9012.7
			AB	A	B
	P-3028 X Z-21	Acame de raíz	5.75	0	0
			A	B	B
		Calificación de mazorca	1.75	2	3.25
			B	B	A
		Floración masculina	74.75	73.25	80.5
			B	B	A
		Rendimiento	10755.2	13265.3	8336.4
			B	A	C
Sintéticos	VSD	Acame de raíz	5.75	0	0
			A	B	B
		Floración masculina	74.75	75	83.5
			B	B	A
	VSB	Acame de raíz	6	0	0
			A	B	B
		Floración masculina	74.25	74	82.75
			B	B	A
		Rendimiento	10163.5	12255.8	9006.9
			B	A	B

Continúa en la siguiente página

Variedad		Característica	Localidad		
			Santa Cruz	Casa Blanca	Las Agujas
Sintéticos	VSCB	Floración masculina	74	74.25	81.5
			B	B	A
		Rendimiento	10107.3	13161.9	9697.8
			B	A	B
Testigos	Lince	Floración masculina	73.5	71.5	80.25
			B	C	A
		Rendimiento	11297	14306	9252
			AB	A	B
	Tigre	Calificación de mazorca	1.25	1.25	2
			B	B	A
		Floración masculina	74	70.75	77.25
			B	C	A
		Rendimiento	12515.1	13038.9	9824.9
			A	A	B
	P-30G54	Floración masculina	73.75	71.5	81.25
			B	C	A
		Altura de mazorca	123.5	136.75	138
			B	A	A
		Rendimiento	12240.2	13384.8	8416.4
			A	A	B
	P-30G88	Floración masculina	73.75	71.5	79
			B	C	A
		Rendimiento	10782.3	12099.4	9496.7
			AB	A	B