

# **UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE ORÍGENES EN PRODUCCIÓN DE  
SEMILLA DE HÍBRIDO SIMPLE, UN TRILINEAL Y  
SUS PROGENITORES EN EL CUCBA 2003T**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTA

**OSCAR ROSAS MUÑIZ**

ZAPOPAN, JALISCO, MAYO 2006



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS**  
**BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO**  
**COMITÉ DE TITULACIÓN**

**M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA**  
**DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**PRESENTE**

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación TESIS E INFORMES, opción, TESIS, con el título:

**" EVALUACIÓN DE ORÍGENES EN PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE UN HÍBRIDO SIMPLE, TRILINEAL Y SUS PROGENITORES EN EL CUCBA 2003T "**

**El cual fue presentado por él (los) pasante(s):**

**OSCAR ROSAS MUÑIZ**

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

<b>DR. JOSÉ RON PARRA</b>	<b>DIRECTOR</b>
<b>M.C. LINO DE LA CRUZ LARIOS</b>	<b>ASESOR</b>
<b>ING. JOSÉ GUADALUPE MARTÍN LÓPEZ</b>	<b>ASESOR</b>

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

<b>DR. MOISÉS MARTÍN MORALES RIVERA</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>M.C. ROBERTO JIMÉNEZ GARCÍA</b>	<b>VOCAL</b>

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

**ATENTAMENTE**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 4 de mayo de 2006.

**M.C. SALVADOR GONZÁLEZ LUNA**  
**PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

**DRA. MARÍA LUISA GARCÍA SAHAGÚN**  
**SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

## DEDICATORIAS

**A Dios** por darme esta familia y grupo de amigos.

**A mi hija Isabel Noemí** fuente de inspiración, a si como a **mi señora Ana Rosa** gracias por ese cariño incondicional.

**A mi mamá Alicia** por el enorme sacrificio y sufrimiento que pasaste en mi infancia.

**A mi papá Arcadio** por creer en mí.

**A mi ma Chabela y mi pa José** por darme ese cariño cuando más lo necesitaba.

**A mi tía Maria de Jesús** por su desinteresado apoyo.

**A mis hermanos Edmundo, José Adán, Maria y Marco Antonio** gracias por ser parte de mi familia.

**A mi hermano Ignacio** gracias por todo tu apoyo y por que siempre estas ahí en los momentos difíciles, gracias por ser mi hermano.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al **MC. Lino de la Cruz Larios** gracias por su amistad, por ser más que un maestro un verdadero amigo y por que sin su apoyo y ayuda no hubiera sido posible este trabajo.

Al **Dr. José Ron Parra** y al **Dr. José de Jesús Sánchez Gonzáles** gracias por el apoyo y confianza.

Al **Dr. Moisés Martín Morales Rivera** y al **Ing. José Guadalupe Martín López** y a **Ing. Martha Isabel Torres Moran**, que sin su apoyo y ayuda no hubiera sido posible la culminación de este trabajo.

**MC. Salvador Hurtado de la Peña** y al **MC. Roberto Jiménez García** por sus observaciones para la realización del presente trabajo.

A los productores de los diferentes orígenes **Gonzalo Herrera** y **Jesús Ortega**

Al **MC. Manuel Velásquez Almaraz** a quien tengo un profundo respeto gracias por la insistencia.

A mis compañeros de Carrera **Miguel Cigarroa, Nancy Contreras, Rubén Padilla, Guadalupe Rodríguez, Florencio López, Antonio Guardado, Pedro Alberto Ledesma, Eduardo Mercado, Honorio Felipe, Isidro Carrillo** y **Moisés Ramírez.**

<b>INDICE</b>	<b>Pag</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	i
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	i
<b>RESUMEN</b> .....	ii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Hipótesis.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Historia del maíz híbrido.....	3
2.2 ¿Que es el maíz híbrido?.....	6
2.3 Líneas endogámicas.....	7
2.4 Heterosis o vigor híbrido.....	8
2.5 Utilización de líneas puras.....	11
2.6 Cruzas simples.....	12
2.7 Puntos clave para la producción de semilla híbrida.....	14
2.7.1 Aislamiento.....	14
2.7.2 Siembra de progenitores.....	16
2.7.3 Desespigue.....	18
2.8 Cosecha.....	22
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>24</b>
3.1 Características del área de estudio.....	24
3.2 Materiales genéticos.....	24
3.3 Preparación del ensayo .....	25
3.4 Siembra y manejo agronómico .....	26
3.5 Cosecha.....	27
3.6 Toma de datos.....	27
3.7 Diseño experimental y análisis estadístico.....	29
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
4.1 Análisis de varianza para los orígenes de la crusa simple y la crusa trilineal.....	30
4.2 Medias de orígenes de la crusa simple y la crusa trilineal .....	31

4.3 Comparación de la cruza simple vs cruza trilineal .....	36
4.4 Análisis de varianza para progenitores .....	37
4.5 Medias de progenitores .....	38
4.6 Regresión para rendimiento sobre el número de contaminantes	40
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		Pag
1	Diferentes orígenes de producción de semilla de la cruz simple, trilineal y sus progenitores 2003T.....	25
2	Diseño del experimento para el CUCBA 2003 T.....	29
3	Cuadros Medios del análisis de varianza de los diferentes orígenes de LUG14 x LUG03 y [(LUG14 x LUG03) x LUG379] en el CUCBA 2003T.....	30
4	Medias de rendimiento y otras variables de importancia agronómica de los diferentes orígenes de la cruz simple (LUG14 x LUG03) y [(LUG14 x LUG03) x LUG379] en el CUCBA 2003T.....	32
5	Cuadros Medios del análisis de varianza de los progenitores en el CUCBA 2003T. ....	37
6	Medias para rendimiento y otros caracteres de los progenitores LUG03 y LUG14, LUG379.....	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pag
1	Diagrama de dispersión y línea de regresión ajustada para contaminantes externos a través de los seis orígenes de la cruz simple LUG14 x LUG03.....	41
2	Diagrama de dispersión y línea de regresión ajustada para contaminantes internos a través de los seis orígenes de la cruz simple, LUG14 x LUG03.....	41

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluaron seis diferentes orígenes en producción de semilla de la cruce simple (LUG14 x LUG03), y los progenitores de la misma, además la cruce trilineal (LUG14 x LUG03) x LUG379 y su progenitor masculino (LUG379), se tomaron datos de planta y mazorca como floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, acame de raíz, acame de tallo, mazorcas dañadas, mazorcas por planta, enfermedades como mancha gris y mancha de asfalto, contaminantes internos y contaminantes externos, además el rendimiento de grano. El mejor origen para rendimiento fue IXTLA 0201 con 7009 kg/ha con menos contaminantes internos y más externos, superando por 740 kg/ha a COQUI 0102 que fue el segundo mejor origen con 6269 kg/ha con más contaminantes internos y menos externos; estos orígenes superaron al origen de ACATIC 02T el cual presentó el rendimiento más bajo con 5438 kg/ha. Respecto a los tres progenitores, el que presentó mayor rendimiento fue LUG03 con 3025 kg/ha, pero con contaminantes externos, y los progenitores LUG14 y LUG379 no presentaron contaminantes. La cruce trilineal fue igual estadísticamente en rendimiento que la cruce simple, su rendimiento fue de 5931 kg/ha superada por cuatro de seis orígenes de la cruce simple. No hubo diferencias entre los orígenes de la cruce simple (LUG14 x LUG03) para rendimiento de grano, a pesar de que si se detectaron diferencias para contaminantes externos e internos y estos últimos impactaron más rendimiento. El mejor progenitor en rendimiento y sanidad fue LUG03 y se puede considerar como hembra en la producción de semilla.

## I INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es el alimento básico de la población mexicana y la producción de este grano es insuficiente en México para satisfacer la demanda alimenticia, por lo que se tiene que importar de otros países principalmente de los Estados Unidos de Norte América.

Ramírez, *et al.* (2005) con datos de la SAGARPA de el año 2005, señala que en México, el maíz se siembra en dos ciclos agrícolas: Primavera-Verano (PV) y Otoño- Invierno (OI); el más importante en superficie sembrada y volumen de producción es PV; ya que en el 2004 se cosecharon 7.7 millones de hectáreas (riego y temporal) con promedio nacional de rendimiento de grano de 2,819 kg/ha; mientras que OI es importante en el noroeste del país, particularmente en el estado de Sinaloa, donde en el ciclo OI 2003-2004 se cosecharon 432,213 ha con rendimiento promedio de grano de 9.1 ton/ha.

Aun cuando en las zonas de riego en el ciclo de OI y parte de PV se tienen rendimientos aceptables, para el resto del país este cultivo es de subsistencia debido a la gran cantidad de hectáreas sembradas en zonas de temporal, además en estas regiones, no se utiliza la tecnología adecuada para su cultivo y el resultado son rendimientos bajos y en ocasiones nulos. Otro de los grandes problemas en la producción de maíz es el bajo uso de semilla mejorada ya que muy pocos agricultores tienen acceso a ésta, mientras otro grupo o la mayoría, no la tienen debido principalmente a su alto costo, por lo que muchos de los productores siguen sembrando maíces criollos o variedades de polinización libre, derivados de híbridos comerciales.

Por lo señalado anteriormente, la semilla certificada que se utiliza por los productores para siembra (cruzas simples, trilineales, dobles etc.) deben de

responder en calidad a los productores que invierten en este insumo. La calidad en la producción de semilla juega un papel muy importante en la comercialización, por lo que una empresa semillera tiene, la responsabilidad de cuidar la producción de semilla desde la semilla básica, registrada y certificada, la cual representa una inversión aproximada de 20% del costo de cultivo.

Por lo anterior el presente trabajo, tiene como objetivos los siguientes:

### **1.1 Objetivos**

1. Evaluar para rendimiento y otras características de importancia agronómica, diferentes orígenes de semilla híbrida de maíz en una cruce simple.
2. Cuantificar el efecto de contaminantes internos (mal desespigue) y los contaminantes externos (polen de lotes colindantes) en el rendimiento de grano.

### **1.2 Hipótesis**

1. Los distintos orígenes de semilla de una cruce simple de maíz serán diferentes para rendimiento y otras características de importancia agronómica.
2. El efecto de contaminantes internos y externos en el rendimiento de grano será diferente.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Historia del maíz híbrido

“La hibridación varietal por medio de la polinización controlada o de la polinización abierta fue el origen para el desarrollo de muchas variedades de maíz; aún hoy día, las nuevas variedades evolucionan en los campos de los agricultores generadas por cruzas derivadas de la polinización abierta. El uso intencional de la hibridación para el desarrollo de híbridos fue iniciado por Beal (1880) citado por Paliwal *et al* (1991) sembró dos variedades en surcos adyacentes, una de las cuales fue elegida como progenitor femenino y por lo tanto, fue desespigada, mientras que la otra variedad sirvió como polinizadora masculina; este híbrido entre variedades rindió más que las variedades paréntales de polinización abierta. Sin embargo, los híbridos entre variedades no encontraron gran aceptación entre los agricultores estadounidenses, posiblemente porque las ganancias en rendimiento eran modestas, probablemente porque el concepto de híbrido era demasiado avanzado para esa época.

La investigación sobre el método de mejoramiento de maíz basado en las líneas puras, dio las bases para una exitosa investigación y desarrollo de los híbridos. Esto ahora está avalado por cerca de 90 años de investigación de los mejoradores de maíz en los Estados Unidos de América y en otros países. El esquema de híbridos de cruzas simples fue sugerido inicialmente por Shull (1908, 1909) y East (1908) citados por Paliwal *et al* (1991) quienes desarrollaron los cruzamientos de dos líneas endocriadas por el método de la línea pura, pero que no fue comercialmente exitoso a causa de las dificultades

encontradas y el alto costo de la producción de las cruzas simples. El maíz híbrido fue una realidad comercial después que Jones (1918) sugirió que dos cruzas simples podían ser cruzadas entre sí para producir híbridos dobles. Hallauer y Miranda (1988) citado por Paliwal et al (1991) describieron una serie de mitos en el desarrollo e investigación del maíz híbrido desde las cruzas simples de Shull e East hasta el concepto moderno de usar dos líneas endocriadas para hacer una craza simple. Varios artículos extensos en libros y revistas proporcionan una cuidadosa revisión de la investigación que ha sido llevada a cabo para desarrollar la tecnología del maíz híbrido.

Técnicamente, un híbrido exitoso es la primera generación ( $F_1$ ) de un cruzamiento entre dos genotipos claramente diferentes. Normalmente se producen numerosos tipos de híbrido en todos los programas de mejoramiento para combinar diferentes caracteres de los distintos genotipos. En el caso del mejoramiento del maíz, el término híbrido implica un requerimiento específico y diferente, o sea que el híbrido  $F_1$  es usado para la producción comercial. El híbrido debe mostrar un razonable alto grado de heterosis para que el cultivo y su producción sean económicamente viables.

Se han desarrollado varias clases de maíces híbridos que han sido usados en diferentes medidas para la producción comercial; se pueden clasificar en tres tipos: híbridos entre progenitores no endocriados; híbridos entre progenitores endocriados e híbridos mixtos formados entre progenitores endocriados y no endocriados. Dado que los híbridos de progenitores endocriados son los más comunes, se les conoce como híbridos convencionales; los híbridos de progenitores no endocriados o mixtos no son tan populares y, en general, se les llama híbridos no convencionales”.

Poehlman y Allen (2003) dicen que "El maíz se convirtió en el modelo para mejorar genéticamente variedades híbridas. El híbrido de doble cruzamiento, propuesto por el D.F. Jones en 1918, se convirtió en el modelo para mejorar genéticamente el maíz híbrido hasta que fue sustituido por el híbrido de cruzamiento simple en la década de 1960. Durante las décadas de 1920 y 1930, los mayores esfuerzos para mejorar genéticamente el maíz híbrido se dirigieron a obtener líneas endogámicas a partir de variedades de polinización libre y amoldar dichas líneas a combinaciones productivas de híbridos de cruzamientos simple y doble adaptadas al cinturón maicero de estados Unidos. Este esfuerzo, encabezado por F.D. Richey del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, H.K. Hayes en Minnesota, M.T. Jenkins y G.F. Sprague en Iowa y muchos otros mejoradores del maíz, se concentró en encontrar los métodos más eficaces para mejorar genéticamente híbridos. Alrededor de la década de 1940, el maíz híbrido había sustituido a la mayor parte del maíz de polinización libre en todo el cinturón maicero de Estados Unidos y estaba siendo introducido en otras áreas productoras importantes del mundo.

Hasta que se estableció el concepto de maíz híbrido, no había método de mejoramiento genético por el cual cada planta de un campo de maíz se considerara un genotipo de alto rendimiento. Además, la capacidad del mejorador para identificar a las plantas de alto rendimiento era limitada, en virtud de que los métodos para probar las parcelas y los análisis de datos con los que se contaba no permitían separar los efectos genéticos de los ambientales sobre el rendimiento. Para que el maíz híbrido se cultivara en gran escala, también era necesario que la semilla híbrida estuviera disponible a

precios que el agricultor pudiera pagar. Para cubrir esta necesidad surgieron compañías privadas que produjeron y comercializaron la semilla híbrida. La mayoría de las compañías productoras de semillas emprendieron amplios programas de investigación y mejoramiento genético y, con el tiempo, el mejoramiento genético de las variedades de maíz híbridas pasó de los programas de mejoramiento financiadas por el sector público a los programas de mejoramiento apoyados por el sector privado.

## **2.2 Que es el maíz híbrido**

Poehman y Allen (2003) menciona que "el maíz híbrido es la progenie de la primera generación de un cruzamiento entre líneas endogámicas o híbridos entre ellos. El híbrido de cruzamiento doble ha sido sustituido por el híbrido de cruzamiento simple, el híbrido de cruzamiento simple modificado y las combinaciones de cruzamientos triples.

Besnier (1989), dice que "Un híbrido es la primera generación de un cruzamiento efectuado por polinización controlada entre progenitores genéticamente diferentes. Estos progenitores pueden ser líneas, híbridos entre líneas, clones, variedades de polinización libre y sintéticos. Los tipos de híbridos más utilizados son los siguientes:

Híbrido simple procedente de la cruce de dos líneas.

Híbrido de tres líneas, procedente de la cruce de un híbrido simple y una línea.

Híbrido doble, procedente de la cruce de dos híbridos simples.

Ron y Hurtado (1999) mencionan que "un híbrido es el producto de cruzar dos individuos distintos o diferentes. Dicen que el macho y la mula son animales híbridos que resultan de cruzar dos especies diferentes una yegua

con un burro o asno. Si se desean más machos o mulas se tiene que volver a hacer el cruzamiento entre la yegua y el burro. Comentan que en plantas se pueden formar híbridos cruzando plantas de una variedad con plantas de otra variedad. El híbrido existe únicamente en la primera generación después del apareamiento entre hembra y macho, lo cual significa que cuando se requiera más semilla del híbrido, se debe repetir el cruzamiento entre los padres o progenitores”.

### **2.3 Líneas endogámicas**

Poehlman y Allen (2003) dice que “para obtener líneas endogámicas de maíz, se polinizan manualmente plantas seleccionadas  $S_0$  o  $F_1$  y se practica la selección por pedigree durante cinco a siete generaciones, o bien, hasta que se obtengan líneas de aspecto y comportamiento uniformes. La selección se hace en cuanto a líneas superiores como con respecto a plantas también superiores dentro de las líneas seleccionadas. La selección durante las primeras generaciones se basa en gran parte en características visuales de las plantas de maíz. Durante cada generación de endogamia, el fitomejorador selecciona únicamente plantas vigorosas que presenten maduración conveniente, raíces y tallos fuertes, resistencia a insectos y enfermedades y otras características deseables. Debido a que la semilla que se utiliza para sembrar las cruces simples que se emplean en la producción comercial de maíz híbrido se obtiene de plantas endogámicas, es importante que estas plantas tengan un alto rendimiento de semilla. En general, líneas endogámicas más vigorosas tienden a generar progenies híbridas más vigorosas.

Además comentan que “las líneas de maíz endogámicas son poblaciones de plantas homocigóticas idénticas (o casi idénticas) que de ordinario se obtienen por autopolinización. Las líneas endogámicas son: a) el producto de autofecundar plantas heterocigóticas provenientes de poblaciones de polinización libre hasta que se alcanza la homocigocidad, o b) el producto de autofecundar poblaciones segregantes después de un cruzamiento entre dos líneas endogámicas”.

Besnier. (1989) dice que “una línea es un conjunto de plantas con la misma constitución genética básica y suficientemente uniforme con sus caracteres esenciales y distintos que se mantienen por autofecundación controlada en el caso de plantas autóгамas, por autofecundación o polinización entre plantas afines en el caso de plantas alógamas y por control de la descendencia en el caso de apomixis facultativa.

#### **2.4 Heterosis o vigor híbrido**

La heterosis fue definida por Shull (1908) citado por Paliwal *et al.* como: “el mayor vigor, tamaño, fructificación, velocidad de desarrollo, resistencia a enfermedades y plagas o a condiciones climáticas de cualquier clase, manifestado por los organismos cruzados al compararse con los organismos endogámicos correspondientes como resultado específico de la no similitud en la constitución de los gametos paternos”. También Shull, citado por Paliwal *et al.* (1991) para explicar la heterosis, propuso la hipótesis de la sobredominancia que se refiere a la no similitud en la constitución de gametos de los padres, lo cual significa en términos genéticos “híbrido”, genotipo heterocigote y la “línea” autofecundada homocigota; el heterocigote es superior para cualquiera de los

atributos señalados por el vigor híbrido o heterosis.

Koelreuter (1776), citado por Paliwal *et al.* (1991), escribió el primer informe del vigor Híbrido en plantas; sin embargo la explicación del fenómeno no es clara, probablemente porque la manifestación de éste, se debe a diferentes causas para diferentes especies y diferentes características, también consideran el término heterosis y vigor híbrido como sinónimos y los definió como:

El incremento en la  $F_1$  sobre la media de los padres o

El incremento en vigor de la  $F_1$  sobre el mejor padre.

La diversidad genética de poblaciones relacionadas esta inferida por la manifestación del patrón heterótico en una serie de cruza entre poblaciones. Si la manifestación de heterosis en la cruza de dos variedades no emparentadas es relativamente grande, se estará concluyendo que las poblaciones emparentadas son más divergentes genéticamente que dos poblaciones que manifiestan poca o nada de heterosis en la cruza entre ellas. Es decir, la manifestación de la heterosis depende de la diversidad genética de las dos variedades a utilizar. La diversidad genética entre variedades, poblaciones, líneas, etc. generalmente es desconocida, pero existe el recurso empírico para determinarla. Una forma de valorarla es analizando los padres a una serie de cruzas; si la cruza de dos variedades no relacionadas tienen una heterosis, relativamente son más diversas genéticamente que dos variedades que tuvieron poco o nada de heterosis en sus cruzas.

Wellhuasen (1966), citado por Paliwal *et al.* (1991), informó que la heterosis entre razas y variedades de Centro y Sudamérica tuvieron rangos de 103 % a 153% para 18 cruzas, con heterosis promedio de 136%. Las cruzas se

formaron entre padres de diferente origen y todas las cruzas superaron al híbrido H-352 desarrollado con líneas mejoradas de la raza Celaya. Entre los resultados más sobresalientes se encontró que: los cruzamientos entre variedades de razas diferentes exhibieron heterosis mayor que los cruzamientos entre variedades de la misma raza.

Guzmán *et al.* (1987), citado por Paliwal *et al.* (1991), consideran que la heterosis es causada por la presencia de genes heterocigóticos en condiciones favorables, debido a sobredominancia (en donde el heterocigoto es superior a ambos homocigotos), por genes epistáticos, o por genes con acción pleiotrópica. La heterosis del híbrido también puede originarse debido a la complementación de genes del citoplasma (genoma de mitocondrias y cloroplastos). Estos autores mencionan que la heterosis con respecto al rendimiento depende de la diversidad genética entre los padres de las cruzas, o de los altos valores de ACE de la craza en cuestión. También indican que el estudio de heterosis y heterobeltiosis son útiles para la selección de características agronómicas en general y especialmente para rendimientos. Ya que siempre se deben formar híbridos superiores a los existentes”.

Poehlman y Allen (2003) menciona que “la heterosis es un fenómeno general en los mundos vegetal y animal, y se ha observado en plantas autofecundadas y en las de fecundación cruzada.

La heterosis tiene por resultado el estímulo general de la planta híbrida, afectándola de muchas maneras. Frecuentemente tiene por resultado el incremento de los rendimientos, madurez precoz, mayor resistencia a insectos y enfermedades, plantas más altas mayor número y peso de los frutos, incremento del tamaño o del número de partes de la planta o de otras

características externas o internas.

La heterosis se manifiesta así misma principalmente en las plantas de la generación F1 provenientes de semilla. Por lo tanto es necesario repetir los cruzamientos para cada cosecha. La importancia y utilización de la heterosis depende de los incrementos del rendimiento, de la adquisición de otros caracteres agronómicos deseados de la facilidad de la hibridación, o del bajo costo de la producción de la semilla. La planta de maíz satisface estos requisitos de una manera excepcional.

## 2.5 Utilización de líneas puras

Jugenheimer, (1985) menciona que "es posible formar varios tipos de híbridos, dependiendo del número y del ordenamiento de las líneas puras paternas. Los híbridos comprenden las cruza radiales o mestizos, simples, simples modificadas, de línea hermana, de tres elementos, de tres elementos modificadas, dobles, dobles regresivas, regresivas simples, múltiples y sintéticos o compuestos.

El tipo de híbrido depende del numero y del ordenamiento de las líneas puras paternas"

TIPO DE HIBRIDO	PEDIGREE
Cruzas radiales o mestizos	(A) x variedad de polinización libre, o (A x B) x variedad de polinización libre
Cruzas simples	(A x B)
Cruzas simples modificadas	(A x A') x (B)
Cruzas entre líneas hermanas	(A x A') x (B x B')

Cruzas de tres elementos	$(A \times B) \times (C)$
Cruzas modificadas de tres elementos	$(A \times B) \times (C \times C')$
Cruzas dobles	$(A \times B) \times (C \times D)$
Cruzas regresivas dobles	$\{(A \times B) \times A\} \times \{(C \times D) \times C\}$
Cruzas regresivas simples	$\{A \times B\} \times \{(C \times D) \times C\}$
Cruzas multiples	$\{(A \times B) \times (C \times D)\} \{(E \times F) \times (G \times H)\}$
Sintéticos (compuestos)	Compuesto de muchas líneas

## 2.6 Cruzas simples

Jugenheimer, (1985) menciona que “una craza simple  $(A \times B)$  se hace combinando dos líneas puras. Las cruzas simples tienden a ser de rendimiento ligeramente mayor y más uniformes en las características de la planta y la mazorca que otros tipos de híbridos.

El elevado costo de la semilla es la principal objeción que se hace a las cruzas simples para que se generalice, la de grano a nivel comercial. La semilla de craza simple se produce, forzosamente, con líneas homocigotas, las cuales son relativamente pobres productoras de semilla y polen. Esto hace que se eleve el costo de producción de semilla de craza simple, porque el rendimiento es bajo. Sin embargo, cuando la craza simple se usa sólo como progenitor parental para producir semilla de craza doble, la cantidad necesaria es pequeña y su alto costo es relativamente insignificante. Los datos de cruzas simples son valiosos para predecir el comportamiento de híbridos deseables de craza doble.

Poehlman y Allen (2003) dicen que “una craza simple es la progenie híbrida derivada de una polinización entre dos líneas endogámicas

homocigóticas. Las plantas de cruzamiento simple son heterocigóticas en todos los loci en los que los progenitores endogámicos difieren; no obstante, dentro del cruzamiento simple, las plantas son genéticamente idénticas (o casi idénticas). En el campo del agricultor, el híbrido de cruzamiento simple es uniforme en cuanto a apariencia, madurez y potencial de rendimiento; sin embargo, presenta el vigor y la productividad que se perdieron durante la endogamia. Las combinaciones de líneas endogámicas que pueden cruzarse para generar cruza simples de rendimiento superior son muy raras. De modo que para identificar combinaciones de cruzamientos simples productivas se prueban nuevas líneas endogámicas en cuanto a aptitudes combinatorias general y específica. Las líneas endogámicas modernas son más vigorosas y productivas que las creadas con anterioridad, y el tamaño y la forma de los granos se asemejan a la de los híbridos. Estas mejoras han hecho posible a los productores de semilla entrar al mercado y a los agricultores cultivar híbridos de maíz de cruzamiento simple.

Poehlman y Allen (2003) dicen que "la semilla de cruzamiento simple y la semilla de cruzamiento de tres líneas" pueden producirse en cantidades limitadas mediante polinizaciones manuales, pero las grandes cantidades que se requieren para fines comerciales se obtienen mediante polinización libre de las líneas endogámicas en condiciones de aislamiento. La semilla de cruzamiento simple y la semilla de cruzamiento de tres líneas constituyen hoy en día la mayor proporción de la producción de semilla híbrida. Las plantas fuera de tipo o de origen dudoso presentes en los surcos de los progenitores se eliminan. La depuración puede llevarse a cabo en cualquier momento antes de la cosecha del progenitor de las mazorcas, pero debe hacerse antes de que

el progenitor masculino libere el polen.

## **2.7 Puntos clave para la producción de semilla híbrida**

Dentro de la producción de semilla híbrida de maíz existen tres puntos importantes a considerar como son los siguientes:

### **2.7.1 Aislamiento**

Poehlman y Allen (2003) mencionan que “para producir buena semilla híbrida, el campo de cruzamiento debe aislarse de otro maíz para evitar la contaminación de polen extraño. Los campos en los que se están produciendo cruza simples deben de estar por lo menos a 200 metros de otro maíz, o el equivalente a través de barreras naturales o surcos polinizadores extras. Los campos para la producción de semilla de cruza dobles deberán aislarse 200 metros de otro maíz. Sin embargo, esta distancia puede modificarse un poco, dependiendo del tamaño del campo de cruzamiento y por la siembra de los surcos de bordo con progenitores masculinos adyacentes al campo de cruzamiento”.

Airy *et al.* (1986) señalan que “los campos para semilla de maíz generalmente se sitúan a una distancia de 200 m de otros maíces del mismo tipo y color. Esta distancia a veces es reducida cuando en un campo productor de semilla que esta cerca de un campo de maíz para forraje, se siembran surcos de macho para que produzcan una cantidad adicional de polen. Los campos en los diferentes tipos de maíz (como maíz amarillo y maíz blanco o maíz común y maíz dulce), deben estar separados cuando menos 400 m de los campos para maíz ceroso o de otras clases, con tipo especial de planta o

endospermo, tal como el maíz enano, deben estar separados cuando menos de 200 a 400 m para evitar contaminaciones”.

Kernick. (1978) menciona que “el aislamiento aplicado a la producción de semillas puras significa la separación del cultivo portagranos de todo posible foco de contaminación durante el periodo vegetativo en la producción de semillas puras es necesario evitar la polinización natural a que están expuestas las especies alogamas e impedir toda mezcla mecánica en el momento de la recolección.

El completo aislamiento de los cultivos de fecundación cruzada es mucho más difícil que el de los cultivos autógamos por que el polen es a veces transportado a grandes distancias. Además requiere mucho más cuidado la multiplicación de la semilla original que la multiplicación de la semilla certificada o comercial. Mientras que para la semilla comercial se admite un cruzamiento espontáneo de un 1% esta proporción se consideraría como grave contaminación si se trata de semilla original.

La fecundación cruzada se debe la mayoría de las veces al viento o a los insectos. En el caso de las plantas anemógamas, la distancia requerida para el aislamiento dependerá de la dirección y velocidad del viento dominante, a si como de las barreras naturales tales como arbolados y colinas. En las regiones tropicales donde el viento sopla a gran velocidad, el polen puede ser transportado a grandes distancias. En los cultivos anemófilos como el maíz, son más efectivas las barreras de árboles”.

Delorit y Ahlgren. (1970) menciona que “debido a que hay riesgo de polinización cruzada de fuentes extrañas, otros campos de maíz deben estar situados a 40 rods o más de los campos donde se esta produciendo una cruza

de maíz híbrido". Un Rod es aproximadamente igual a 5m.

### **2.7.2 Siembra de progenitores**

Poehlman y Allen (2003) menciona que "en la producción comercial de semilla híbrida de cruzamiento simple, los progenitores endogámicos se siembran en surcos separados en un campo aislado. La elección de la línea endogámica que se utilizará como progenitor masculino y la línea que se utilizará como progenitor femenino por lo general estará determinada por la línea que produce el suministro más abundante de polen y la que da el mayor rendimiento de semilla. Un sistema de siembra que se utiliza comúnmente para producir semilla híbrida de cruzamiento simple estriba en sembrar un surco de plantas macho por cada cuatro surcos de plantas hembra (proporción 1:4) con este arreglo, la mitad de los surcos de plantas hembra quedan junto a un surco de plantas macho, y ninguno se halla a más de dos surcos de los de plantas machos.

La proporción de surcos masculinos y femeninos depende principalmente de la abundancia del polen producido por el progenitor masculino. Las líneas puras carecen de vigor y de capacidad para producir polen. Cuando se usan para proveer polen, generalmente es mejor sembrar un surco de progenitor masculino por cada dos surcos de progenitor femenino o dos surcos de progenitor masculino por cuatro surcos de progenitor femenino.

Poehlman y Allen (2003) dicen que "para obtener híbridos productivos, las líneas endogámicas de maíz deben poseer las siguientes características: La línea endogámica femenina debe ser vigorosa y producir semilla híbrida de alta calidad.

La línea endogámica masculina debe producir abundante polen viable, que se libere durante mucho tiempo.

Las líneas endogámicas progenitoras deben poseer genes complementarios que contribuyan a mejorar la productividad y otras características útiles del híbrido.

Muchos rasgos deseables deben incorporarse en los híbridos de maíz, los cuales deben producir altos rendimientos de grano de excelente calidad para agricultores y consumidores. También deben ser prácticos para el producto de semilla híbrida. Los progenitores femeninos y polinizadores difieren considerablemente en su deseabilidad. Los mejores progenitores de semilla pueden reducir notablemente los costos de producción. Existen técnicas para eliminar gran parte de la necesidad del desespigamiento manual del campo de producción de semilla híbrida.

Los buenos progenitores de semilla deben tener un solo tallo para disminuir el trabajo del desespigamiento; deben tener tallos, raíces y mazorcas fuertes, deben adaptarse a la cosecha mecánica, y deben producir altos rendimientos de semilla comercial. Otros rasgos deseables son una buena cubierta de la mazorca, el tamaño y la forma de la semilla que sean populares, alta germinación, longevidad de la semilla y plantas muy vigorosas. El cambio al uso de cruces simples y las nuevas sembradoras de maíz reducen la necesidad de clasificaciones precisas y de grados especiales.

El progenitor polinizador debe seleccionarse cuidadosamente, puesto que contribuye por igual para el comportamiento del híbrido resultante. También debe proporcionar el polen en el momento apropiado y en cantidades adecuadas".

Airy *et al.* (1986) dicen que "las diferencias en madurez pueden exigir diferentes fechas de siembra para las hembras y para los machos, de modo que los estigmas salgan al mismo tiempo que las espigas suelten el polen. Debido a que la diferencia puede ser de 2 a 3 semanas, se pueden presentar problemas en las labores de cultivo. Con frecuencia se hace uso de las unidades calor como auxiliar para estimar cuándo se deben sembrar las líneas de diferente fecha de crecimiento. (una unidad calor es el número de grados en que la temperatura media diaria sobrepasa una temperatura básica, cercana a la temperatura baja en que se presenta crecimiento.) para maíz es generalmente de 50°F (10°C), así, si la temperatura media de un día es de 62°F (16.7°C) han ocurrido 12 unidades calor.

### **2.7.3 Desespigue**

Ron y Hurtado (1999) dicen que "las plantas de los surcos macho deben polinizar a las plantas de los surcos hembra para que la semilla híbrida se desarrolle en estos últimos. Comentan que el desespigue (eliminación manual de la espiga, de preferencia sin eliminar hojas) es la práctica más importante en la producción de semillas. Si los desespigues se hacen oportunamente antes de que inicie la liberación del polen en las plantas hembra la calidad de la semilla estará garantizada. Absolutamente todas y cada una de las plantas hembra deben desespigarse, recorriendo todos los días los surcos hembra, hasta que ya no aparezca ninguna planta con espiga, el último día de desespigue en los surcos hembra, se deben de eliminar (cortar) las plantas muy tardías e hijos para que no "contaminen" con su polen a otras plantas hembra cuando lleguen a floración".

Valladares (1999) dice que “una indicación para desespigar una planta es cuando esta voluminosa al tacto la espiga y se observa con un desarrollo de aproximadamente 60% (color verde) o en su caso saliendo parte de la espiga a través de las hojas que la cubren. Cuando la espiga en líneas hembra madura es de color claro. Cuando el lote tenga el 5% de estigmas receptivos es necesario estar desespigando para que no exista contaminación.

El procedimiento de desespigue es el rompimiento ligero de las hojas (que cubren la espiga) tomando toda la espiga, dándole un jalón hacia arriba con la mano no trozándola, evitando que un trozo de espiga se quede en la planta (contaminación) y cuando la espiga está madura se rompe de la base inclinándola, se tira al suelo. Los lotes deben ser revisados de cuatro a seis veces por temporada hasta que exista un 100% de pureza (no tenga espigas)”.

Poehlman y Allen (2003) dicen que “todas las espigas de los surcos femeninos deben eliminarse antes de que hayan esparcido polen. Esto es necesario con el fin de que las mazorcas que resulten de estas plantas sean una cruce entre el progenitor productor de mazorcas y el progenitor del polen deseado.

Todos los campos de semilla deberán examinarse con cuidado hasta que termine el desespigamiento. Esto por lo general toma dos semanas. La semilla híbrida de los campos en los que el desespigamiento se hace descuidadamente es casi seguro que se desempeñe pobremente.

El arrancado de la espiga generalmente se hace tan pronto como están bien afuera de la “bota”, es el método más satisfactorio de eliminación. Esto probablemente se hará uno o dos días después de que son visibles por primera vez. Si el arrancado se hace demasiado pronto, una o dos hojas pueden

eliminarse con la espiga, o puede romperse la espiga y no ser eliminada por completo. Esto deberá evitarse; la pérdida de hojas reducirá el rendimiento de semilla y la eliminación incompleta de la espiga requiere trabajo adicional. Cuando se han arrancado de 90 a 95% de las espigas, probablemente sea más económico eliminar las de las plantas restantes en una sola vez, aun cuando sea necesario arrancar varias hojas. La pérdida de rendimiento por el arrancamiento de las hojas en un porcentaje tan pequeño de plantas estaría más que compensado por el ahorro de tiempo.

Las espigas de los hijos o retoños no deberán pasarse por alto. Pueden arrancarse las puntas, sin importar la pérdida de una o dos hojas. El rendimiento se reducirá un poco si se eliminan los hijos, pero es cuestionable si la reducción del rendimiento es de mayor valor que el tiempo adicional necesario para un desespigamiento más cuidadoso.

Puesto que la semilla de cruz simple se produce en plantas endocriadas, los rendimientos por acre son relativamente bajos, y frecuentemente los granos son de forma irregular. Debe tenerse cuidado para prevenir el daño a la semilla durante la cosecha, el secado, el desgrane, el manejo y el almacenamiento.

La semilla de cruz simple puede usarse como semilla básica para la producción de cruces dobles. Airy (1955) señaló que el riesgo del cultivo en la producción de semilla se reduce por:

La selección de áreas de elevados rendimientos dentro de un estado.

La selección de buenos campos dentro de un área de crecimiento

La selección de buenos agricultores

Evitando el suelo seco o ligero, de campos con drenaje deficiente, o de

campos sujetos a inundaciones.

La siembra de poblaciones que sean adecuadas, pero no tan densas como para incrementar el daño por sequía.

El uso de un programa balanceado de fertilizantes, tanto iniciales como de distribución.

El control de insectos, particularmente los que habitan en el suelo, gusanos cortadores y barrenadores de maíz, a través del uso de sustancias químicas.

La urgencia de usar herbicidas para el control de maleza”.

Airy *et al.* (1986) comentan que “el desespigamiento del maíz consiste en quitar en el periodo apropiado, la espiga de cada planta hembra antes de que principie a soltar polen. La espiga de una planta individual puede ser arrancada en un periodo de 6 a 18 hrs. Debido a que las plantas difieren en fecha de espigamiento la temporada en que un campo es desespigado puede durar de 5 a 10 días.

Las cuadrillas deben revisar cada surco de cuatro a seis veces durante la temporada y se deben repasar los campos cada 24 o 48 horas. Este procedimiento no reduce mucho el rendimiento del grano.

Las normas para el desespigamiento varían algo de acuerdo con el productor y las oficinas certificadoras estatales. En general el desespigado debe hacerse de modo que en un día dado no más del 1% de las espigas esté soltando polen. En tres inspecciones cualesquiera, la liberación acumulativa del polen no debe exceder del 2% estas tolerancias se cumplen sin ninguna dificultad, excepto cuando el tiempo es malo.

Las unidades calor se usan para estimar al momento de desespigar en

una fecha dada. La proyección de la fecha de floración, usando datos de unidades calor, da la fecha de desespigamiento para cada campo y la superficie total por fechas, aunque los campos hayan sido sembrados en fechas diferentes y los híbridos varíen en las unidades calor que requieren para la floración. Tales estimaciones son aproximadas. Las diferencias en requerimientos de unidades de calor son suficientemente consistentes en forma tal que la predicción de superficies a partir de la fecha de siembra, dará una buena estimación de las superficies a desespigar en fechas sucesivas durante la estación.

## **2.8 Cosecha**

Airy *et al.* (1986) comentan que "el maíz para semilla se cosecha en mazorca y se seca a 12% de humedad antes de desgranarlo. La cosecha se empieza con 30 a 35 % de humedad en el grano, cuando la planta ha alcanzado madurez fisiológica y el máximo de producción de materia seca en el grano.

En estaciones frías y lentas, la cosecha puede empezar con 40% de humedad para evitar el riesgo de que parte de la cosecha pueda ser dañada en su germinación por una helada temprana severa. Cuatro a ocho horas de exposición a temperatura de -2.2 a -3.9°C puede reducir la germinación en maíz con más de 30% de humedad.

Pequeñas cantidades de maíz para semilla son cosechadas con combinadas o pizcadoras desgranadoras cuando el maíz tiene 12% de humedad.

Las operaciones previas al secado son pizca, acarreo, descarga y

muestreo; paso de la mazorca sobre deshojadoras para quitar hojas y basura y luego sobre bandas de clasificación para quitar mazorcas con mohos o fuera de tipo.

El maíz no se debe cosechar en el campo más aprisa de lo que pueda ser secado en la planta. No es posible un almacenamiento intermedio debido a que la germinación puede reducirse como resultado del calentamiento de las mazorcas con alto contenido de humedad si son mantenidas a granel sin ventilación. No hay daños si el secado se empieza dentro de las 24 horas después de haber sido pizcado en el campo.

### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Características del área de estudio**

Este experimento se realizó en el Campo Agrícola Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara (CUCBA), el cual se localiza en el predio Las Agujas, Nextipac, Zapopan JAL. Las coordenadas geográficas del lugar son 20°43' latitud norte y 103°23' longitud oeste, a una altitud de 1650 msnm, con una temperatura media anual de 18° C, los suelos de esta región son de pH ácidos, de textura franco arenosa (García 1973).

#### **3.2 Materiales genéticos**

Las tres líneas involucradas (LUG03, LUG14 y LUG379) son líneas obtenidas en el proyecto "obtención de poblaciones y líneas de maíz para el desarrollo de variedades mejoradas para el estado de Jalisco" que depende del Departamento de producción Agrícola del CUCBA.

Las líneas LUG03 y LUG14 fueron derivadas de generaciones avanzadas de híbridos comerciales de la región mediante autofecundación y selección de plantas individuales utilizando ciclos alternados en Ameca, Jal. en siembras de Verano y en Coquimatlan, Col. en siembras de Invierno. Ambas líneas son  $S_4$  y se seleccionaron por su buena aptitud combinatoria general y específica entre ellas. La línea LUG379 fue introducida del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en los 90's y desde entonces se ha mantenido y adaptado a la región mediante un proceso de autofecundación y selección en el trópico (Invierno) y subtropico (Verano), por lo que podría

considerarse como una línea pura homocigota en la gran mayoría de sus genes.

Las genealogías, orígenes y formas de polinización de los diez materiales se presentan en el Cuadro 1.

**CUADRO 1.** Diferentes orígenes de producción de semilla de la cruce simple, trilineal y sus progenitores 2003T.

N	Genealogía	Origen	Polinización
1	CSB2002 (LUG14xLUG03)	CUCBA 01T 203x202	Manual controlada
2	CSB2002 (LUG14xLUG03)	COQUI 0101 214x215	Manual controlada
3	CSB2002 (LUG14xLUG03)	IXTLA 0201	Desespigue manual en lote aislado
4	CSB2002 (LUG14xLUG03)	IXTLA 0202	Desespigue manual en lote aislado
5	CSB2002 (LUG14xLUG03)	ACATIC 02T	Desespigue manual en lote aislado
6	CSB2002 (LUG14xLUG03)	COQUI 0102	Desespigue manual en lote aislado
7	CTB2002 (14x03)xLUG379	NEXTI 02T	Desespigue manual en lote aislado
8	LUG03	COQUI 0102 215	Autofecundación manual
9	LUG14	COQUI 0102 214	Autofecundación manual
10	LUG379	CUCBA 02T	Autofecundación manual

### 3.3 Preparación de ensayo

La preparación de los materiales a evaluar se realizó en el Banco de Germoplasma del CUCBA en sobres de papel con 80 semillas cada uno, para sembrar dos surcos.

El terreno se barbechó a 40 cm de profundidad y se dieron dos pasos de rastra y se surcó a 0.80 m. Antes de sembrar se procedió al marcado del

terreno el cual se realizó utilizando estacas, cal, bote encalador, hilo (rafia), cinta métrica.

Con la cinta se midieron los bloques de 5 m y calles de 1 m colocando estacas en cada uno de los bloques y calles respectivamente, se encalaron bloques y calles en forma perpendicular a la surcada.

La parcela experimental consistió de cuatro surcos de 5 metros de longitud con calles de un metro para la separación de "fajas" Se repartieron los sobres en campo con la semilla para cuatro surcos de 5 metros por material.

### **3.4 Siembra y manejo agronómico**

La siembra se realizó a mano en surcos de 5 m distribuyendo la semilla lo más uniformemente posible en cada surco y tapando la semilla con azadón. La fecha de siembra se realizó el 25 de junio en tierra húmeda, la emergencia fue aceptable en todos los tratamientos aun con la presencia de fuertes lluvias y granizadas en las primeras etapas del cultivo.

Se realizó el aclareo de plantas a los 30 días para dejar una densidad de población aproximada de 62,500 por hectárea.

Se realizaron dos aplicaciones de fertilizante, la primera fue al momento de la siembra con el tratamiento 36-92-00 utilizando 200 kilogramos por hectárea de la fórmula 18-46-00 y la segunda fertilización se realizó cuando la planta tenía aproximadamente 40 días utilizando el tratamiento 138-00-00 a base de urea, aplicando una dosis de 300 kilogramos por hectárea.

El control de maleza se realizó en forma preemergente utilizando 5 litros de Primagran por hectárea teniendo un buen control durante las primeras etapas del cultivo.

Para el control de plagas de la raíz se aplicó counter granulado al 5% con dosis de 20 kilos por hectárea mezclado con el fertilizante al momento de la siembra. Para el control de plagas del follaje se realizaron aplicaciones de Lorsban 480 E con dosis de un litro por ha. Efectuando dos aplicaciones a partir de la emergencia del cultivo hasta ocho días antes de la etapa de banderilla.

### **3.5 Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual teniendo cuidado de no revolver los materiales cosechados para esto se utilizaron costales tipo arpilla para la ventilación del grano, colocando una etiqueta por dentro del costal para identificación de la parcela correspondiente.

Se desgranaron las mazorcas por parcela en una desgranadora de motor eléctrico incluyendo a los contaminantes internos y externos que se separaron en cada una de las parcelas correspondientes.

### **3.6 Toma de datos**

Los datos se tomaron de acuerdo al instructivo de Ron y Ramírez (1991) en la forma siguiente:

Floración masculina: Se cuantificaron los días desde la siembra hasta que el 50% de plantas de la parcela experimental liberaron polen.

Floración femenina: Días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela exponen sus estigmas con una longitud mínima aproximada de 3 cm.

Altura de planta: Se tomó la altura en centímetros de diez plantas con

competencia completa sobre el surco; midiendo desde el ras del suelo hasta la lígula de la última hoja.

Altura de mazorca: Desde el ras del suelo hasta el nudo donde se inserta la mazorca principal (cm). Se utilizaron las mismas diez plantas para la variable anterior, es decir con competencia completa y sobre el surco.

Acame de raíz: Se consideraron plantas con acame de raíz aquellas que se desviaron en un ángulo aproximado igual o mayor de 30° con respecto a su vertical. Las plantas con "cuello de ganso" se consideraron acamadas.

Acame de tallo: Se contaron plantas que se doblaron visiblemente o se rompieron abajo del nudo donde se inserta la mazorca principal.

Número de mazorcas cosechadas: Se registró el número de mazorcas cosechadas en la parcela.

Número de mazorcas dañadas: Se contó el número de mazorcas dañadas acumulando las parcial y totalmente dañadas.

Enfermedad: se hizo una calificación de la presencia de mancha gris (*Cercospora zea-maydis*) y mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*), esto se realizó en una escala de 1 a 5 donde 1 es igual a completamente sano y 5 es igual a completamente enfermo, cada enfermedad se tomó por separado y esta se tomó en la etapa de mayor susceptibilidad a las enfermedades.

Rendimiento: Peso de campo del grano seco x 1.25 . Donde la humedad del grano menor fue menor al 14% y 1.25 fue el factor de conversión a kg/ha.

Contaminantes internos. Se contaron las mazorcas fuera de tipo en cada parcela. Estos tipos de contaminación se deben principalmente a causa de un mal desespigue por parte del productor en la línea que se utiliza como hembra.

Contaminantes externos. Al igual que en el caso anterior. Este tipo de

contaminación se debe principalmente a polen de lotes colindantes es decir que el terreno donde se sembró la parcela de producción no cumplía con el aislamiento requerido.

Plantas fuera de tipo. Se contaron el número de plantas por parcela diferentes a lo esperado fenotípicamente.

### 3.7 Diseño experimental y Análisis estadístico

El diseño experimental que se utilizó para la evaluación de los materiales fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos en cada una de las repeticiones, fueron aleatorizados para obtener una mejor distribución de los genotipos (Cuadro 2).

**CUADRO 2.** Diseño del experimento para el CUCBA 2003 T.

Genealogía	Origen	Polinización	Repeticiones			
			I	II	III	IV
CSB2002 (LUG14xLUG03)	CUCBA 01T 203x202	Manual	2	13	29	40
CSB2002 (LUG14xLUG03)	COQUI 0101 214x215	Manual	10	20	27	38
CSB2002 (LUG14xLUG03)	IXTLA 0201T lote 1	Libre	4	19	30	35
CSB2002 (LUG14xLUG03)	IXTLA 0202T lote 2	Libre	7	17	28	39
CSB2002 (LUG14xLUG03)	ACATIC 02T	Libre	9	14	22	36
CSB2002 (LUG14xLUG03)	COQUI 0102	Libre	8	12	25	32
CTB2002 (14x03)xLUG379	NEXTI 02T	Libre	5	16	21	33
LUG14	COQUI 0102 214	Manual	1	11	26	37
LUG03	COQUI 0102 215	Manual	3	18	23	31
LUG379	CUCBA 02T 1119	Manual	6	15	24	34

Se hicieron análisis de varianza para todas las variables considerando a los 6 orígenes de la cruce simple y a la cruce trilineal, y un análisis de varianza para los 3 progenitores, bajo el modelo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, y la prueba de Tukey para comparación de medias. Se realizó el análisis de regresión para las variables contaminantes internos y externos con respecto a rendimiento.

## IV RESULTADOS

### 4.1 Análisis de varianza para los orígenes de la cruz simple y la cruz trilineal.

Los resultados del análisis de varianza para los seis orígenes de la cruz simple y la cruz trilineal se presentan en el Cuadro 3,

**CUADRO 3.** Cuadrados Medios del análisis de varianza de los diferentes orígenes de LUG14 x LUG03 y [(LUG14 x LUG03) x LUG379] en el CUCBA 2003T.

VAR	GL	REP		GL	HÍBRIDOS		GL	ERROR	CV	MEDIA
REND	3	1034395	NS	6	1097583	NS	18	2	18.9	6062
FM	3	8	*	6	7	NS	18	2	2.1	77
FF	3	5	*	6	3	*	18	3	2.2	77
PL	3	513	**	6	182	*	18	137	5.3	218
MZ	3	199	**	6	121	*	18	87.4	8.8	105
RA	3	56	**	6	25	*	18	25	353	1.4
TA	3	2	*	6	1	NS	18	2	209.6	0.7
MD	3	3	*	6	10	**	18	2	22.5	6.9
MXP	3	0	NS	6	0	NS	18	0	10	0.9
PFT	3	11	NS	6	47	*	18	21	56	8.1
CE1	3	0	NS	6	0	**	18	0	15.8	2.2
CE2	3	0	*	6	0	*	18	0	16.3	2
CTI	3	17	*	6	59	**	18	12	42.6	8.4
CTE	3	2	NS	6	31	**	18	13	105	3.4
RCTI	3	5677	*	6	10461	*	18	6909	48	172
RCTE	3	3874	NS	6	78082	**	18	37511	104	185
RNCTT	3	15422	NS	6	132003	**	18	48104	61	357
P	3	32	*	6	78	**	18	27	10	48

VAR = VARIABLES, GL = GRADOS DE LIBERTAD, CM = CUADROS MEDIOS, REP = REPETICIONES, CV = COEFICIENTE DE VARIACIÓN, REND. = RENDIMIENTO (kg/ha), FM. = FLORACIÓN MASCULINA, FF = FLORACIÓN FEMENINA, PL = ALTURA DE PLANTA (CM), MZ = ALTURA DE MAZORCA (CM), RA = ACAME DE RAIZ, TA = ACAME DE TALLO MD = (%) MAZORCAS DAÑADAS, MXP = MAZORCAS POR PLANTAS, PFT = PLANTAS FURA DE TIPO, CE1 = CALIFICACIÓN DE MANCHA GRIS, CE2 = CALIFICACIÓN DE MANCHA DE ASFALTO, CTI =CONTAMINANTES INTERNOS, CTE = CONTAMINANTES EXTERNO, RCTI = RENDIMIENTO DE CONTAMINANTES INTERNOS, RCTE = RENDIMIENTOS DE CONTAMINANTES EXTERNOS, RCTT= NUMERO DE CONTAMINANTES TOTALES, P = NUMERO DE PLANTAS.

Las variables con alta significancia para repeticiones fueron altura planta, altura de mazorca y acame de tallo y con significancia floración masculina, floración femenina, acame de tallo, mazorcas dañadas, mancha de asfalto, contaminantes totales internos, rendimiento por contaminantes internos totales y

número de plantas; para orígenes con alta significancia fueron mazorcas dañadas, mancha gris, contaminantes totales internos, contaminantes totales externos, rendimiento por contaminantes externos, rendimiento por contaminantes totales externos y número de plantas, y significativos floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, acame de raíz, plantas fuera de tipo, mancha de asfalto, rendimiento total por contaminantes internos.

El coeficientes de variación para rendimiento fue de 18.9 aceptable para este tipo de experimentos conducido bajo temporal, los coeficientes más altos los presentaron las variables de apreciación como acames de raíz con 321.2 y acame de tallo con 187.5 estas variables influenciados por diversos factores ambientales como vientos, terrenos mal nivelados y/o plagas.

#### **4.2 Medias de orígenes de la cruza simple y la cruza trilineal.**

Los resultados de medias para rendimiento y otros caracteres se presentan en el Cuadro 4 en donde el mejor origen para rendimiento fue IXTLA 0201 con un rendimiento de 7009 kg/ha superando por 740 kg/ha al origen COQUI 0101 que rindió 6269 kg/ha y al origen CUCBA 01T que rindió 6244 kg/ha por 765 kg/ha, cabe señalar que el primer lugar es origen de desespigue y el segundo y tercer lugar son de polinización manual, los 3 orígenes con menor rendimiento fueron IXTLA 0202 con un rendimiento de 6000 kg/ha COQUI 0102 con un rendimiento de 5550 kg/ha y el origen ACATIC 02T con un rendimiento de 5438 kg/ha este último superado por el primer lugar con 1571 kg/ha y por abajo de la media (6063 kg/ha) del experimento.

**CUADRO 4.** Medias de rendimiento y otras variables de importancia agronómica de los diferentes orígenes de la cruce simple (LUG14 x LUG03) y [(LUG14 x LUG03) x LUG379] en el CUCBA 2003T.

ENTRADA	REND	FM	FF	PL	MZ	RA	TA	MD	MXP	PFT	CE1	CE2	CTI	CTE	RCTI	RCTE	RCTT	P
IXTLA 0201	7009	76	77	222	111	3.8	1.0	4.9	0.98	5.8	2.0	2.1	6.4	2.5	168	178	346	52
COQUI 0101	6269	79	79	218	106	0.0	0.9	7.2	0.86	9.8	2.3	2.1	7.2	2.3	125	68	193	53
CUCBA 01T	6244	76	77	219	107	0.0	0.0	7.0	0.94	5.6	2.4	2.1	8.7	2.0	212	150	362	50
IXTLA 0202	6000	77	77	221	109	0.0	1.5	4.8	0.88	6.7	2.4	2.2	10.2	2.8	206	162	368	49
NEXTI 02T	5931	78	79	227	108	0.0	1.6	8.6	0.8	4.6	1.7	1.7	1.9	0.0	81	0	81	50
COQUI 0102	5550	78	78	215	105	0.0	0.6	7.6	0.92	14.1	2.6	2.2	14.3	7.6	212	362	575	40
ACATIC 02T	5438	79	79	205	94	6.1	0.0	8.8	0.96	10.6	2.5	2.1	10.1	7.0	200	375	575	46
MEDIAS	6063	78	78	218	106	1	1	7	0.9	8.2	2.2	2.1	8.4	3.5	172	185	358	49
DMS 0.05	2681	3	4	27	21	11	3	3	0.2	10	0.8	0.7	8	8	194	452	512	12

ENT = NUMERO DE ENTRADA, REND. = RENDIMIENTO (kg/ha), FM. = FLORACIÓN MASCULINA, FF = FLORACIÓN FEMENINA, PL = ALTURA DE PLANTA (CM), MZ = ALTURA DE MAZORCA (CM), RA = ACAME DE RAIZ, TA = ACAME DE TALLO MD = (%) MAZORCAS DAÑADAS, MXP = MAZORCAS POR PLANTAS, PFT = PLANTAS FURA DE TIPO, CE1 = CALIFICACIÓN DE MANCHA GRIS, CE2 = CALIFICACIÓN DE MANCHA DE ASFALTO, CTI =CONTAMINANTES INTERNOS, CTE = CONTAMINANTES EXTERNO, RCTI = RENDIMIENTO DE CONTAMINANTES INTERNOS, RCTE = RENDIMIENTOS DE CONTAMINANTES EXTERNOS, P = NUMERO DE PLANTAS.

El origen con mayor acame de raíz fue ACATIC 02T con 6.1% seguido por el origen IXTLA 0201 con 3.8 % y los otros cuatro orígenes no presentaron acame de raíz. Para acame de tallo el origen con porcentaje mayor fue IXTLA 0202 con 1.5%, seguido por el origen IXTLA 0201 con 1.0 %, el origen COQUI 0101 presentó 0.9 % de plantas acamadas de tallo y el origen COQUI 0102 con 0.6 % tanto el origen CUCBA 01T y ACATIC 02T no presentaron plantas con acame de tallo.

Para floración masculina y femenina los orígenes IXTLA 0201 y CUCBA 01T fueron los que presentaron menos días a floración con 76 y 77 respectivamente, seguido por el origen IXTLA 0202 con 77 días y el origen COQUI 0102 con 78 días tanto en floración masculina como femenina, en los origen ACATIC 02T y COQUI 0101 para floración masculina y femenina fueron los que presentaron más días (79), incluso arriba de la media para estas variables que fue de 78 días.

En altura de planta y mazorca los orígenes IXTLA 0201 y IXTLA 0202 fueron los orígenes con mayor altura tanto de planta como de mazorca con 222 y 111, y 221 y 109 cm respectivamente, en el origen CUCBA 01T 203 x 202 y COQUI 0101 hubo una diferencia de un cm tanto en altura de planta como en mazorca con 219, 107 y 218, 106 cm; el origen COQUI 0102 con una altura de 215 y 105 cm de planta y de mazorca, el origen de menor porte fue ACATIC 02T con 205 y 94 cm respectivamente.

Los resultados para mazorcas dañadas el valor medio fue de 7%, siendo el origen ACATIC 02T el que presentó un mayor porcentaje de mazorcas dañadas con 8.8% seguido por COQUI 0102 con 7.6%, los orígenes que

presentaron los valores más bajos, significativos y diferentes a los demás, fueron IXTLA 0202 con 4.8 y IXTLA 0201 con 4.9%.

En lo que respecta a plantas fuera de tipo el origen con mayor porcentaje fue COQUI 0102 con 14.1% seguido por ACATIC 02T con 10.6 % y COQUI 0101 con 9.8%, los demás orígenes presentaron porcentajes por abajo de la media que fue de 8.8%, el origen que tuvo un menor porcentaje fue CUCBA 01T 203 x 202 con 5.6% y IXTLA 0201 con 5.8%.

En promedio la calificación de enfermedades fue igual para mancha gris y mancha de asfalto, 2.2% y 2.1%, respectivamente. El origen que presentó mayor incidencia de mancha gris fue COQUI 0102 con 2.6 y el origen de ACATIC 02T con 2.5 los orígenes con menor presencia de esta enfermedad fueron IXTLA 0201 con 2.0 y COQUI 0101 con 2.3.

En cuanto a mancha gris solo IXTLA 0201 y estuvo por abajo de la media con 2.0.

Para mancha de asfalto IXTLA 0202 y COQUI 0102 fueron las que tuvieron mayor presencia de esta enfermedad.

En lo que respecta a los contaminantes internos (CTI) el valor promedio fue de 8.4%, y el origen con menor presencia de contaminantes internos debido a un mal desespigue fue IXTLA 0201 con 6.4% seguido de COQUI 0101 con 7.2%, el origen que presentó mayor contaminación fue COQUI 0102 con 14.3%.

En cuanto a los contaminantes externos (CTE) la media fue de 3.5%, siendo mejores los orígenes CUCBA 01T con 2% seguido de COQUI 0101 con 2.3% y los orígenes que presentaron un mayor porcentaje de contaminantes fueron COQUI 0102 con 7.6% y ACATIC 02T con 7%.

La media del rendimiento por contaminación interna (RENCTI) fue de 172 kg/ha. El origen con menor rendimiento por estos contaminantes fue COQUI 0101 con 125.0 kg/ha, seguido por IXTLA 0201 con 168.8 kg/ha; los orígenes más afectados en rendimiento fueron COQUI 0102 y CUCBA 01T con 212.5 kg/ha.

En cuanto al rendimiento por contaminantes externos (RENCTE) el origen COQUI 0101 presentó un menor peso de contaminantes externos con 68.75 kg/ha., mientras que el origen ACATIC 02T fue el que presentó un mayor peso de contaminantes externos 375.0 kg/ha por arriba de la media para esta variable que fue de 185 kg/ha.

Para el rendimiento total de los contaminantes tanto internos como externos, la media fue de 358 kg/ha. El origen con menor rendimiento por contaminantes y por consiguiente una mejor calidad en la producción de semilla fue COQUI 0101 con 193.8 kg/ha y el origen IXTLA 0201 con 346.9 kg/ha. Mientras que los orígenes COQUI 0102 y ACATIC 02T fueron los que presentaron un mayor peso por contaminantes con 575.1 y 575.0 kg/ha respectivamente. Por consiguiente estos orígenes fueron los que tuvieron una menor calidad en la producción de semilla de la cruza simple.

El promedio de plantas fue 49 y el primero y segundo lugar con mayor rendimiento tuvieron 52 y 53 plantas respectivamente y el origen COQUI 0102 penúltimo lugar tuvo un promedio de plantas de 40 lo que influyó en el rendimiento, por lo tanto se debe controlar mejor esta variable para no enmascarar el rendimiento (Cuadro 4).

La cruza triple [(LUG14 x LUG03) x LUG379] presentó un rendimiento de 5931 kg/ha con 1078 kg/ha menor que el mejor origen de la cruza simple LUG03 x LUG14 (IXTLA 0201) con rendimiento de 7009 kg/ha y arriba del peor origen de la cruza simple (ACATIC 02T) con 493 kg/ha que presentó 5438 kg/ha de rendimiento. Estos rendimientos nos muestran la importancia de una buena calidad en producción de semilla ya que una mala producción de semilla de una cruza simple no ofrecería ventajas significativas sobre una cruza trilineal bien producida.

En cuanto a la cruza triple, su floración estuvo igual a la media del experimento con 78 días en floración masculina y en floración femenina arriba de la media con 79 días, pero es más tardía que la cruza simple, el porte de planta de la cruza triple fue de 227cm de planta y 108 cm de altura de mazorca, no presentó acames de raíz, pero mostró el porcentaje más alto en acames de tallo con 1.6% por arriba del origen de la cruza simple IXTLA 0202 que presentó 1.5%.

En lo que respecta a mazorcas dañadas el porcentaje fue de 8.6% solo 0.2% abajo de ACATIC 02T que fue el origen de la cruza simple de mayor porcentaje de mazorcas dañadas con 8.8%.

Para la variable enfermedades la cruza trilineal fue quien mostró una mayor resistencia tanto a mancha gris como a mancha de asfalto con un porcentaje de 1.7% para cada una de las enfermedades lo cual se consideraría como un material muy sano.

La cruza trilineal no presentó contaminantes externos y fue el de menor porcentaje en contaminantes internos con 1.9 por lo que fue una semilla de

buena calidad, superando a algunos de los orígenes de la cruce simple en rendimiento (Cuadro 4).

### 4.3 Análisis de varianza para progenitores.

Los resultados del análisis de varianza para los diferentes progenitores se presentan en el cuadro 5. Hubo diferencias altamente significativas entre orígenes para rendimiento, altura de planta, mazorcas dañadas, mancha gris, mancha de asfalto y contaminantes externos totales y el coeficiente de variación para rendimiento fue de 23%, las variables con diferencias estadísticas significativas fueron mazorcas dañadas, rendimiento por contaminantes externos totales y rendimiento total por contaminantes externos, para el caso de repeticiones solo con alta significancia altura de planta y el resto de variables no fueron significativas (Cuadro5).

**CUADRO 5.** Cuadrados Medios del análisis de varianza de los progenitores en el CUCBA 2003T.

VAR	GL	REP		GL	PROGENITORES		GL	ERROR	CV	MEDIA
REND	3	40625	NS	2	2245208	**	6	263958	23	2229
FM	3	9	NS	2	49	NS	6	17	5	82
FF	3	17	NS	2	63	NS	6	16	4	83
PL	3	36	**	2	738	**	6	29	3	157
MZ	3	13	NS	2	182	*	6	23	6	55
TA	3	2	NS	2	13	NS	6	3	126	1
MD	3	39	NS	2	499	**	6	14	26	14
MXP	3	0.001	NS	2	0.002	NS	6	0.001	4	0.93
PFT	3	9	NS	2	2	NS	6	4	27	7.8
CE1	3	0.17	NS	2	5.9	**	6	0.17	14	2.8
CE2	3	0.10	NS	2	1.13	**	6	0.65	12	2
CTE	3	0.36	NS	2	3.25	**	6	0.36	115	0.52
RCTE	3	3541	NS	2	25208	*	6	3541	129	45
RNCTT	3	3541	NS	2	25208	*	6	3541	129	45
P	3	5	NS	2	3	NS	6	7	5	49

VAR = VARIABLES, GL = GRADOS DE LIBERTAD, CM = CUADRADOS MEDIOS, REP = REPETICIONES, CV = COEFICIENTE DE VARIACIÓN, REND = RENDIMIENTO (kg/ha), FM = FLORACIÓN MASCULINA, FF = FLORACIÓN FEMENINA, PL = ALTURA DE PLANTA (CM), MZ = ALTURA DE MAZORCA (CM), RA = ACAME DE RAIZ, TA = ACAME DE TALLO MD = (%) MAZORCAS DAÑADAS, MXP = MAZORCAS POR PLANTAS, PFT = PLANTAS FUERA DE TIPO, CE1 = CALIFICACIÓN DE MANCHA GRIS, CE2 = CALIFICACIÓN DE MANCHA DE ASFALTO, CTE = CONTAMINANTES EXTERNO, RCTE = RENDIMIENTOS DE CONTAMINANTES EXTERNOS, RCTT = NUMERO DE CONTAMINANTES TOTALES P = NUMERO DE PLANTAS.

Por otra parte, se encontraron coeficientes de variación muy elevados para aquellas variables que se toman en base a la observación y/o son afectadas por las condiciones ambientales en los sitios experimentales, como son los acames de raíz y tallo.

#### **4.4 Medias de progenitores**

Los resultados para los progenitores de la crusa simple (LUG14 x LUG03) y de la crusa triple [(LUG14 x LUG03) x LUG379] se presentan en el Cuadro 6.

El progenitor con mayor rendimiento y significativo fue LUG03 con 3025 kg/ha; Con este rendimiento el progenitor debería tomarse en cuenta para su utilización como hembra en la crusa simple de LUG03 con LUG14, este último presentó rendimiento de 2125 kg/ha. El progenitor masculino LUG379 de la crusa trilineal rindió 1538 kg/ha. Para floración masculina y femenina, LUG03 tuvo 81 y 82 días a floración masculina y femenina, respectivamente; mientras que LUG14 presentó 86 y 88 días en las mismas floraciones y LUG379 mostró 80 días tanto para floración masculina como femenina, que significa una buena sincronía en floración para su incremento *per se* por autofecundación o por cruza fraternales (Cuadro 6), y también favorece la producción de semilla de la crusa trilineal [(LUG14 x LUG03) x LUG379] ya que (LUG03 x LUG14) progenitor femenino florea a los 78 días (Cuadro 4).

**CUADRO 6.** Medias para rendimiento y otros caracteres de los progenitores LUG03 y LUG14, LUG379.

ENT	REND	FM	FF	PL	MZ	RA	TA	MD	MXP	PFT	CE1	CE2	CTI	CTE	RCTI	RCTE	RCTT	P
LUG03	3025	81	82	145	73	0	0	4.7	0.96	7.7	3	2.5	0	1.6	0	137.5	137,5	49
LUG14	2125	86	88	172	83	0	4	12	0.92	6.5	1.6	1.5	0	0	0	0	0	51
LUG379	1538	80	80	156	71	0	1	27	0.93	9.5	4	2.1	0	0	0	0	0	50
MED	2229	82	83	158	76	0	2	15	1	8	3	2	0	1	0	46	0	50
DMS 0.05	1114	9	8	11	10	0	4	8	0.95	4.6	0.9	0.55	0	1.3	0	129	129	5

ENT = NÚMERO DE ENTRADA, REND. = RENDIMIENTO (kg/ha), FM. = FLORACIÓN MASCULINA, FF = FLORACIÓN FEMENINA, PL = ALTURA DE PLANTA (CM), MZ = ALTURA DE MAZORCA (CM), RA = ACAME DE RAIZ, TA = ACAME DE TALLO MD = (%) MAZORCAS DAÑADAS, MXP = MAZORCAS POR PLANTAS, PFT = PLANTAS FURA DE TIPO, CE1= CALIFICACIÓN DE MANCHA GRIS (1), CE2 = CALIFICACIÓN DE MANCHA DE ASFALTO (2), CTI = CONTAMINANTES INTERNOS, CTE = CONTAMINANTES EXTERNO, RCTI = RENDIMIENTO DE CONTAMINANTES INTERNOS, RCTE = RENDIMIENTOS DE CONTAMINANTES EXTERNOS, P = NUMERO DE PLANTAS.

En cuanto al porcentaje de mazorcas dañadas, LUG03 fue el mejor con un menor porcentaje (4.7%) que LUG14 con 12% y el progenitor LUG379 presentó 27% de mazorcas dañadas.

En cuanto a los contaminantes solo LUG03 presentó contaminantes externos (1.6%), los otros dos progenitores no presentaron contaminantes.

#### **4.5 Regresión para rendimiento sobre el número de contaminantes.**

Se realizaron análisis de regresión para rendimiento sobre el número de contaminantes externos e internos siendo estos altamente significativos. Los valores de los coeficientes de regresión fueron de 95.435 (kg/ha) (Figura 1) y 35.94 (kg/ha) (Figura 2) para contaminantes externos e internos respectivamente. De acuerdo a estos parámetros, los contaminantes de mayor importancia en el rendimiento de una cruce simple son los de origen interno provocados por deficientes desespigues del progenitor hembra. Mientras que los de origen externo no perjudican al productor pero si impactarían en el aspecto de las plantas, especialmente en las cruces simples que deben ser uniformes en todas sus características (fenotipo).

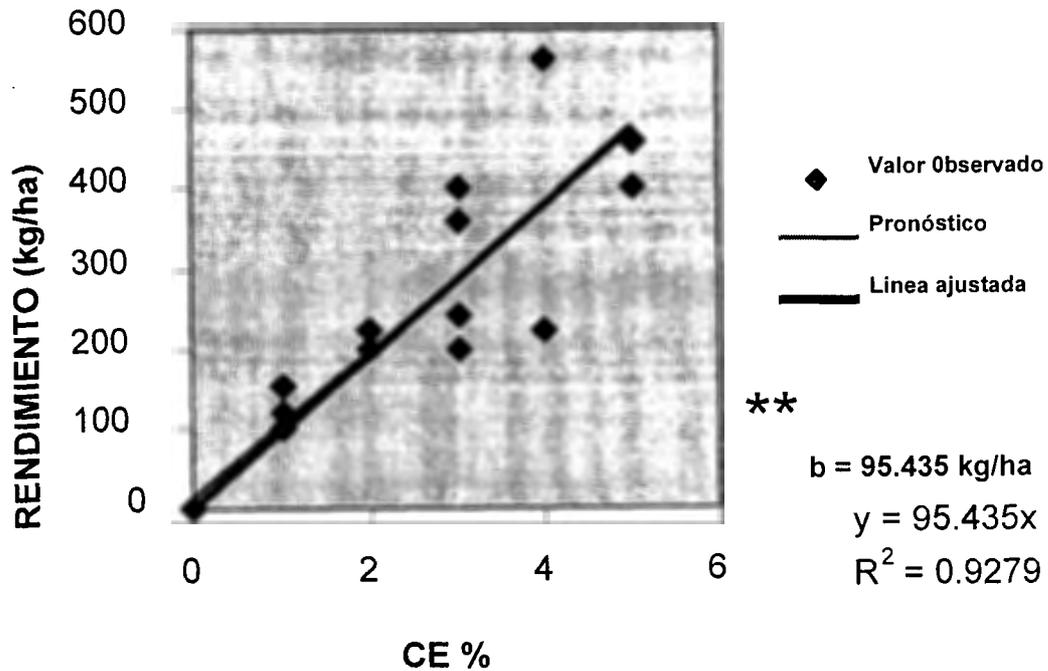


Figura 1. Diagrama de dispersión y línea de regresión ajustada para contaminantes externos a través de los seis orígenes de la cruce simple LUG14 x LUG03.

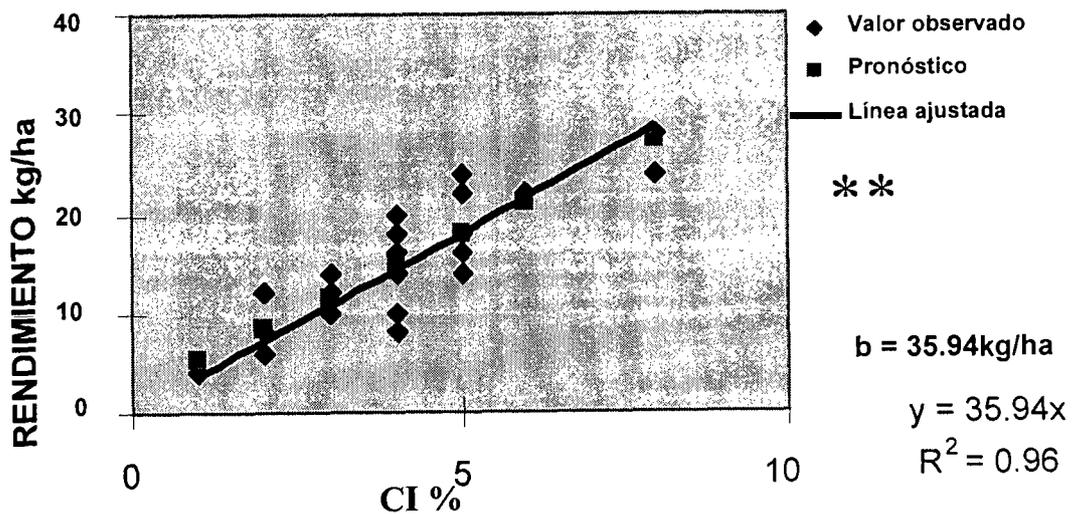


Figura 2. Diagrama de dispersión y línea de regresión ajustada para contaminantes internos a través de los seis orígenes de la cruce simple, LUG14 x LUG03.

## V CONCLUSIONES

Existen diferencias entre los orígenes de la cruza simple (LUG14 x LUG03) por contaminantes externos e internos.

Ambos contaminantes impactan al aspecto y rendimiento de las plantas especialmente los internos en los híbridos de cruza simple.

El mejor progenitor en rendimiento y sanidad fue LUG03 y se puede considerar como hembra en la producción de semilla.

La densidad de población en la cruza simple juega un papel importante y se debe tener precisión al momento de sembrar.

Se corrobora que una buena producción de semilla depende de la calidad en origen de sus progenitores, del cuidado que se tenga en aislar el lote de producción de semilla y del desespigue de la hembra en el lote de producción.

La cruza simple con buena calidad en la producción del híbrido tanto en forma manual como por desespigue supera en rendimiento a la cruza trilineal.

## VI BIBLIOGRAFÍA

- Airy. J. M., Tatum. L.A. y J. W. Sorenson. 1986. Semillas. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. C.E.C.S.A. Décimo segunda impresión enero 1986.
- Besnier R. F. 1989. Semillas biología y tecnología. Ediciones mundi-prensa. Castelló, Madrid. 37p.
- Delorit. R. J. y H. L. Ahlgren 1970. Producción agrícola. Compañía editorial Continental, S.A. Primera edición en español de la tercera edición en inglés mayo 1970 Calzada de Tlalpan num. 4620 México 22 D. F.
- García A. E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen instituto de geografía. UNAM. México, D. F.
- Jugenheimer, R. W. Ph. D. 1985. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa. Balderas 95 México D. F
- Kernick. M.D. 1978. Las semillas agrícolas y horticolas. Producción, control y distribución. FAO. Roma.
- Paliwal, R. L., G. Granados, H. R. Lafire y A. D. V. 1991. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción.  
<http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s16.htm#P0-0>
- Poehlman – Allen. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial limusa. Balderas 95, México, D. F. 2da. Edición
- Ramírez, D. J. L. y *et al.* 2005. Híbridos de maíz de grano blanco para riego y buen temporal en la región centro occidente, y riego en el noroeste de México. Folleto técnico No 1. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. CIRPAC-INIFAP. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México, 32 p.
- Ron, P.J. y 1991. Establecimiento de ensayos de variedades mejoradas de maíz del CCVP en el Estado de Jalisco. Instructivo. INIFAP. CIFAPJ. SARH: Zapopan Jal. México. 25p.
- Ron P. J. y S. A. Hurtado, de la P. 1999. Manual para la producción de semilla híbrida de maíz. Fomes. CUCBA. Universidad de Guadalajara. Diciembre
- Valladares, B. A. R. 1999 Producción de semilla de maíz. Seminario de titulación. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas Y Agropecuarias. Las Agujas Zapopan Jal. Diciembre de 1999.