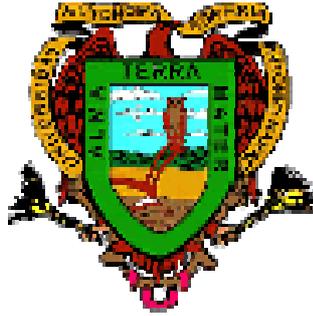


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



“EFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE SURCOS EN LA PRODUCCIÓN DE
SEMILLA HÍBRIDA DE MAÍZ (*Zea mays* L.)”

POR:

ERICK VILCHIS RAMOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

BUENA VISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

“EFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE SURCOS EN LA PRODUCCIÓN DE
SEMILLA HÍBRIDA DE MAÍZ (*Zea mays* L.)”

POR:

ERICK VILCHIS RAMOS

APROBADA POR EL COMITÉ DE TESIS

M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA

PRESIDENTE

ING. ANTONIO CÁRDENAS ELIZONDO

SINODAL

ING. GABRIEL ESTRADA CRUZ

SINODAL

DR. ALFREDO DE LA ROSA LOERA

SINODAL SUPLENTE

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ BADILLO

BUENA VISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. ABRIL, 2008.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme la oportunidad de vivir y de finalizar mi trabajo de investigación, así mismo por verme dado a los mejores padres.

A MI ALMA TERRA MATER, por darme la oportunidad de terminar esta formación profesional, así como los numerosos beneficios que me brindo durante mi estancia académica.

A MIS PADRES por estar siempre conmigo, por sus valiosos a poyo incondicional, por el amor que me han dado y creer en mí. Gracias por guiarme por el buen camino, por sus sabios consejos, por darme la fuerza y la vida, su amor, su tiempo y sabios consejos que siempre

A MIS HERMANOS José Manuel, Rosa Isela, Rodolfo y Gerardo por el cariño que me han brindado, por creer en mí, por la confianza que me han dado, por sus consejos y su amistad.

A MIS SOBRINOS Henry, Adrian, Fátima, Uri, Sofía y Fiorela, por transmitirme mucha energía y alegría, por enseñarme una forma diferente de ver la vida, y sentirme niño como ellos.

A MI NOVIA Rosario Marisol, por el amor que me ha dado, por estar siempre a mi lado apoyándome en todo, por su comprensión...

A MIS CUÑADAS Ana Belli y Rosario por sus consejos y apoyo moral.

A MIS PRIMOS Erick, Ángel, Tania, Karen, Alexander, Magín, Juan Luis, Lenin, Delia, Rosi, Elizabeth, Chusy, Zaira, Lázaro, Erasmo, José, Gadiel, Sergio, Francisco y en especial a Cinthia, por su consejos y apoyo moral.

A MIS TÍOS Sarita, Juan Luis, Juan, Bella, Victoria, Brenda, Román, Francisco, Aurelia, Mateo, Nena, Leticia, José, Patricia, Lilia, Matilde, en especial a Flavio, *ii*
buenos consejos y apoyo moral.

A MIS AMIGOS por su apoyo y comprensión, por tener para mí una palabra de aliento y por su verdadera amistad; en especial a Yaneth, Jessy, Brenda y Alba.

A LA FAMILIA Rodríguez Lara por su apoyo moral y consejos.

A MIS COMPAÑEROS por el apoyo moral que siempre me brindaron: Checo, Pablo, Magda, Tucuch, Carlos, Chayo, Yasmid, y a todos los demás.

A MIS ASESORES al Ing. Antonio por la confianza depositada en mí, por brindarme su apoyo, al M.C Arnoldo, por el tiempo dedicado para brindarme su conocimiento y apoyo, al Dr. Alfredo por su apoyo en el análisis estadístico de este trabajo, al Ing. Gabriel por su valioso apoyo en campo.

A MIS PROFESORES: Dr. Oswaldo, Mc. Elizabeth, Mc. Magdalena, Dr. Sergio, Dr. Eugenio⁺, Dr. Alberto, Dr. Gallegos, Mc. Víctor, Dr. Melchor, Mc. Jorge, Dr. Fidel, Dr, Abiel, así mismos a todos los profesores del departamento de Parasitología, y de otros departamento que siempre compartieron parte de sus conocimientos profesionales conmigo.

A LA EMPRESA MONSANTO por su apoyo y la oportunidad de permitirme realizar mi semestre de campo y a la vez llevar acabo el presente trabajo bajo su asesoría; así mismo, por su disponibilidad y apoyo, en especial al Ing. Gabriel Estrada Cruz y al Ing. Jorge Cadenas Tepoxteco.

DEDICATORIAS

Muy en especial a mis padres:

Sr. José Manuel Vilchis Álvarez y Sra. Rubí Celia Ramos Domínguez,
con amor de hijo.

A mis Hermanos:

José Manuel, Rosa Isela, Rodolfo y Gerardo, con cariño de hermanos.

A mis sobrinos:

Henry Sleyter, José Adrian, Fátima, Uri Emmanuel, Miriana Sofía y
Ángela Fiorela, con amor de tío.

A mis abuelos:

Sr. Aurelio Vilchis, Sra. Ma. De Jesús Álvarez de Vilchis⁺, Leopoldo
Ramos y Elvira Domínguez de Ramos.

A mi novia:

Rosario Marisol, con amor.

ABREVIATURAS

AEST	Altura de estigma
AMZ	Altura de mazorca
APL	Altura de planta
APU	Área de parcela útil
AT	A tiempo
BGE	Bola extra grande
BG	Bola grande
BCH	Bola chica
BM	Bola media
°C	Grados Centígrados o Celsius
cm	Centímetro
COMZ	Cobertura de mazorca
CV	Coefficiente de variación
DB	Desecho de bolas
DIAMZ	Diámetro de mazorca
Dis	Distancia entre surcos
DP	Desecho de plano
EE	Error Experimental
FC	Factor de conversión

FV	Fuente de variación
grs	Gramos
GL	Grados de libertad
Gto.	Guanajuato
%H	Porcentaje de humedad
H	Híbrido
ha	Hectárea
HIL/MZ	Hileras por mazorca
HO/MZ	Hoja por mazorca
HxDis	Interacción entre híbrido y distancia
kg	Kilogramos
km	Kilometro
l	Litro
LONMZ	Longitud de mazorca
m	Metro
mm	Milímetros
m ²	Metros cuadrados
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MZ	Mazorca
MZC	Mazorca cosechada
PAR	Radiación Fotosintéticamente Activa (Photosintetic Active Radiation)
pH	Potencial de Hidrógeno
PC	Peso de la muestra

PCH	Plano chico
PGE	Plano extra grande
PG	Plano grande
PM	Plano medio
PS	Peso seco
pulg	Pulgada
REP	Repeticiones
t ha ⁻¹	Tonelada por hectárea
S	Semilla
S/HIL	Semillas por hilera
SS	Semillas sanas
UC	Unidades Calor
WMS	Peso de mil semillas

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	<i>i</i>
DEDICATORIA.....	<i>iii</i>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Clasificación Taxonómica de la Planta de Maíz.....	3
Descripción Botánica de la Planta de Maíz.....	3
Raíz.....	4
Tallo.....	5
Hojas.....	6
Flores.....	7
Fruto o semilla.....	9
Mazorca.....	11
Etapa Fenológica de la Planta de Maíz.....	11
Exigencias Edafoclimáticas y su Efecto Sobre las Distintas Fases del Crecimiento.....	16
Temperatura.....	16
Altitud.....	17

Fotoperiodo.....	18
Humedad.....	18
Viento.....	19
Suelo y salinidad.....	19
Heredabilidad de Caracteres.....	20
Efectos del Sistema de Siembra en la Producción por Planta.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
Descripción de Área General.....	27
Diseño Experimental.....	27
Material Genético.....	28
Operaciones de Campo.....	28
Preparación del terreno y siembra.....	28
Actividades agronómicas.....	32
Toma de Datos Agronómicos.....	33
Período de floración de los progenitores.....	33
Datos de pre-cosecha y post-cosecha.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	53
VII. APÉNDICE.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 3.1: Split de siembra de los progenitores.....	31
CUADRO 3.2: Tamaño de semillas.....	37
CUADRO 4.1: Cuadrados medios del análisis de varianza para los caracteres de hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (PGE2, PG, PM, PCH1, BGE2, BG, BM Y BCH1) evaluados en el experimento.....	45
CUADRO 4.2: Análisis de Medias de la fuente de variación híbrido, para los caracteres de hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (PGE2, PG, PM, PCH1, BGE2, BG, BM Y BCH1) evaluados en el experimento.....	48
CUADRO 4.3: Análisis de Medias de la fuente de variación distancia entre surcos, para los caracteres hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (PGE2, PG, PM y PCH1) evaluados en el experimento.....	49
CUADRO 4.4: Análisis de Medias de la fuente de variación Híbrido x Distancia entre surcos, para los caracteres hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (PGE2, PG, PM y PCH1) evaluados en el experimento.....	50
CUADRO 7.1: Datos de campo.....	58
CUADRO 7.2: Cuadrados medios del análisis de varianza para los caracteres de altura de estigma, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas cosechadas, cobertura de mazorca, hojas por mazorca, hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras y longitud de mazorca evaluados en el experimento.....	60

CUADRO 7.3: Análisis de Medias de la fuente de variación híbrido para los caracteres de altura de estigma, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas cosechadas, cobertura de mazorca, hojas por mazorca, hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (plano extra-grande1 y plano extra-grande2) evaluados en el experimento.....

62

CUADRO 7.4: Análisis de Medias de la fuente de variación distancia para los caracteres de altura de estigma, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas cosechadas, cobertura de mazorca, hojas por mazorca, hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (plano extra-grande1 y plano extra-grande2) evaluados en el experimento.....

64

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 4.1: fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “A” sembrado a la distancia de 76 cm entre surcos.....	40
GRÁFICA 4.2: fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “A” sembrado a la distancia de 52 cm entre surcos.....	40
GRÁFICA 4.3: fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “B” sembrado a la distancia de 76 cm entre surcos.....	41
GRÁFICA 4.4: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “B” sembrado a la distancia de 52 cm entre surcos.....	41
GRÁFICA 4.5: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “C” sembrado a la distancia de 76 cm entre surcos.....	42
GRÁFICA 4.6: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “C” sembrado a la distancia de 52 cm entre surcos.....	42
GRÁFICA 4.7: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “D” sembrado a la distancia de 76 cm entre surcos.....	43
GRÁFICA 4.8: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “D” sembrado a la distancia de 52 cm entre surcos.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1: Croquis de distribución de los materiales en campo.....	30
--	----

I. INTRODUCCIÓN

El empleo de semillas de alta calidad, garantiza obtener buenos rendimientos a nivel comercial, para asegurar un máximo rendimiento por hectárea en la producción de grano, razón por la cual se ha incrementado el uso de semillas híbridas de maíz. El sistema de producción y distribución de semillas de híbridos, está sobre todo bajo el control del sector privado, mejor organizado y más eficiente que el sistema de producción de variedades de polinización abierta, que está, en general, en manos del sector público.

La meta de las empresas productoras de semilla híbrida de maíz, es la de producir el mayor número de semillas por planta. Para llevar a cabo esto, se ha tenido que realizar grandes inversiones económicas en investigaciones para producir nuevos híbridos. Estudios sobre floraciones y crear métodos de siembra tales como: densidades de población y relación entre número de surcos entre los progenitores.

Para la producción de semilla híbrida de maíz, es importante conocer detalladamente los periodos de floración masculina y femenina de los progenitores, de esta manera se determinan las fechas de siembra de los progenitores, a fin de asegurar una buena polinización y con ello una productividad optima de semilla.

Debido a la confidencialidad que manejan las empresas productoras de semilla, este trabajo se justifica, ya que no existen reportes de estudios sobre el efecto de la distancia entre surcos en la producción de su propia semilla.

Los objetivos planteados para éste estudio fueron:

- ✦ Determinar si las distancias de 52 y 76 cm entre surcos alteran la coincidencia (Split) de la floración femenina y masculina.
- ✦ Detectar las diferencias ambientales de una repetición a la otra.
- ✦ Demostrar que híbrido tiene mejor comportamiento.
- ✦ Determinar cuál de las dos distancias a evaluar es mejor para la producción de semilla híbrida.
- ✦ Determinar si existe interacción híbridos-distancia entre surcos.

Estableciendo se las siguientes hipótesis:

- ✦ Al menos un material es afectado en su Split de floración masculina y femenina por una de las dos distancias entre surcos.
- ✦ Al menos una repetición se comportará diferente a las demás.
- ✦ Se cree que al menos uno de los cuatro híbridos, muestra diferencia en sus características agronómicas con respecto a los demás híbridos
- ✦ Dentro de lo que cabe en el arreglo de ancho de surco, se cree que una de las dos distancias causará efecto en al menos una de las características bajo estudio del maíz.
- ✦ Al menos un híbrido interaccionará con las distancias entre surco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Clasificación Taxonómica de la Planta de Maíz (Barnhart)

Reino.....Plantae

División..... Magnoliophyta

Clase.....Liliopsida

Orden.....Poales

Familia.....Poaceae

Género.....*Zea*

Especies.....*Z. mays* L, *Z.*

mexicana y *Z. perennis*

Descripción Botánica de la Planta de Maíz

El maíz es conocido como un cereal, es una planta monoica, con flores unisexuales y alógama (Reyes, 1990).

Raíz

Las raíces del maíz son fibrosas, durante toda la etapa fisiológica de la planta se distinguen tres tipos: raíces temporales, permanentes y adventicias o de anclaje (Reyes, 1990).

Las raíces temporales son aquellas que aparecen cuando germina la semilla, se observan surgir la punta de la primera de esta al iniciarse la germinación. Al cabo de algunas horas aparecen, casi al mismo tiempo que la plúmula, tres o cuatro raíces más en la base del mesocótilo (tallo delgado y blanco que se encuentra entre la semilla y el tallo verde aéreo) o primer nudo; estas raíces son funcionales durante la germinación, emergencia y desarrollo de la plántula, generalmente desaparecen al agotarse el endospermo, para ser reemplazadas por las raíces permanentes, estas nacen en el segundo nudo, dichas raíces nutren a la planta durante todo el ciclo vegetativo. Se ha determinado que las raíces permanentes pueden llegar a profundizar hasta algo más de dos metros, alcanzando un diámetro entre 1.20 a 1.80 m alrededor del tallo, esto cuando concurren factores muy favorables: profundidad, textura, estructura, fertilidad y humedad del suelo, así como la presencia de plagas en el suelo, la variedad, densidad y fecha de siembra del cultivo (Díaz, 1964; Reyes, 1990).

Las raíces adventicias o de anclaje brotan del segundo o tercer nudo del tallo, por encima del suelo, y a veces del quinto y sexto nudo, si se trata de plantas caídas o de algunos tipos de maíz de clima tropical. En su nacimiento se inclinan oblicuamente hacia abajo y se introducen en el suelo ramificándose. Sirven de anclaje a la planta y al mismo tiempo de órgano de absorción, realizando esta misión las que salen del primero y segundo nudo. Estas están cubiertas por un mucílago que las protege contra la desecación (Díaz, 1964; Reyes, 1990). La formación de un sistema radical consistente, ramificado y de anclaje reduce el acame o encame de la planta, y en ocasiones, permite el cultivo plano sin necesidad del aporque.

El crecimiento de la raíz está relacionado con el desarrollo de la planta, y así se ha observado que a los doce días de ésta, las raíces principales permanentes alcanzan un desarrollo lateral de 45 cm de distancia del tallo y a una profundidad de 8 a 15 cm, a los 18 días alcanza una profundidad de 30 cm y a los veinte días 60 cm, teniendo por lo entonces una extensión de 60 cm de distancia del tallo, continuando el desarrollo de la raíz hasta que la planta alcanza su desarrollo, en este momento la raíz ha alcanzado una extensión lateral de 1.20 m y una profundidad indicada anteriormente (Díaz, 1964; Reyes, 1990).

Tallo

El maíz es una planta anual, su tallo es una caña formada por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, grueso en la base y de menor grosor en los entrenudos superiores, este órgano es cilíndrico en su base, pero conforme se va desarrollando se va haciendo algo ovalado, es sencillo, rallado longitudinal, erguido robusto, presenta desde ocho hasta treinta y ocho nudos que le sirven de refuerzo y de 7 a 37 entrenudos con una longitud comprendida entre 15 y 20 cm (Díaz, 1964; Reyes, 1990). En cada entre nudo hay una depresión como “canalito” que se extiende a lo largo del entre nudo, en posición relativa alterna a lo largo del tallo.

La altura del tallo es variable y es característica varietal, genética y ambiental, el rango varía entre 0.30 m a 5.5 m y su altura es resultado del número y longitud del entrenudo (Reyes, 1990).

En los maíces de clima caliente, el tallo no manifiesta amacollamiento o hijuelos; en los de clima frío el ahijamiento es variable, siendo varias las causas de su escasez o abundancia. Los hijuelos brotan en el nudo en donde nacen las raíces permanentes, también conocido como “corona”. El hijuelo tiene la misma estructura del tallo principal, el número de hijos está determinado por la variedad, el ambiente, tecnología

del cultivo (densidad, fertilidad, humedad, etc.), que son factores con alta influencia en el ahijamiento (Reyes, 1990).

Se ha determinado que en cuanto al carácter de ahijamiento hay una tendencia a agrupar en zonas geográficas más o menos definidas, dado que al localizar en un mapa de la República Mexicana los lugares donde fueron hechas las colecciones con índice de ahijamiento: bajo (de 0.0 – 0.9 hijos por plantas); medio (1.0 – 1.9 hijos por planta) y alto (de 2.0 o más hijos por plantas), se indica que hay factores que afectan la distribución de este carácter. Por lo cual se consideraron tres factores principales tienen influencia: la latitud, la precocidad y las razas (Paredes citado por Reyes, 1990).

Hojas

Las hojas son alternas, sésiles y envainadoras, paralelinervas, de forma lanceolada, anchas y ásperas en los bordes. Llegan a alcanzar hasta un metro de longitud y su número es constante en cada variedad, pues así se observan variedades con 8 hojas, otras con hasta 38 hojas, por lo tanto se tiene tantas hojas como el número de nudos (Díaz, 1964; Reyes, 1990).

Las hojas o fitómeros están compuestas por tres partes: Nudo, parte de inserción del la vaina. La vaina, esta envuelve al entrenudo cubriendo la yema floral. El limbo o lámina, de tamaño variable en largo y ancho, está constituido por una nervadura central bien definida, venas paralelas a esta y el tejido intracelular, el haz o parte superior con pequeñas pubescencias, el envés o parte inferior sin pubescencias. La lígula, que no es más que una saliente en forma de collar; está situada en el punto de unión de la vaina y el limbo, desempeña el papel de protección contra el agua y el polvo, para que no penetren entre la vaina y el tallo. En las extremidades de la lígula están ubicadas las aurículas, que son de un color verde claro y de forma triangular (Díaz, 1964; Reyes 1990).

Flores

El maíz es una planta monoica, es decir, que tienen en la misma planta las flores masculinas y femeninas, pero separadas. Esta disposición floral hace que la polinización sea cruzada (Díaz, 1964).

La flor masculina se encuentra en una inflorescencia conocida como panícula, panoja, espiga o miahuatl. La panícula está estructurada por un eje central, ramas laterales primarias, secundarias y terciarias; las panículas de las variedades de clima caliente son largas, muy ramificadas y producen abundante polen; las de clima frío son cortas, menos ramificadas y producen menos polen (Reyes, 1990).

Las espiguillas se distribuyen por pares alternamente a lo largo del eje central o en las ramificaciones; cada espiguilla está protegida por dos glumas multinerviadas que encierran dos flores, cada flor está protegida por la lema y la palea contiene tres estambres con filamentos largos y las anteras lineales en cuyo interior están los granos de polen, esto son de color amarillo oro; en la base de los estambres están dos lodículos bien desarrollados y un pistilo rudimentario. Esto explica que en ocasiones en la panícula se formen granos de maíz (Reyes, 1990).

El polen es muy ligero y puede ser transportado por el viento, la gravedad y los insectos a largas distancias entre 450 a 500 m, en algunas ocasiones hasta los 800 m (Reyes, 1990; Chávez, 1990).

Se ha reportado que cada panícula forma millones de granos de polen, estimándose en el rango de 10 a 25 millones de granos, para fecundar y formar de 200 a 1000 semillas de maíz por mazorca; es decir una relación de gametos masculinos de 25 mil a 50 mil granos de polen por cada estilo o gameto femenino; indicando la alta selección gamética en el proceso de fecundación (polinización, germinación y

singamia), como se ve una planta de maíz produce mucho polen, sin duda para formar una mazorca, por que basta un grano de polen para producir uno de maíz (Díaz, 1964; Reyes, 1990).

Las flores femeninas están reunidas en una espiga, se encuentra una yema floral en cada nudo de la planta, en las axilas de las hojas nace un jilote originando una yema floral femenina; la cual, se extiende a lo largo del canalito del entrenudo. Potencialmente un tallo puede desarrollar ocho o más yemas florales que pueden originar 8 o más mazorcas; únicamente una, dos o tres yemas llegan a formar granos de maíz por el fenómeno de dominancia apical que inhibe el desarrollo de las yemas inferiores. En ocasiones, por alguna anormalidad, una yema floral femenina basal cerca del suelo, se desarrolla alargándose los entrenudos, formando una rama semejante aun hijuelo, terminando en un jilote o mazorca. Las espigas femeninas, componen un espádice (espigas de flores unisexuales con eje carnososo, casi siempre con la porción terminal estéril acompañada de espata), llevan de ocho a veintiséis series longitudinales de espiguilla insertada en un eje esponjoso, que recibe, el nombre de olote o zuro (Díaz, 1964; Reyes, 1990).

Se ha mencionado que las flores pistiladas se agrupan también por pares, distribuyéndose a lo largo de la inflorescencia femenina, que es una espiga cilíndrica: consiste de un raquis central u olote en donde se insertan a lo largo, las espiguillas por pares, con glumas, lema y palea rudimentaria; cada espiguilla con dos flores, una fértil y una estéril, formando surcos de flores; el hecho de ser una flor abortiva en cada par, origina hileras o carreras de semilla por pares, aun cuando en raras ocasiones ocurren carreras impares, si en una hilera las dos flores de la espiguilla son fértiles o bien, hileras muy irregulares cuando en algunos pares las dos flores son fértiles y en otros, una es fértil y otra es abortiva (Reyes, 1990).

Los ovarios terminan en unos estilos larguísimos, filiformes, los cuales salen unidos de las brácteas que envuelven el elote o zuro y forman como una barba

blanquecina brillante o rojiza, según la variedad, aunque después de la fecundación se vuelve negra. El ovario es la parte basal del pistilo. Esta colocado sobre una raquilla de 2.5 mm de largo. Antes de la fecundación se dobla y se aparta de la perpendicular, de modo de que el cabello, en vez de apuntar hacia afuera, toma una dirección longitudinal del elote. El elote está formado por un carpelo único, cuya cavidad está ocupada casi en su totalidad por un solo ovulo (Díaz, 1964).

El cabello del elote debe considerarse más que un estigma compuesto que como un estilo, por ser receptivo para el polen en una buena parte. Es alargado, bifurcado en su extremidad y lleva numerosos pelos, en mayor número cerca de la punta que más abajo; lo cubre un mucilago que ayuda a capturar los granos de polen. Los cabellos son receptivos para el polen antes de salir de las espatas, y si no han sido fecundados, quedan en condiciones de serlo durante una o dos semanas. Puede verificarse la polinización, cortando la punta de los estigmas, cuando no han sido fecundados sigue creciendo, conservando su color amarillo brillante, y cuando han sido fecundados se tornan de color café (Díaz, 1964; Reyes, 1990).

El jilote está compuesto por un tallo, compuesto por nudos y entrenudos con una inflorescencia femenina terminal; en cada nudo en ocasiones puede salir otro jilote originando jilotes ramificados o mazorcas ramificadas, carácter aun no muy estudiado, pero potencialmente de valor económico. En cada nudo nace una hoja modificada con la estructura de la vaina de la hoja de la planta, dicha hoja modificada se desarrolla hasta cubrir el jilote, el conjunto de las hojas forman la cubierta del jilote o “totomoxtle” (Días, 1964; Reyes, 1990).

Fruto o semilla

Los botánicos lo llaman cariósipide, los agricultores le llaman semilla o grano. Biológicamente el fruto es el ovario desarrollado y la semilla es el ovulo fecundado, desarrollado y maduro. En el maíz y en las gramíneas, el ovario se desarrolla al igual

que el ovulo hasta tener un sola estructura. El fruto se encuentra insertado en el raquis u olote constituyendo hileras o carreras de granos; que varían entre 8 a 30 hileras que cuyo conjunto forman la mazorca (Reyes, 1990). En la semilla se distinguen tres partes que son:

Pericarpio: forma la cubierta del fruto y son las paredes del ovario, siendo por lo tanto, de origen materno ($2n$ cromosomas en sus células). El color del pericarpio puede ser rojo o incoloro, el rojo es dominante. Si el pericarpio es incoloro el color del grano dependerá de la tonalidad de la aleurona o del endospermo.

Endospermo: es el tejido de reserva de la semilla; un tercio de los cromosomas son del progenitor masculino y dos tercios del progenitor femenino; el número del cromosomas es $3n$; el color del endospermo puede ser amarillo (Y) o blanco (y).

Embrión: es el esbozo orgánico de todo ser viviente como consecuencia de la reproducción sexual. El embrión está formado por partes definidas y son los rudimentos de los órganos y aparatos de las plantas adultas. El embrión tiene una planta en miniatura con su radícula, su plúmula con tres o cinco hojas, el escutelum o cotiledón y dos capas, el coleóptilo que cubre a la plúmula y la coleoriza que cubre a la radícula.

El grano madura en un lapso de 50 a 90 días después de la fecundación, durante este periodo se reconoce cuatro estados de madurez (CCEA, 2000) que son:

- Estado lechoso: cuando se tiene el 20 porciento de materia seca de la planta entera. Las hojas por debajo de la mazorca y las espatas (hojas que envuelven la mazorca) están verdes. El grano se aplasta y pierde leche.
- Estado pastoso: en este momento se tiene un 25 porciento de materia seca con respecto a la planta entera. Las hojas por debajo de la mazorca y las espatas amarillean. El grano se aplasta pero no pierde leche.

- Estado pastoso-duro: cuando se tiene un 30 por ciento de materia seca. Las hojas por debajo de la mazorca están secas y las espigas amarillean. El grano no se aplasta fácilmente, pero se raya con la uña.
- Estado vidrioso (1): cuando el 35 por ciento de la planta es materia seca. Las hojas por debajo de la mazorca y las espigas están secas y el grano no se raya con la uña.

El grano de maíz es muy variable en su tamaño, composición, textura y forma. Hay granos muy pequeños de unos cuantos milímetros y granos bastante grandes de 3 cm o más de ancho o largo.

Mazorca

Es la inflorescencia o espiga cilíndrica formada por el grano, el olote, el pedúnculo y la cubierta o totomoxtle; el totomoxtle debe cubrir bien a la mazorca para protegerla de la humedad y enfermedades; el pedúnculo debe ser largo y flexible, que le permita a la mazorca colgarse y protegerla, además de los pájaros y daños posteriores (Reyes, 1990).

Etapa Fenológica de la Planta de Maíz

Se han reportados estudios sobre el desarrollo y crecimiento de la planta de maíz, desde la semilla, la germinación y emergencia, hasta la etapa de la madurez; realizando un énfasis en la descripción de las principales estructuras presentes en cada etapa, pero con especial mención acerca de la forma en que afectan los factores ambientales influyen sobre la fisiología de las plantas (López, 1991; Ritchie y Hanway citados por Solórzano, 2007).

Etapa Ve: germinación y emergencia: La germinación es el conjunto de procesos metabólicos que tienen lugar a partir de la imbibición de la semilla, por aumento de contenido de agua e inicia su crecimiento y el comienzo de la elongación de la radícula desde la semilla hinchada, seguido por el coleóptilo con la plúmula encerrada (planta en embrión) y, además, tres o cuatro raíces seminales. La germinación es finalmente la aparición fuera del suelo del epicotilo, ordinariamente del coleóptilo, lograda por la rápida elongación del mesocótilo y la subsiguiente aparición de las hojas (López, 1991; Ritchie y Hanway citados por Solórzano, 2007).

En la emergencia el coleóptilo queda expuesto a la luz solar. Se detiene la elongación del mesocótilo. En este momento, el punto de crecimiento de la planta (ápice del tallo) es de 2.5 a 3.8 cm sobre la superficie del suelo. El sistema nodal radical se inicia aproximadamente en la etapa de germinación y emergencia (Ve), y el primer grupo (espiral) de nudo radical inicia su elongación desde el primer nudo durante V1 hasta R3, después de lo cual el crecimiento radical es muy limitado (Ritchie y Hanway citados por Solórzano, 2007).

En esta etapa la planta se sustenta de las reservas de la semilla, pasando después a una fase de transición en la que la energía procede tanto de las reservas del endospermo de la semilla como la fotosíntesis de la joven plántula. Los factores ambientales que actúan principalmente en esta fase son: temperatura, suministro de agua y oxígeno (López, 1991).

Etapa V3: tercera hoja: En esta etapa se inicia la fase autótrofa en la que sus necesidades energéticas son satisfechas totalmente por la fotosíntesis, siendo suficiente la implantación del sistema radicular para asegurar su alimentación hídrica y mineral de la planta (López, 1991).

Se observan tres hojas emergidas (hojas con lígula), lo mismo que para las subsecuentes etapas V. en este momento, el ápice de la planta (punto de crecimiento)

está debajo de la superficie del suelo, ya que la elongación ocurrida en el tallo ha sido muy pequeña, los pelos radicales están creciendo desde el nudo radical y el sistema del crecimiento del sistema seminal en los hechos ha cesado. Todas las hojas y la espiga que producirá la planta han iniciado su formación ahora (Ritchie y Hanway citados por Solórzano, 2007).

Etapa V5: quinta hoja: En esta etapa se complementa el inicio de la formación de la mazorca y comienza una microscópica inflorescencia masculina (espiga o panoja) en el ápice del tallo que se observa solo con el uso del microscopio. El inicio de la espiga en el ápice del tallo esta justo debajo o al nivel de la superficie del suelo (Ritchie y Hanway citados por Solórzano, 2007).

Etapa V6: sexta hoja: El punto de crecimiento y la espiga de maíz están sobre la superficie del suelo, en tanto que el tallo inicia un periodo de rápido incremento en su alargamiento. Las raíces nodales ahora forman la mayor parte del sistema radical, mientras los macollos han alcanzado a desarrollarse a partir de cada uno de los nudos formados debajo de la tierra.

Etapa V7: séptima hoja

Etapa V8: octava hoja: Este es el periodo de rápida formación de hojas. Las hojas novena, décima y undécima han alcanzado su tamaño definitivo pero no han emergido completos. El alargamiento del tallo y el desarrollo de las raíces nodales han roto las dos primeras hojas de la planta, es decir las que se encuentra en la parte inferior. El tallo ha comenzado su rápido alargamiento y el punto de crecimiento esta cinco u ocho centímetros sobre la superficie del suelo. Los entrenudos que se ubicaban por debajo de las hojas séptima, octava y novena se han elongado, mientras los de la quinta y sexta hojas están totalmente alargados. La espiga empieza a desarrollarse con rapidez y el cuarto verticilo de las raíces nodales se está alargando.

Etapa V9: novena hoja: En una planta disectada en esta etapa pueden observarse varios primordios de mazorcas. Un primordio de mazorca (mazorca potencial) podría desarrollar todos los nudos sobre la superficie del suelo, excepto los últimos seis debajo de la inflorescencia masculina. Al inicio, cada primordio de mazorca se desarrolla con mayor rapidez que los meristemas de mazorcas originados en la parte superior del tallo.

Etapa V10: décima hoja: La decimocuarta hoja ha llegado a su tamaño normal pero ha emergido sólo en parte del verticilo. Los entrenudos por debajo de la hoja décima, undécima y duodécima se han alargado. El entrenudo por debajo de la novena hoja ha adquirido su alargamiento total. En este estado se inicia un crecimiento rápido de la espiga. Los primordios de la mazorca se desarrollan en el sexto y octavo nudo sobre el suelo y el primordio de la mazorca más elevada es aun más pequeño que el que está por debajo de ella.

Etapa V11: undécima hoja

Etapa V12: duodécima hoja: El desarrollo de la hoja duodécima esta completo. Las cuatro hojas inferiores se han perdido. El tallo y la espiga crecen con rapidez. Las raíces de anclaje se desarrollan en el primer nudo sobre la superficie. La mazorca superior inicia un rápido desarrollo, etapa en la cual se determina su número potencial de óvulos. De esta manera, se inicia un rápido y casi contante aumento diario de peso seco de la parte aérea de la planta, que continua hasta cerca de la madurez.

Etapa V13: decimotercera hoja

Etapa V14: decimocuarta hoja: El tallo continúa con su alargamiento con rapidez. La espiga esta cerca de su tamaño final. La primera o las primeras dos mazorcas tienen un rápido desarrollo. Los estigmas también, en especial los que están cercanos a

la base de la mazorca. Las raíces de anclaje se incrementan cerca del nudo de la séptima hoja.

Etapa V15: decimoquinta hoja

Etapa V16: decimosexta hoja: La punta de la espiga ha emergido del verticilo. Los entrenudos superiores del tallo se alargan rápidamente. También la primera o las primeras mazorcas superiores están aumentando de tamaño y longitud. Los estigmas de la base de la mazorca se elongan rápidamente. Los estigmas de la base de la mazorca se elongan rápidamente. Las hojas quinta y sexta de la base de la planta pueden perderse.

Etapa R1: emergencia de los estigmas, antes: Las hojas y las espigas emergen por completo en dos o tres días. El alargamiento de los entrenudos ah cesado. El pedúnculo de la mazorca (asta) y las espatas casi han completado su crecimiento. La tusa (coronta olote) y los estigmas crecen rápidamente. Los óvulos se agrandan. Los estigmas del los óvulos cercanos al ápice de la mazorca aun no han emergido. Todos los estigmas continuaran alargándose hasta que sean fecundados.

Etapa R2: estado de ampolla: En esta etapa el raquis (coronta) de la espiga, las espatas y el pedúnculo están desarrollados por completo. El almidón ha comenzado a acumularse en el endospermo y los granos tienden a aumentar de peso con prontitud. El coleóptilo, primera hoja y radícula han sido iniciados en el grano.

Etapa R7: estado pastoso: Tiene como característica que los granos crecen en forma acelerada. Una nueva planta se desarrolla en cada grano. En el eje principal del almidón de una nueva planta se encuentra por completo diferenciado y la cuarta hoja por lo general está presente. El almidón sigue acumulándose en el endospermo. La división celular en la epidermis del endospermo ha cesado.

Etapa R8: comienzo de la dentación: El crecimiento del embrión de una nueva planta es rápido. En él la radícula y las hojas embrionales se encuentran diferenciadas por completo, en tanto que las raíces seminales se han iniciado. El aumento en el tamaño del endospermo después de este estado se debe en mayor medida a un incremento en el tamaño de las células.

Etapa R9: todos los granos dentados por completo: El embrión se encuentra maduro desde el punto de vista morfológico, con cinco hojas iniciadas. Es el momento en que la acumulación de materia seca en grano pronto cesará.

Etapa R10: madurez fisiológica: La acumulación de materia seca ha cesado; sin embargo, el grano continuará perdiendo humedad después de esta etapa, y las chalas y algunas hojas perderán su firme color verde.

Exigencias Edafoclimáticas y su Efecto Sobre las Distintas Fases del Crecimiento

Temperatura

El maíz exige un clima relativamente cálido, la mayoría de las variedades se cultivan en regiones de temporal, de clima caliente y clima subtropical húmedo, pero no se adaptan a regiones semiáridas (López, 1991).

La germinación es afectada por la temperatura, el umbral térmico oscila entre 8 y 12 °C, según propiedades germinativas de la semilla. La siembra se inicia cuando el promedio de la temperatura del aire alcanza de 12 a 14 °C, la germinación y la emergencia tiene lugar cuando la temperatura óptima es de 20 a 22 °C. La velocidad de la elongación de la radícula y del coleóptilo es máxima alrededor de los 30 °C y puede cesar a las temperaturas de 9 y 40 °C. La emergencia del maíz se produce del octavo al

décimo día cuando la temperatura media es de 16 a 18 °C, haciéndolo a los 18 a 20 días cuando aquella es de 10 a 13 °C. Si el suelo está húmedo y la temperatura media está próxima a los 21 °C la emergencia puede ocurrir en 5 o 6 días (López, 1991., SEP citado por Cañaverall, 1999).

Las temperaturas de -1 a -2 °C pueden dañar las hojas sin provocar la muerte de la planta. El ápice vegetativo tiene mayor protección al estar bajo tierra hasta el estado de 6 hojas; es decir, estas hojas mueren, posteriormente después de la helada la planta puede continuar su desarrollo. La temperatura optima de crecimiento de los tallo y la mayor velocidad de elongación foliar tiene lugar entre 25 y 35 °C (Aldrich y Leng citados por López, 1991). Estos mismo autores reportaron en 1974 que las temperaturas bajas (5 a 15 °C) durante la noche, seguida de mañanas claras y soleadas, dan lugar a manchas irregulares de color gris claro o planteados en ambas caras de las hojas orientadas al este.

El crecimiento de las raíces está fuertemente influido por la temperatura, registrándose valores muy débiles por debajo de los 10 a 15 °C y máximos alrededor de los 30 °C. La temperatura juega un papel importante en el número y la ramificación de las raíces adventicias. Estas son mas ramificadas a temperaturas altas, lo que se traduce a una disminución de su diámetro medio, estimándose que a 20 °C el número de raíces laterales es máximo y comienza a descender su diámetro (López, 1991).

Para una buena producción de maíz, la temperatura debe oscilar entre 20 a 30 °C y la floración de 21 a 30 °C. Durante la época de formación de granos, las temperaturas altas tienen a inducir una maduración temprana, con el calor aumenta la transpiración de las plantas, lo que hace se formen con cierta rapidez los elementos que la constituyen (SEP citado por Cañaverall, 1999).

Altitud

En los trópicos, el maíz crece desde el nivel del mar hasta elevaciones cercanas a los 4,000 msnm, la altura en que se cultiva se manifiesta una variación en el porte de la planta, el nivel de inserción de las mazorcas, en el tallo y el tamaño de las mazorcas. A baja o mediana altura sobre el nivel del mar, las plantas alcanzan alturas de tres o más metros, mientras que a grandes altitudes las plantas apenas llegan al medio metro de altura (SEP citado por Cañaverall, 1999).

Fotoperiodo

El maíz germina sin problema en la obscuridad, para su crecimiento requiere el máximo de sol, en cuanto la floración, el maíz es una planta de días cortos, florece rápido durante los días cortos. Sin embargo, los mayores rendimientos se obtienen con 11 o 14 horas luz por día, o sea cuando el maíz florece tardíamente (SEP citado por Cañaverall, 1999).

La inducción floral del maíz es compleja. Los días cortos y las temperaturas frescas favorecen una fuerte inducción floral, propiciando la floración femenina, por lo que los estigmas se encuentran receptivos antes de la dehiscencia de las anteras, a este acontecimiento se le denomina “protoguinea”. Los días largos y las temperaturas cálidas retrasan la inducción de la flor femenina, y favorecen el desarrollo de la flor masculina, cuando ocurre esto se le denomina que es una planta “protandra” (López, 1991).

Humedad

La condición ideal de humedad del suelo para el desarrollo del maíz, es el estado de capacidad de campo la cantidad de agua durante la temporada de crecimiento no debe ser menor de 300 mm, las plantas jóvenes manifiestan enrollamiento y apariencia opaca en las hojas superiores. En las plantas adultas la deficiencia hídrica retrasa la floración y falta de coordinación entre la emergencia de los estilos y la liberación del polen,

obteniendo mazorcas con menos granos, con la escases hídrica se produce deficiencia de nitrógeno, aunque se haya aplicado este., así mismo, la cantidad optima de lluvia es de 550mm, la máxima de 100mm., las variedades precoces necesitan menos agua que las tardías (López, 1991., SEP citado por Cañaverl, 1999).

Igualmente el encharcamiento prolongado, por más de 24 horas, puede llegar a reducir el rendimiento de la producción desde un 14 porciento hasta el 30 porciento, si existe un nivel bajo de nitrógeno en el suelo, cuando éste es alto la reducción del rendimiento es menor (López, 1991).

Viento

Las impurezas del aire causan pérdidas ya que dañan en forma visible las hojas o limitan el crecimiento de las plantas, el maíz dulce es más susceptible a las impurezas del aire y a gases como el ozono, los fluoruros, cloruros y el dióxido de azufre. En áreas con vientos fuertes, se deben cultivar variedades enanas o se deben construir rompevientos. Los vientos calientes y secos provocan la desecación de los estigmas, provocando que los estigmas pierdan su receptividad (SEP citado por Cañaverl, 1999).

Suelo y salinidad

El maíz necesita de suelos profundos y fértiles para obtener una buena producción, el suelo de textura franca es preferible para el maíz, el cual, le permite un buen desarrollo del sistema radical, con una mayor eficiencia de absorción de la humedad y de los nutrientes del suelo, además permite una buena penetración de las raíces para un buen anclaje, evitando el acame. Los suelos con estructura granular proveen un buen drenaje y retienen poco el agua, son preferibles los suelos con alto contenido de materia orgánica. Se obtiene una buena producción cuando la alcalinidad y acidez del suelo esta balanceada, el pH óptimo se encuentra entre 6 y 7. El maíz se

considera medianamente tolerante a los contenidos de sales en los suelos o en las aguas de riego, las sales retrasan la germinación de las semillas, alterando la emergencia. Un contenido de sales totales solubles de 0.5 por ciento en el suelo, o bien 15.3 g/l en la solución del suelo impiden normalmente el desarrollo del maíz, cuando dichas concentraciones alcanzan de 1.1 a 1.15 por ciento ó 43 a 44 g/l, respectivamente las plantas mueren. Se menciona que la disminución en el desarrollo de las plantas, clase y concentración de las sales en la zona radicular, durante la exposición de las raíces en sales y parte de las raíces que quedan más expuestas a la acción de éstas. En este sentido, la parte superior de las raíces es la más susceptible a los efectos de las sales (SEP citado por Cañaveral, 1999).

El suelo puede retrasar la emergencia un día por cada 2.6 cm de aumento de la profundidad de siembra (López, 1991).

Heredabilidad de Caracteres

La heredabilidad se define como la fracción de la varianza fenotípica total de una población segregante atribuida a los efectos genéticos aditivos (Lush citado por Oyervides, 1979). Posteriormente este mismo autor (1949), señala que en general los controlados por pocos genes presentan valores mayores de heredabilidad que los controlados por muchos genes.

Se ha reportado que durante la domesticación de la especie de maíz se han acortado los periodos a floración, los periodos de floración y se ha establecido la protandra. Se ha reducido el número de espigas, el número de mazorcas y el número de semillas por plantas se han reducido bajo domesticación y, por consiguiente, el rendimiento por planta, mientras que el número de surcos y semillas por mazorcas se ha incrementado. Los factores ambientales como la fertilización del suelo y la competencia

de malezas han afectado principalmente los caracteres de la planta en las poblaciones silvestre (teocintle), en tanto que en las poblaciones de maíz tales efectos ocurren sobre los caracteres de la mazorca. Puestos que dichos órganos no están muy ligados con la producción de semilla por planta, se deduce que los caracteres más afectados por el ambiente son, a su vez, los más relacionados con la supervivencia de la especie (Miranda, 1977; Canales y Miranda, 1984).

En la variedad de maíz Sactux se hizo un estudio de la cobertura de mazorca, dada la importancia que tiene en la protección contra la infestación de insectos de los granos almacenados. Se estimaron las hereditabilidades de varios caracteres de la cobertura de la mazorca y sus correlaciones genéticas y fenotípicas. Los resultados indicaron que los caracteres estudiados son heredables en grado medio a alto. Un ciclo de selección combinada simultánea para rendimiento y una reducción de la distancia apical de la mazorca, dada la correlación negativa existente entre estos caracteres. Se discute la posibilidad de mejorar la cobertura de la mazorca sin que haya una reducción del rendimiento (Mejía, 1983).

En estudios del efecto de la selección masal para altura de mazorca, sobre la altura de la planta, rendimiento y otros caracteres de planta y mazorca en las variedades de maíz, Criollo de Ixtacalco y V-7. A partir de las variedades originales, se hicieron seis ciclos de selección masal divergente para la altura de la mazorca, esta selección resultó efectiva para separar dos poblaciones: una de mazorca alta y otra de mazorca baja. La altura de la planta resultó positivamente correlacionada con altura de mazorca. La altura de la mazorca resultó negativamente correlacionada con el rendimiento de grano en los sintéticos de mazorca alta y positivamente correlacionadas en el sintético de mazorca baja (Rivera, 1972).

En estudios de poblaciones de F_2 y F_3 provenientes de tres híbridos CI21 x NC7, NC34 x NC45 y NC16 x NC18 para los siguientes caracteres: Altura de planta, altura de mazorca, longitud de la vaina, escala de la vaina, número de mazorca, longitud de la

mazorca, ancho de la mazorca y rendimiento. Se encontró la evidencia de que los caracteres de altura de planta y de mazorca, están determinados por genes sin dominancia o muy pequeñas, número de mazorca, longitud de mazorca y escala de cobertura, muestran genes con dominancia parcial; longitud de cobertura y diámetro de mazorca son controlados por genes con dominancia completa, mientras que rendimiento, muestra genes con sobre-dominancia (Robinson, Comstock y Harvey, 1949).

Se han observado la respuesta a la selección para resistencia al acame, después de seis y siete ciclos de selección recurrente divergente. Las plantas resistentes al acame presentaron resistencia a la punción, tallos más fuertes, proliferación de raíces, altura de mazorca más corta y una producción reducida de granos (Thompson, citado por García, 1998). Durante el estudio el autor uso un estricto criterio de selección y solo seleccionó plantas erectas, señalando que esto contribuyó a la estimación de la máxima correlación entre acame de tallo, acame de raíces y características agronómicas pero que esta estricta selección causó una reducida producción de grano.

Se han realizado estudios con híbridos simples enanos de hojas erectas e híbridos con hojas normales, de donde se encontraron que los híbridos que portaban el gen para hojas erectas produjeron 40 por ciento más de rendimiento que los híbridos con hojas normales. Se observaron también, que al arreglar mecánicamente las hojas de arriba de la mazorca en posición erecta, los rendimientos eran mayores que el producido por el mismo híbrido en su estado normal. Por lo que dedujeron que el ángulo de la hoja afecta directamente la penetración de la luz en follaje compacto, debido a que las hojas superiores interceptan en mayor proporción la radiación solar, impidiendo de esta manera que la energía lumínica llegue con la misma intensidad a las hojas medias e inferiores de la planta (Pendleton *et al.*, 1968).

Se ha determinado que los bajos rendimiento de los maíces raquíuticos es debido en parte a que estos poseen hojas más anchas que lo normal y que se agrupan en la zona más próxima del jilote impidiendo de esta manera que el polen llegue libremente a los

estigmas para una buena fecundación, por lo que se presentan mazorcas con pocos granos (Katta y Castro, 1970; Poey, 1973). A la vez estos investigadores concluyen que la selección de plantas con hojas erectas, angostas y de espigas pequeñas, pueden contribuir a un mayor rendimiento de las plantas.

Efectos del Sistema de Siembra en la Producción por Planta

Se han reportado estudios sobre los efectos de tres poblaciones de plantas (39,550 plantas/ha; 49,420 plantas/ha y 59,300 plantas/ha) bajo tres espaciamientos de surcos dentro de cada densidad durante dos años (1959 y 1960), utilizando cruces simples de maíz. Los autores concluyeron que la máxima producción se obtuvo en la densidad de 49,420 plantas/ha y 39,550 plantas/ha en 1959 y 1960, respectivamente. La disparidad en producción, número de plantas estériles (sin jilote) y los intervalos de maduración del polen entre años lo atribuyeron a la humedad de suelo (Woolley *et al.*, 1962).

Se ha reportado los efectos de cuatro materiales híbridos bajo densidades de 30,000; 45,000 plantas/ha; 60,000 plantas/ha y 75,000 plantas/ha en cada uno de los cuatro espaciamientos utilizados de 50, 65, 80 y 95 cm entre surcos. Los espaciamientos no afectaron la producción de grano; sin embargo, cada incremento en la población produjo un aumento sustancial en la producción de grano. La respuesta de producción entre variedades definidas significativamente al incrementarse la población de plantas. Los híbridos altos y de maduración más tardía se adaptaron mejor a la competencia en altas densidades de plantas que los híbridos precoces (Giesbrecht, 1969).

Se ha determinado en el híbrido tardío Pioneer 309B los efectos de la distancia entre surcos (53 y 103 cm) y dosis de nitrógeno, sobre el área foliar e índice por área foliar por planta. El índice de área foliar se incrementó linealmente cuando la población

de plantas de maíz se incrementó de 34,500 plantas/ha a 69,000 plantas/ha. Sin embargo, el área foliar por planta se redujo conforme la densidad se incremento. La dosis de nitrógeno de 112 a 280 kg/ha y la anchura de surco no tuvieron efecto sobre el área foliar por planta ni sobre el índice foliar. El rendimiento del grano por hectárea de híbrido no fue afectado por el espaciamiento entre surcos, excepto bajo condiciones de sequia donde el espaciamiento de 53 cm dio mayores rendimientos que el espaciamiento de 103 cm. Los más altos rendimiento de grano se obtuvieron con 280 kg de nitrógeno y una densidad de 51,750 plantas/ha (Núñez y Kamprath, 1969).

En la evaluación de cinco híbridos precoces de maíz en surcos de 41 y 91 cm con poblaciones de 48,000 plantas/ha; 62,000 plantas/ha y 72,000 plantas/ha. Se reporta que los cinco materiales evaluados se comportaron similarmente de acuerdo a su densidad de población y distancia entre surcos, es decir, la producción de grano y área foliar se incrementa a medida que aumenta la población. A la vez se reporta que los híbridos precoces son los mejores para la producción normal, indican también que son pocos los que producen altos rendimiento (Hunter *et al.*, 1970).

Se realizaron estudios con 10 híbridos de maíz (precoz, intermedio y tardío) durante tres años en tres localidades con el objeto de observar los efectos de población y distancia entre surcos. La producción de grano se incremento a medida que se redujo la distancia entre surcos en los híbridos tardíos sembrados en altas densidades de población. En forma general el peso de la mazorca se incremento al decrecer la anchura del surco y la población de plantas, aumentando a la vez el período de maduración (Lutz *et al.*, 1971).

Para determinar la producción de grano y materia seca en maíz, se compararon tres espaciamientos entre surcos (51, 76 y 102 cm); se utilizó un híbrido precoz, un intermedio y un tardío bajo una densidad de 54,000 plantas/ha y 69,000 plantas/ha, la producción de grano se incrementó en 7.3 y 4.4 por ciento para los espaciamiento de 51 y 76 cm, respectivamente con el espaciamiento de 102 cm. Así mismo la materia seca en

el mismo orden anterior fue de 5.0 a 3.4 por ciento. Los autores concluyeron que la máxima producción de grano se obtiene con híbridos intermedios y en los surcos más angostos (Stivers *et al.*, 1971).

Durante tres años, fueron sembrados tres materiales híbridos de maíz (precozes, intermedios y tardíos), en dos fechas (a principios de mayo y últimos junio) se compararon tres espaciamientos entre surcos (51, 75 o 102 cm) y crecidos con o sin riego. Las producciones del grano eran perceptiblemente más altas en las parcelas de surcos angostos donde la humedad no se limitaba. El retraso de la siembra redujo la producción de grano, el material híbrido tardío tuvo un rendimiento más alto. La interceptación ligera tendió para disminuir con aumento en el espaciamiento de la fila. En un segundo ensayo durante 3 años en Oakes, Dakota del Norte, un material híbrido tardío fue crecido con la irrigación en la fila 51 y 102 cm de separado, los surcos se orientaron Norte-Sur y Noreste-Sureste o en un patrón equidistante. La orientación de la fila no tenía ningún efecto en la producción del grano pero las producciones del grano eran en el espaciamiento equidistante de la orden filas de 51 cm las filas de 102 cm (Sayfekar, 1983).

Los estudios de maíz (*Zea mays*), sobre distancias de plantación y densidades de poblaciones, se ha utilizado durante muchos años para aumentar la producción de maíz. En 1998 y 1999, maíz de temporal se cultivó en 38, 56, y 76 cm de distancias de plantación y en tres densidades de población de 59300 plantas/ha, 72900 plantas/ha y 83900 plantas/ha en Michigan. Se aplicó Glufosinato (0.29 kg/ha) a *Chenopodium album* L. a 5 cm de altura de la maleza en cada parcela. La población de maíz y la distancia entre surcos no influyó en la aparición de malezas después de la aplicación de glufosinato. La producción común de la biomasa y de semilla de *C. album* L. fue reducida cuando estaba crecida debajo de los pabellones de maíz plantados en las poblaciones que excedían 72,900 plantas/ha. La biomasa común del *C. album* L. fue reducida cuando los espaciamientos de las filas pasó de 76 a 38 cm. A principios de la temporada de crecimiento la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa

(PAR) de maíz se incremento cuando los espaciamentos de los surcos disminuyeron, pero las diferencias no eran evidentes más tarde de la temporada de crecimiento. Intercepción de PAR fue similar durante toda la temporada, cuando las poblaciones de maíz superaron 72,900 plantas/ha. Los rendimientos del maíz no fueron afectados por la distancia entre surcos, sino se incrementaron con las poblaciones de maíz arriba de 72,900 plantas/ha (Brent *et al.*, 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de Área General

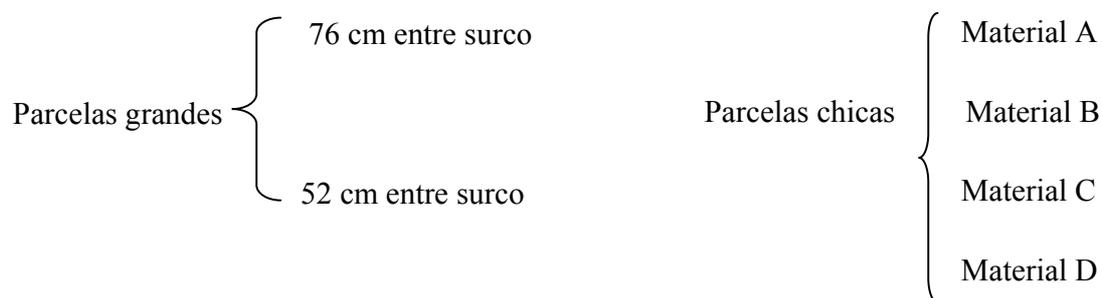
Esta investigación se llevó a cabo en la localidad Tierra fría, en el municipio de Cortázar, Guanajuato, México, bajo la supervisión del Departamento de Investigación de la Producción, de la empresa de Monsanto, durante el periodo primavera-verano, del 20 de mayo al 20 de noviembre de 2007.

Tierra Fría se encuentra situada a una latitud de 20° 27' Norte, a una longitud de 100° 02' Oeste y una altura de 1,720 msnm. El clima que predomina en el municipio es semicálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 19.3 °C, siendo la mínima de 1.1 °C y la máxima de 36.2 °C. La precipitación pluvial promedio es de 630 mm anuales.

Monsanto, planta Bajío se encuentra ubicado en la carretera panamericana km 293, del municipio de Villagrán, Gto. A una latitud de 20° 31' Norte, una longitud de 101° 00' Oeste y una altura sobre el nivel del mar de 1,730 m.

Diseño Experimental

Para evaluar los efectos de ancho de 52 y 76 cm entre surco en cuatro materiales híbridos de maíz para producción de semilla híbrida, se utilizó un diseño de parcelas divididas, estableciéndose los siguientes tratamientos:



Cada tratamiento estuvo representado por cuatro repeticiones como se presentan en la figura 3.1.

Cada repetición se representó con 24 surcos de la cuales 18 surcos comprendían al progenitor hembra (F1) y 6 surcos al progenitor macho (Línea); es decir 6:2, alternado tres hilas de progenitor hembra, dos hilas de progenitor macho y tres hilas de progenitor hembra, cada surco con una longitud de 15 m, se dejó una calle de un metro entre bloques, tal y como se muestra en el cuadro siguiente.

Material Genético

Las semillas de los progenitores F1 y Línea de los cuatro materiales, fueron facilitadas por el Departamento de Investigación de la Producción de la empresa Monsanto.

Operaciones de Campo

Preparación del terreno y siembra

La preparación del terreno se llevó a cabo de la manera acostumbrada por el agricultor de la región y consistió en barbecho, rastra y surcado.

La siembra de los progenitores se realizó de acuerdo al Split de siembra recomendado por el Departamento de Investigación de la Producción de la empresa Monsanto (Cuadro 3.1). El concepto Split se refiere al estado de desarrollo en el que se siembran cada uno de los progenitores lo cual los progenitores son sembrados en diferentes fechas con el fin de sincronizar las fechas de floración femenina y masculina. La siembra se realizó mecánicamente con una sembradora experimental, ajustando la sembradora para cada distancia entre surcos (52 cm y/o 76 cm).

Unidades Calor: se mide de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$UC = \frac{Temp.Max. + Temp.Min.}{2} * 10$$

Donde:

UC: son las unidades calor acumuladas

Temp. Max. = Temperatura máxima del día

Temp. Min. = Temperatura mínima del día

10 = Constante, temperatura mínima crítica del maíz

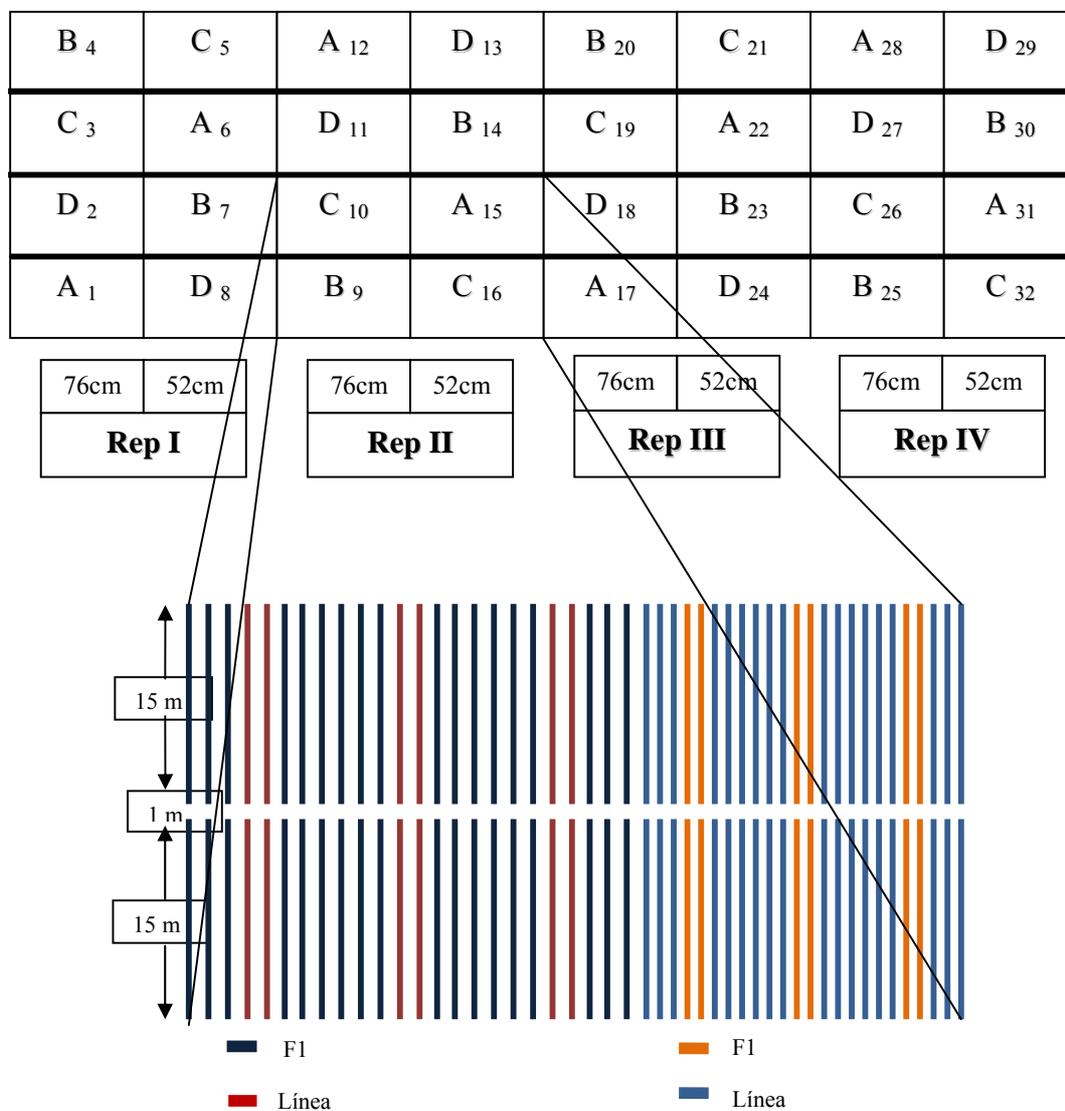


FIGURA 3.1: Croquis de distribución de los materiales en campo

CUADRO 3.1: Split de siembra de los progenitores.

H	Split de siembra			UC			Fechas de siembra			Población/ha.	
	♀	♂ ₁	♂ ₂	♀	♂ ₁	♂ ₂	♀	♂ ₁	♂ ₂	♀	♂
A	AT	3/4E	EC	0	50	90	22/05/07	27/05/07	29/05/07	85,625	87,500
B	V1.5	AT	1/2E-3/4E	120	0	35	06/06/07	22/05/07	26/05/07	85,625	87,500
C	IE	AT	1/2E-3/4E	75	0	35	28/05/07	22/05/07	26/05/07	85,625	87,500
D	IE	AT	1/2E-3/4E	70	0	35	28/05/07	22/05/07	26/05/07	85,625	87,500

- ✦ A tiempo (AT): Se identifica al material que se siembra primero.
- ✦ ¼ Emergencia (¼ E): Es cuando la plúmula ha alcanzado ¼ de desarrollo a partir de la profundidad a la que fue sembrada la semilla de la superficie del suelo.
- ✦ ½ Emergencia (½ E): Es cuando la plúmula a alcanzado ½ desarrollo a partir de la profundidad a la que fue sembrada la semilla de la superficie del suelo.
- ✦ ¾ Emergencia (¾ E): Es cuando la plúmula a alcanzado ¾ desarrollo a partir de la profundidad a la que fue sembrada la semilla de la superficie del suelo.
- ✦ Inicio de emergencia (IE): es cuando comienza a puntear o notarse algunas plúmulas emergiendo sobre la superficie del suelo.
- ✦ Emergencia completa (EC): es cuando se observa la mayoría de las plúmulas emergidas sobre la superficie del suelo.
- ✦ Etapa vegetativa (V₁...V_n): Es cuando se observa completamente formado el anillo auricular de la hoja.
- ✦ Primera hoja y media (V1.5): es cuando la primer hoja esta completa y se ve la mitad de la segunda hoja.

Actividades agronómicas

Durante la etapa vegetativa del cultivo se realizaron las actividades agronómicas pertinentes, para que este tuviera un buen desarrollo del cultivo y llevarlo a la producción del mismo.

La fertilización se llevó a cabo con la formula 290-90-30 en fracción: la mitad del nitrógeno y todo el fosforo cuando las matas tenían una altura de medio metros, y la otra mitad cuando estaba a un metro y treinta centímetros. Se aplicó fertilizante foliar (Maíz-fol.) para acelerar el crecimiento, a la vez se aplicó Propiconazol (THIL) para corregir los daños a las líneas a causa al exceso de humedad.

El experimento se mantuvo en lo posible libre de malezas, para lo cual hubo necesidad eliminarlas manualmente, así como la aplicación de Atrazina (Calibre 90) y Oxifluorfen (Goal 2XL).

Durante el ciclo vegetativo y reproductivo del cultivo, se estuvo monitoreando la presencia de plagas, por lo que fue necesario aplicar permetrina (Zebra 86 granulado) y clorpirifos etil (Disparo) para controlar los daños de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* y del gusano elotero *Heliothis zea*.

Cuando el cultivo alcanzó una altura entre 40 y 60 cm se realizó la labor de aclareo o arrale, esta actividad que consiste en eliminar las plantas que sobran de acuerdo a la densidad que se recomienda para cada material, dejando una distribución uniforme de las plantas.

Al alcanzar la etapa de espiga, se realizó la actividad de des-espigue para los progenitores hembras, esta actividad se realizó manualmente eliminando la flor

masculina con un máximo de 3 hojas por espiga del progenitor hembra. Esta actividad se realizó para evitar la autopolinización de la hembra.

Toma de Datos Agronómicos

Período de floración de los progenitores

Se tomaron cuatro muestras de 25 plantas tipos de cada progenitor (100 plantas de cada progenitor hembra, macho 1 y macho 2), se evitó tomar plantas que se encontraban en la orilla de las melgas.

- ✦ Para las hembras se inició la toma de datos cuando se observaron los primeros estigmas con 2 cm de longitud anotándose el número de plantas que se encontraban receptivas.
- ✦ Para los machos se inició la toma de datos cuando empezó la emisión de polen, anotándose el número de plantas que se encontraban tirando polen.

La toma de datos de floración se realizó cada dos días después de la primera lectura para ambos progenitores. Con estos datos se obtuvo el periodo de floración para ambos progenitores.

- ✦ Altura de estigma (AEST): Se midió en cm desde la superficie del suelo hasta donde se encuentran los estigmas en la floración. Se obtuvo el promedio de 10 plantas solo en F_1 .

- ✦ Altura de planta (APL): Se midió en cm desde la superficie del suelo hasta la base de la última lámina foliar, viendo desde la orilla del surco. Se obtuvo el promedio de 10 plantas de F₁.
- ✦ Altura de mazorca (AMZ): Se midió en cm desde la superficie del suelo hasta la base del entrenudo de la mazorca. Se obtuvo el promedio de 10 plantas de F₁.

Datos de pre-cosecha y post-cosecha

Se realizaron muestreos de 3 mazorcas cada 5 días a partir de que la mazorca se encontraba en estado de grano masoso y hasta que los materiales estaban entre 30 y 35 por ciento de humedad, se desgranaron la parte media de las mazorcas para medir el por ciento de humedad de las semillas para obtener la relación entre días a cosecha.

Se cosecharon 6 surcos de 5 m de longitud de la parte central de una melga (parte más homogénea), se tomó una muestra de 10 mazorcas de las cuales se registraron los datos de post-cosecha:

- ✦ Cobertura de mazorca (COMZ): Se califica de 1 a 3
 1. La punta del totomoxtle pasa más de 3.5 cm la punta de la mazorca
 2. El totomoxtle cubre totalmente la mazorca hasta 2cm de la punta de la mazorca
 3. El totomoxtle no alcanza a cubrir la mazorca (se ven los granos)
- ✦ Número de hojas por mazorca (HO/MZ).
- ✦ Número de hileras por mazorca (HIL/MZ).
- ✦ Número de semillas por hilera (S/HIL).

- ✦ Longitud de mazorca (LONMZ) en cm.
- ✦ Diámetro de la mazorca (DIAMZ) en cm.

Posteriormente se desgranaron las muestras, y se pesaron en kilogramos (PC) y se tomó el porcentaje de humedad de cada una de ellas (%H). Con estos datos se estimó el rendimiento de semilla en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$) en toneladas, al 12 por ciento de humedad de todos los tratamientos, para esto se multiplicó el peso seco (PS) por el factor de conversión (FC), cuyas formulas son las siguientes:

$$PS = \frac{(100 - \%H)}{100} \times PC$$

Donde:

%H = porcentaje de humedad de la muestra

PC = Peso de la muestra cosechada

$$FC = \frac{10\ 000\ m^2}{APU \times 0.88 \times 1000}$$

Donde:

FC = Factor de conversión para expresar el rendimiento en toneladas por hectárea de semilla al 12 por ciento de humedad.

APU = Área de parcela útil.

0.88 = Constante para obtener el rendimiento al 12 por ciento de humedad.

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

10 000 m^2 = Valor correspondiente a la superficie de una hectárea en m^2 .

Se tomó una muestra de un kg. de cada repetición y se realizaron las pruebas de Grading, la cual consiste en separar las semillas en diferentes tamaños con cribas de diferentes medidas (CUADRO 3.2). Estas medidas se muestran en la tabla 4.5.

Posteriormente se pesaron en grs. 1000 semillas (WMS) eliminando las que pasaron por una criba redonda de 17/64 y las que no pasaron la criba redonda de 27/64. De estas 1000 semillas se sacó una muestra de 100 semillas para obtener el porcentaje de semillas sanas (SS).

El presente trabajo fue analizado bajo un diseño bloques completamente al azar dos factores en arreglo factorial bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \beta\gamma_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = Efecto de la media general

α = Efecto de la i-esima repetición

β = Efecto del j-esimo híbrido

γ = Efecto de la k-esima distancia

$\beta\gamma_{(jk)}$ = Efecto de la interacción del j-esimo híbrido en la k-esima distancia

$\varepsilon_{(ijk)}$ = Efecto del error experimental

CUADRO 3.2: Tamaño de semillas.

CRIBAS	TAMAÑO DE SEMILLAS	
CR-PT-13/64 pulg (5.15mm) OBLONGA	PLANO	BOLA
CR-PT-27/64 pulg (10.71 mm)	PGE1	BGE1
CR-PT-25/64 pulg (9.92 mm)	PGE2	BGE2
CR-PT-22/64 pulg (8.73 mm)	PG	BG
CR-PT-19/64 pulg (7.54mm)	PM	BM
CR-PT-17/64 pulg (6.74 mm)	PCH1	BCH1
CR-PT-16/64 pulg (6.35 mm)	PCH2	BCH2
CR-PT-00/64 CIEGA	DP	DB

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las principales observaciones que se derivaron de las gráficas de la fluctuación de la floración de los progenitores de los híbridos, se explican a continuación:

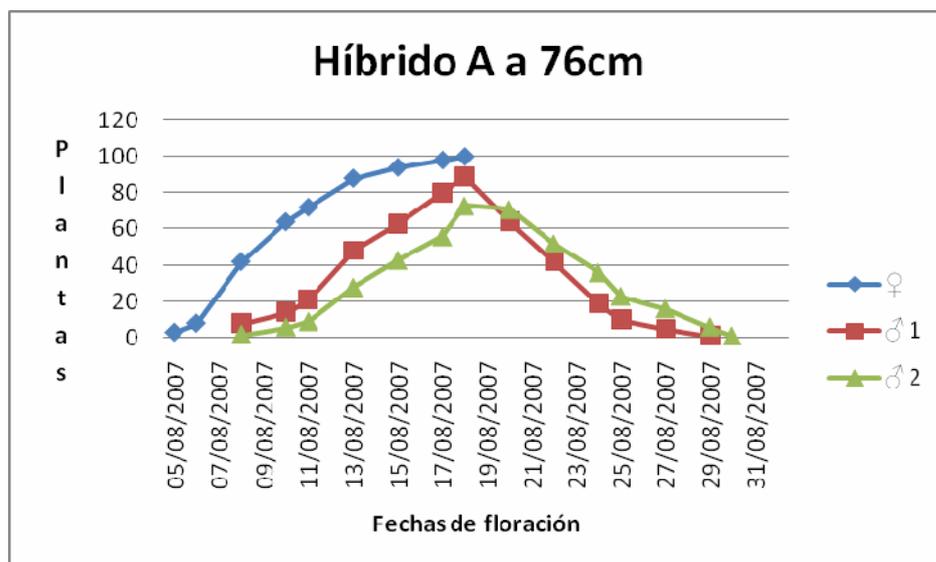
En las gráficas 4.1 y 4.2 se muestra la fluctuación de floración femenina y masculina del híbrido A, se pueden observar que la fluctuación de la floración de los progenitores se comportan de la misma manera en ambas distancias entre surcos, la floración femeninas se adelantó 4 días con respecto a las floración masculina, por lo que se observa un 60 por ciento de receptividad femenina, con un 10 por ciento plantas polinizadoras del primer macho.

En las gráficas 4.3 y 4.4, correspondientes a la fluctuación de floración de los progenitores del híbrido B, se observa, que la distancia a 52 cm. entre surco, la dispersión de polen del primer macho se adelanta 2 días con respecto a la distancia de 76 cm. En la distancia de 76 cm entre surcos, el inicio de polinización del primer macho inicia dos días antes de la floración femenina y la floración masculina del segundo macho. En la distancia de 52 cm entre surcos, el inicio de polinización del primer macho se adelanta 4 días del inicio de la floración femenina y la floración masculina del segundo macho.

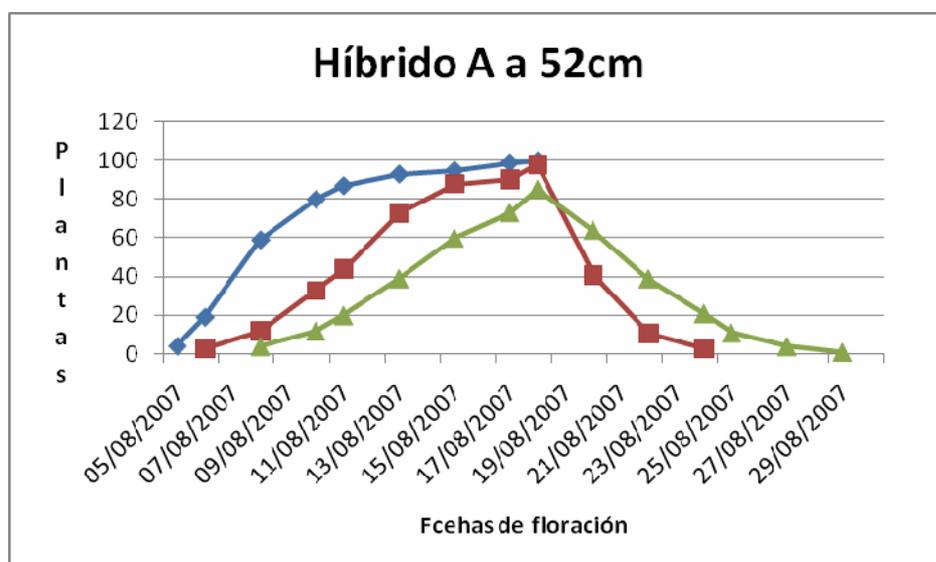
En las gráficas 4.5 y 4.6, correspondientes a la fluctuación de floración de los progenitores del híbrido C, se observa que en ambas distancias entre surcos el inicio de la polinización es en la misma fecha en ambos machos, el inicio de receptividad se retrasa dos días en la distancia de 76 cm entre surcos con respecto a la distancia de 52

cm; el Split de la floración es similar en ambas distancias, la floración femenina queda dentro de las floraciones masculinas.

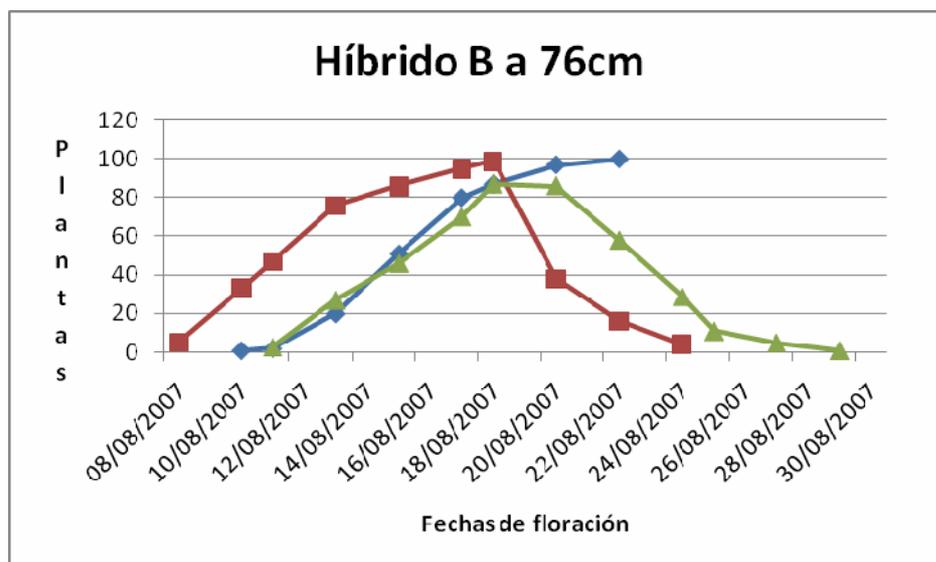
En las gráficas 4.7 y 4.8 correspondientes a la fluctuación de la floración del híbrido D, se observa que el inicio de polinización del primer macho es en la misma fecha para ambas distancias entre surcos. La receptividad de los estigmas se retrasa 2 días en el tratamiento de 76 cm de distancia entre surcos con respecto a la de 52 cm; así mismo, la disposición de polen del segundo macho se retrasa 3 días en el tratamiento de 76 cm entre surco con respecto al tratamiento de 52 cm. de tal manera se observa que el Split de floración femenina queda adentro de la floración masculina.



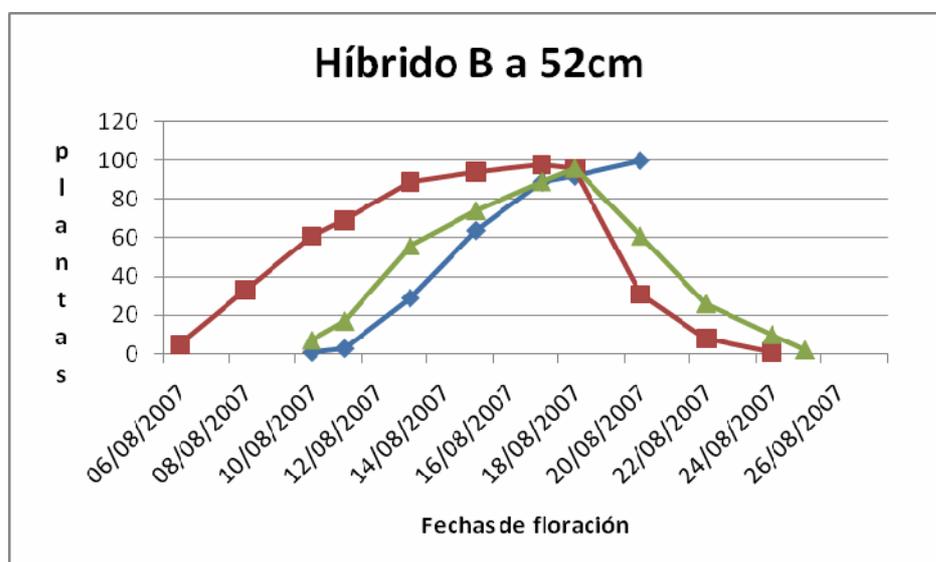
GRÁFICA 4.1: fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “A” sembrado a la distancia de 76 cm entre surcos.



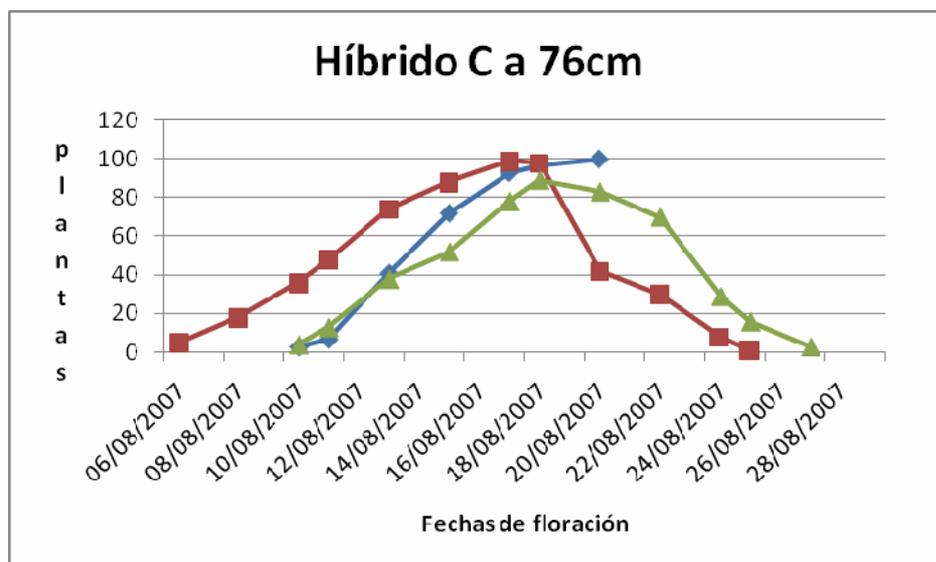
GRÁFICA 4.2: fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “A” sembrado a la distancia de 52 cm entre surcos.



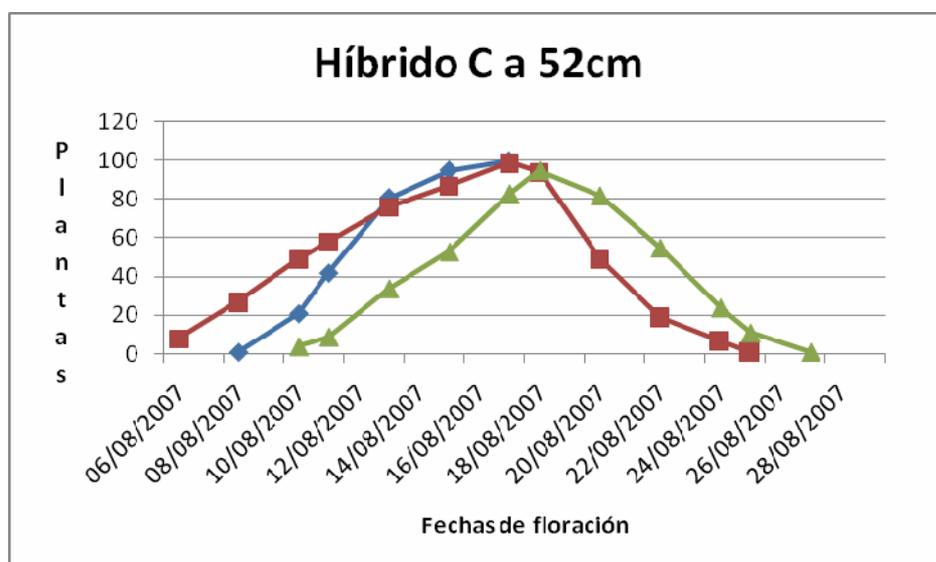
GRÁFICA 4.3: fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “B” sembrado a la distancia de 76 cm entre surcos.



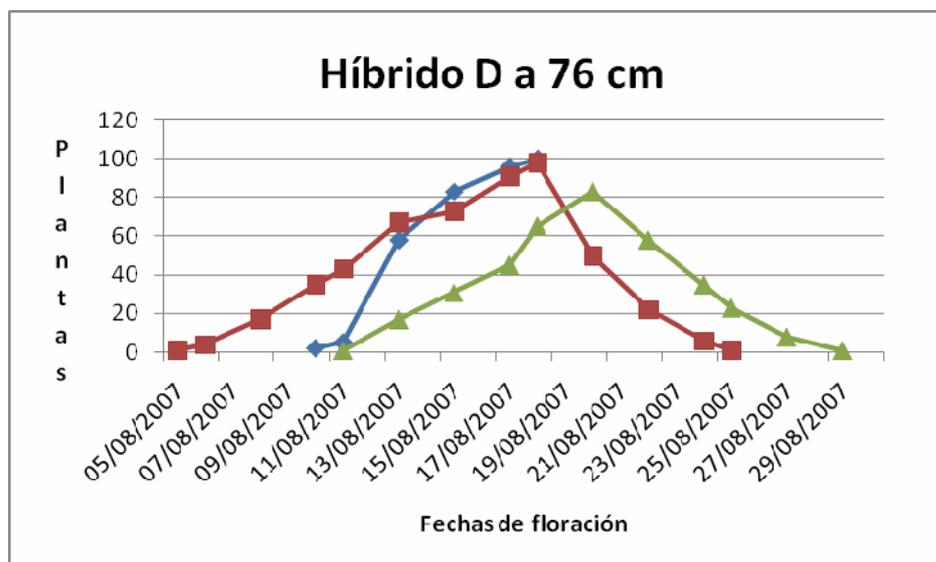
GRÁFICA 4.4: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “B” sembrado a la distancia de 52 cm entre surcos



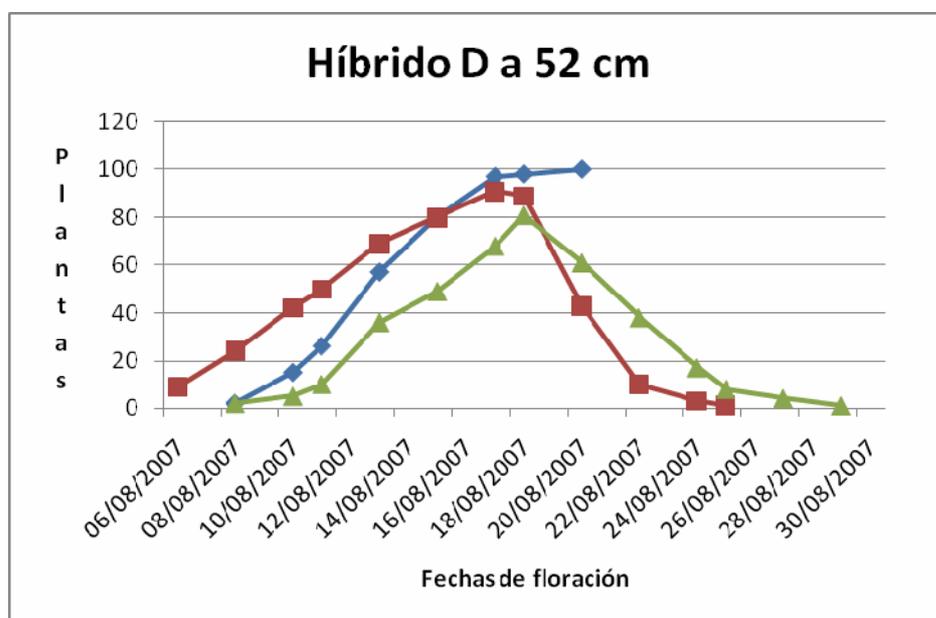
GRÁFICA 4.5: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “C” sembrado a la distancia de 76 cm entre surcos.



GRÁFICA 4.6: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “C” sembrado a la distancia de 52 cm entre surcos.



GRÁFICA 4.7: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “D” sembrado a la distancia de 76 cm entre surcos.



GRÁFICA 4.8: Fluctuación de la floración de los progenitores del híbrido “D” sembrado a la distancia de 52 cm entre surcos.

En el cuadro 4.1 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para los caracteres de hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas útil (PGE2, PG, PM, PCH1, BGE2, BG, BM Y BCH1) evaluados en el experimento. Se pueden observar que la fuente de variación repetición presentó diferencia altamente significativa ($p \leq .01$) para el carácter de rendimiento por hectárea, lo que significa que aun entre repeticiones existen condiciones ambientales diferentes las que fueron detectadas por el diseño experimental al menos en esta variables no siendo así para las restantes.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en la fuente de variación híbrido presentó diferencia altamente significativa ($p \leq .01$) en los caracteres número de hileras de semilla por mazorca y para los diferentes tamaños de semillas, así mismo presenta diferencia altamente significativa ($p \leq .05$) en el rendimiento por hectárea. Lo cual significa que estas diferencias se deben a la variabilidad genética que tiene cada material por lo tanto no comparten los mismos genes, ya que los caracteres de las plantas son modificados por genes monogénicos, oligogénicos y poligénicos (Robinson, Comstock y Harvey, 1949).

En la fuente de variación distancia entre surcos se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq .01$) en los caracteres número de hileras de semilla por mazorca, rendimiento por hectárea y para los tamaños de semilla plano extra-grande2 y bola extra-grande2, para el tamaño de semilla plano grande presentó diferencia altamente significativa ($p \leq .05$), lo cual significa que las condiciones agronómicas afectan al menos estas características agronómicas.

La fuente de variación interacción híbrido x distancia entre surcos, presentó diferencia altamente significativa ($p \leq .01$) en los tamaños de semillas plano chico1 y bola medio.

CUADRO 4.1: Cuadrados medios del análisis de varianza para los caracteres de hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (PGE2, PG, PM, PCH1, BGE2, BG, BM Y BCH1) evaluados en el experimento.

FV	GL	HIL/MZ	S/HIL	t ha ⁻¹	PGE2	PG	PM	PCH1	BGE2	BG	BM	BCH1
R	3	4.175	4.623	9.030**	3.113	5.107	12.069	1.072	2.101	2.111	4.418	0.253
H	3	15.563**	19.618	6.675*	164.343**	2285.974**	2263.297**	358.752**	51.004**	452.496**	70.548**	36.838**
Dis	1	3.187**	0.228	12.222**	7.791**	35.659	78.000*	4.651	16.921**	43.688	1.129	0.092
HxDis	3	0.292	9.840	3.172	4.494	7.837	11.054	19.532**	3.3489	20.722	16.485**	1.163
EE	21	0.484	7.828	2.198	1.421	15.772	17.911	3.277	1.544	13.072	2.957	0.339
CV		4.187	8.601	9.924	27.252	15.815	15.872	29.641	40.712	25.613	12.714	21.066

* Significativo al 5% de probabilidad

** Significativo al 1% de probabilidad

FV= Fuente de Variación

R= Repeticiones

H= Híbridos

Dis= Distancias entre surco

HxDis= Interacción entre híbrido y distancia

EE= Error Experimental

CV= Coeficiente de Variación

GL= Grados de Libertad

En el cuadro 4.2, se presentan las pruebas de medias para híbridos en las características número de hileras de semillas por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaños de semillas, se puede observar que la media del número de hileras de semillas por mazorca fue mejor para el híbrido B y C con 18.125 y 17.438 hileras por mazorca respectivamente, seguido por el híbrido D y A con 15.85 y 15.1 hileras por mazorca respectivamente. Para el número de semillas por hileras se observa que el híbrido A tiene más semillas con respecto a los híbridos D, C y B mencionándose de acuerdo al de mayor número de semillas por hileras. El rendimiento en toneladas por hectárea se encuentra que el híbrido D fue mejor que los demás con un rendimiento de 16.034 t ha⁻¹ seguidos por el híbrido A con 15.285 t ha⁻¹ y el híbrido B con 14.507 t ha⁻¹ y por último el híbrido C con 13.94 t ha⁻¹

Para los diferentes tamaños de semilla, se observó en el tamaño plano extra-grande 2 que el material A tiene mayor rendimiento seguido por el híbrido D con 9.843 y 6.295 por ciento del total de semillas producidas por cada material, con respecto a los materiales B y C con 1.285 y 0.075 por ciento del total de semilla producida por cada material. En lo que respecta al tamaño plano grande, se observó que el híbrido D tiene mayor producción seguido por el híbrido A, posteriormente por el B y C con un rendimiento de 43.694, 34.73, 14.309 y 7.713 por ciento del total de las semillas producidas por material. Como se puede observar en el cuadro el híbrido C resulto ser mejor en la producción de semilla plano medio con 49.073 por ciento, seguido por el híbrido B, D y A con 29.725, 16.456 y 11.399 por ciento del total de las semillas producidas por cada material, a lo que se refiere al tamaño plano chico¹, los materiales tuvieron el mismo orden con una producción de 15.231, 7.019, 1.323 y .858 por ciento del total de la producción de cada material. Para el tamaño bola extra-grande² el material A tuvo mayor rendimiento con 6.041 por ciento seguido por los híbridos B y D con 3.834 y 2.279 por ciento del total de semilla producido por cada material, como se observa en este mismo orden se comportan en la producción de semilla bola grande con un rendimiento por material de 20.779, 17.154, 15.113 por ciento del total de la producción de cada material. En el tamaño bola medio se observa que el material B es

mejor con 17.528 por ciento, seguido por el material C con 14.03 por ciento, posteriormente del A y D con 11.287 y 11.252 por ciento de la producción total de cada material; y por ultimo tenemos que el híbrido C y B tienen mayor rendimiento en el tamaño de semillas bola chica 1 con 4.958 y 4.26 por ciento, y los híbridos A y C se encuentran entre el 0.9 por ciento del total de semillas producida por cada material. Por lo tanto se observo que el híbrido C tiene mejor comportamiento en la producción de semilla en lo que se refiere a tamaños.

En el cuadro 4.3, correspondiente a la prueba de medias para la variable distancia entre surcos, para los caracteres evaluados, se observó que el número de hileras de semilla por mazorca fue mayor para la distancia de 76 cm entre surcos con 16.944 con respecto a la distancia de 52 cm con 16.313; el número de semillas por hileras es similar para ambos tratamiento. El rendimiento en toneladas de semilla por hectárea fue mayor en la distancia de 52 cm entre surcos con respecto a la de 76 cm, esto se debe a que a 52 cm entre surco hay menos competencia entre las plantas, ya que se tiene menos plantas por metro lineal, con respecto al tratamiento de 76 cm entre surcos. Los tamaños de semillas son afectados por las distancias entre surcos, en plano extra-grande2 es mejor la distancia de 52 cm ya que se el numero de semillas extra-grande2 es menor que las producidas a una distancia de 76 cm entre surcos, así mismo se observa que para los tamaños plano grande, plano medio y planos chico1 se observa que la distancia entre surco de 52 cm es mejor que la de 76 cm ya que se incrementa la cantidad de semillas en estos tamaños, a la vez se observa en los tamaños bola extra-grande2, bola grande, bola medio y bola chico1 que la distancia de 52 cm es mejor que la distancia de 76 cm entre surcos ya que al reducir esto tamaños se incrementan los tamaños planos, ya que lo que se busca es la de producir mayor cantidad de semillas planos.

En el cuadro 4.4, correspondiente a la prueba de medias de la fuente de variación Híbrido x Distancia entre surcos, se observó que los cuatro materiales tuvieron mejor comportamiento en la distancia de 52 cm entre surcos la mayoría de las característica agronómicas evaluadas en el experimento.

CUADRO 4.2: Análisis de Medias de la fuente de variación híbrido, para los caracteres de hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (PGE2, PG, PM, PCH1, BGE2, BG, BM Y BCH1) evaluados en el experimento.

H/Var	HIL/MZ	S/HIL	t ha ⁻¹	PE2	PG	PM	PCH1	BGE2	BG	BM	BCH1
A	15.100 ^C	34.513 ^A	15.285 ^{AB}	9.843 ^A	34.730 ^B	11.399 ^D	0.858 ^C	6.041 ^A	20.799 ^A	11.287 ^C	0.937 ^C
B	18.125 ^A	30.725 ^B	14.507 ^{BA}	1.285 ^C	14.309 ^C	29.725 ^B	7.019 ^B	3.834 ^B	17.154 ^{AB}	17.528 ^A	4.260 ^B
C	17.438 ^A	32.163 ^{AB}	13.940 ^B	0.074 ^C	7.713 ^D	49.073 ^A	15.231 ^A	0.055 ^D	3.401 ^C	14.030 ^B	4.958 ^A
D	15.850 ^B	32.713 ^{AB}	16.034 ^A	6.295 ^B	43.694 ^A	16.456 ^C	1.323 ^C	2.279 ^C	15.113 ^B	11.252 ^C	0.913 ^C

CUADRO 4.3: Análisis de Medias de la fuente de variación distancia entre surcos, para los caracteres hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (PGE2, PG, PM y PCH1) evaluados en el experimento.

Dis/Var	HIL/MZ	S/HIL	t ha ⁻¹	PGE2	PG	PM	PCH1	PCH2	BGE2	BG	BM	BCH1
0.76 cm	16.944 ^A	32.613 ^A	14.324 ^B	4.868 ^A	24.056 ^A	25.102 ^B	5.726 ^A	1.166 ^A	3.779 ^A	15.285 ^A	13.713 ^A	2.821 ^A
0.52cm	16.313 ^B	32.444 ^A	15.559 ^A	3.881 ^B	26.167 ^A	28.224 ^A	6.488 ^A	1.086 ^A	2.325 ^B	12.948 ^A	13.337 ^A	2.714 ^A

CUADRO 4.4: Análisis de Medias de la fuente de variación Híbrido x Distancia entre surcos, para los caracteres hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (PGE2, PG, PM y PCH1) evaluados en el experimento.

H	Dis	HIL/MZ	S/HIL	t ha ⁻¹	PGE2	PG	PM	PCH1	BGE2	BG	BM	BCH1
A	76	15.35	35.8	13.780	10.438	32.958	10.11	0.703	7.485	21.855	10.888	0.56
	52	14.85	33.225	16.800	9.248	36.503	12.688	1.012	4.598	19.743	11.688	1.315
B	76	18.35	29.95	14.092	1.11	13.193	29.153	8.33	4.228	16.513	17.105	4.623
	52	17.9	31.5	14.923	1.46	15.425	30.298	5.708	3.44	17.795	17.953	3.898
C	76	17.625	31.225	13.443	0.12	8.075	47.953	12.758	0.063	4.383	16.358	5.345
	52	17.25	33.1	14.437	0.028	7.35	50.193	17.705	0.048	2.42	11.703	4.573
D	76	16.45	33.475	15.990	7.803	41.998	13.193	1.115	3.343	18.39	10.5	0.758
	52	15.25	31.95	16.079	4.7875	45.39	19.72	1.53	1.215	11.835	12.005	1.07

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados inicialmente y en base a los resultados obtenidos se derivan las siguientes conclusiones:

El Split de floraciones femeninas y masculinas es modificado por el manejo agronómico que se realizó durante el estudio.

Se encontró diferencia estadística entre las repeticiones para rendimiento en toneladas de semilla por hectárea.

Hubo diferencias significativas entre híbridos para los caracteres mencionados, esto se debe a la variabilidad genética de cada material. El híbrido D tuvo mejor rendimiento, comparado con los híbridos A, B y C, que tuvieron un rendimiento de 16.0342 ton/ha, 15.2845 ton/ha, 14.5074 ton/ha y 13.9399 ton/ha.

La distancia de 52 cm entre surcos aumentó el rendimiento por hectárea en los cuatro materiales. Las distancias entre surcos no causan un efecto significativo en los tamaños de la semilla.

Se encontró que los cuatro materiales híbridos, aumentan significativamente su rendimiento por hectárea cuando son sembrados a 52 cm de distancia entre surcos, comparado con el rendimiento a 76 cm de distancia, esta diferencia se debe a que a distancias de 76 cm existe un número mayor de plantas por metro lineal con respecto a 52 cm, por lo tanto existe menos competencia entre las plantas a esta última distancia. Por

lo tanto se le sugiere a la empresa productora de semilla, sembrar los materiales a una distancia de 52 cm, esto acorde a la maquinaria agrícola que se utiliza durante el manejo agronómico del cultivo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, J. C. and P. N. Chow. 1963 Phenotypes and grain yield associated with brachytic-2 gene in single-cross hybrids of corn. *Crop Sci.* Vol. 3: 111 - 113.
- Barnhart, John Hendley. *Zea mays* - Wikipedia, la enciclopedia libre. es.wikipedia.org/wiki/Avatí - 67k
- Canales de Suarez, M^a. Cristina y Miranda Colín, Salvador. 1984. Algunos cambios ocurridos en el maíz (*Zea mays* L.) bajo domesticación. *Agrociencia.* Vol. 58: 165-175.
- Cañaveral Galindo J. 1991. Determinación de la Tensión Óptima de Humedad en el Cultivo de Maíz (*Zea mays*) bajo Riego por Goteo en la Región de Anáhuac, Nuevo León. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, Méx. Pág. 12-14
- CCEA, 2000. El Cultivo Del Maíz Para Ensilar; Información Técnica No. 16. Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón (Menorca).
- Chávez Araujo, José Luz. 1990 .Efecto de densidad de población y sistemas de siembra sobre el rendimiento de híbrido superenano (*Zea mays* L.). Tesis M.C. Saltillo, Coahuila. Pag. 3-15.
- Díaz del Pino, A. 1964. El Maíz: cultivo, fertilización, cosecha. Pág. 19 - 33

- García, Moraima y Watson, Clarence E. Jr. 2003. Herencia de la resistencia al acame de raíces en maíz dulce (*Zea mays* L.). Revista UDO Agrícola 3 (1): 24-33
- Giesbrecht, J. 1969. Effect of population and row spacing on the performance of four corn (*Zea mays* L.) hybrids. Agron. J. Vol. 61: 439 - 441
- Hunter, R. B., L. W. Kannenberg, and E. E. gamble. 1970. Performance of five maize hybrids in varying plant populations and row widths. Agron. J. Vol. 62: 255 - 256.
- Katta Y. S. and M. Castro Gil. 1970. Some reasons for the depressed yield in dwarf corns. Maize Genetics New letter.
- Lutz, J. A. Jr., H. M. Camper, and G. D. Jones. 1971. Row spacing and population effects on corn yield. Agron. J. Vol. 63: 12 - 14.
- López B. L. 1991. Cultivos Herbáceos "Cereales". Editorial Mundi-Prensa. Vol. I: 312-391
- Mejía C, José A., Márquez Sánchez, Fidel y Cabarillo, Aquiles. 1983. Cobertura de la mazorca del maíz: heredabilidad y correlación con otros caracteres. Agrociencia. Vol. 54: 111-123.
- Miranda Colin, Salvador. 1977. Evolución de cuatro caracteres del maíz (*Zea mays* L.). Agrociencia. Vol. 28: 73-86.
- Núñez, R. and Eugene Kamprath. 1969. Relations hips between N response, plant population and row width on growth and yield of corn. Agron. J. Vol. 61: 279 - 282.

- Oyervides Garcia, Manuel. 1979. Estimación de parámetros genéticos, Heterosis e índices de selección en variedades tropicales de maíz adaptadas a Nayarit. Tesis M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Pendleton, J. W., G. E. Smith, S. R. Winter, and T. J. Johnston. 1968. Field investigations of the relationships of lead angle in corn (*Zea mays* L.) to grain yield and apparent photosynthesis. *Agron. J.* Vol. 60: 422 - 424.
- Reyes Castañeda, P. 1990. El Maíz y su cultivo. Editorial A.G.T. 1ª edición. México. Pág. 114 – 144.
- Rivera Gómez, j. Antonio, Molina Galán, José y Bucio Alanís, Lauro. 1972. Efecto de la selección masal para la altura de la mazorca sobre otros caracteres en dos variedades de maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia.* Vol. 8: 29-39.
- Robinson, H. F., R. E. Comstock and P. H. Harvey. 1949. Estimates of heritability and degree of dominance in corn. *Agronomy Journal* Vol. 43: 353 – 359.
- Sayfekar, H. 1983, row spacing, planting date, and maturity effects on maize yield and agronomic performance, *Field Crop Abstracts* 1983 vol. 36 No. 2 pag. 24:
- Solórzano Vega, E. 2007. Guías Fenológicas Para Cultivos Básicos. Editorial Trillas. 1ª edición. México. Pag. 54 - 68
- Stivers, R. K., D. R. Griffith, and E. P. Christmas. 1971. Corn performance in relation to row spacing populations, and, hybrids on five soils in Indiana.
- Tharp Brent and J. Kells James. 2001. Effect of Glufosinate-Resistant Corn (*Zea mays*) Population and Row Spacing on Light Interception, Corn Yield, and Common

Lambsquarters (*Chenopodium album*). Weed Growth Technology Vol. 15, pp. 413–418.

Woolley, D. G., N. P. Baracco, and W. A. Russell. 1962. Performance of four corn inbreds in single-cross hybrids as influenced by plant density and spacing patterns. Crop Sci. Vol. 2: 441 - 444.

VII. APENDICE

En este apartado se integran los datos de campos y los cuadrados medios de los análisis de varianzas, las pruebas de medias para los híbridos y las pruebas de medias de las distancias entre surcos de las variables que no fueron mencionadas en el apartado de resultados y discusiones.

CUADRO 7.1: Datos de campo

H	ENT	REP	DIS	PC	%H	WMS	SS	AST	APL	AMZ	COMZ	HO/MZ	HIL/MZ	S/HIL	LONMZ
A	1	1	0.76	29.595	16.85	398.1	87	113.5	187.5	82.2	2	13.0	16.0	36.0	19.80
D	2	1	0.76	41.75	17.80	376.1	97	148.7	224.5	124.0	3	12.5	16.0	35.9	17.25
C	3	1	0.76	33.325	17.35	279.5	97	147.0	225.0	117.5	1	11.5	17.3	33.7	18.70
B	4	1	0.76	31.015	16.70	350.0	76	151.0	235.0	126.5	3	10.8	19.4	29.9	17.65
C	5	1	0.52	22.55	16.20	272.9	97	131.5	203.3	112.8	1	12.8	17.6	34.9	16.94
A	6	1	0.52	29.065	15.80	386.6	88	124.5	204.0	106.5	2	12.8	14.8	32.9	16.20
B	7	1	0.52	19.400	16.00	351.2	75	139.5	211.5	119.0	1	10.1	17.6	28.1	15.75
D	8	1	0.52	23.950	17.40	348.0	88	131.0	198.0	114.0	1	11.9	15.4	28.9	16.00
B	9	2	0.76	32.660	17.70	353.2	63	163.0	203.5	145.5	2	11.0	18.0	29.5	17.35
C	10	2	0.76	33.900	17.50	292.9	89	157.5	237.0	143.0	1	12.6	17.2	28.5	16.65
D	11	2	0.76	38.450	17.16	408.2	78	162.5	227.5	148.4	1	11.9	15.8	30.3	16.37
A	12	2	0.76	30.425	16.90	422.6	63	124.5	198.0	101.5	2	12.1	15.4	35.2	20.07
D	13	2	0.52	29.545	17.20	393.2	85	154.5	220.5	140.0	2	13.0	15.6	34.1	17.04
B	14	2	0.52	26.940	17.50	395.9	74	142.5	200.0	124.5	2	19.0	18.0	31.4	17.25
A	15	2	0.52	28.595	16.50	400.8	83	130.4	204.0	110.0	1	10.5	14.6	32.9	17.35
C	16	2	0.52	24.225	17.00	275.1	99	139.0	212.5	121.5	1	11.2	17.4	33.9	17.20
A	17	3	0.76	35.645	17.40	411.6	60	122.0	196.5	97.0	2	11.0	14.0	39.0	18.08
D	18	3	0.76	34.985	18.50	408.7	95	145.0	213.0	127.0	2	11.0	16.0	36.0	17.95
C	19	3	0.76	32.160	17.50	272.6	80	145.5	218.5	125.0	2	12.0	18.0	31.1	29.03
B	20	3	0.76	36.555	17.00	383.0	80	168.0	236.5	152.0	1	11.0	18.0	28.7	16.23
C	21	3	0.52	22.120	17.50	272.5	95	152.0	230.2	132.1	1	11.0	16.0	28.7	16.23
A	22	3	0.52	24.190	16.00	389.2	86	127.6	209.5	106.8	1	12.0	14.0	32.0	23.56
B	23	3	0.52	21.725	17.00	395.6	53	156.7	211.1	134.9	2	12.0	16.0	33.2	17.74
D	24	3	0.52	22.095	16.50	349.2	72	146.6	213.6	130.5	1	12.0	14.0	27.3	14.69
B	25	4	0.76	36.815	18.40	386.4	53	169.0	225.1	151.2	2	11.0	18.0	31.7	17.26
C	26	4	0.76	31.440	17.80	285.8	94	158.7	202.9	165.1	1	12.0	18.0	31.6	17.25
D	27	4	0.76	40.980	17.90	382.0	72	161.0	223.4	145.4	2	11.0	18.0	31.7	17.26
A	28	4	0.76	37.740	17.40	428.8	90	142.0	210.0	118.0	2	11.0	16.0	33.0	18.80
D	29	4	0.52	31.025	17.50	406.6	94	163.0	239.5	146.6	2	14.0	16.0	37.5	18.16
B	30	4	0.52	30.740	17.40	364.2	77	157.5	221.2	144.8	2	12.0	20.0	33.3	18.41
A	31	4	0.52	28.445	17.10	403.1	64	124.5	207.5	103.5	1	12.0	16.0	35.1	18.40
C	32	4	0.52	26.250	16.10	261.6	94	151.0	233.1	131.6	1	13.0	18.0	34.9	18.02

Continuación del CUADRO 7.1: Datos de campo

DIAMZ	PGE	PGE	PG	PM	PCH	PCH	DP	BGE	BGE	BG	BM	BCH	BCH	DP
5.40	1.90	9.47	31.19	11.34	0.91	0.36	1.03	1.46	6.46	23.20	11.83	0.77	0.05	0.03
5.34	0.48	5.95	47.08	19.12	1.44	0.52	1.50	0.05	1.74	11.50	9.88	0.72	0.02	0.00
4.98	0.00	0.03	7.01	46.76	14.38	2.01	2.76	0.00	0.13	4.57	16.27	5.25	0.61	0.22
5.25	0.19	1.05	12.47	31.15	9.16	2.06	2.34	0.39	3.66	15.69	16.12	4.92	0.66	0.14
5.08	0.00	0.03	7.15	50.94	16.74	2.76	2.79	0.00	0.10	2.94	11.11	4.68	0.65	0.11
5.26	13.20	9.78	37.20	13.34	1.32	0.30	1.14	0.48	3.84	17.96	11.44	1.64	0.24	0.00
5.06	0.24	2.14	15.30	21.30	6.00	1.14	1.94	0.90	3.50	22.86	20.00	4.04	0.58	0.06
4.50	0.18	2.66	36.04	18.92	2.58	0.62	1.82	0.00	1.64	17.46	16.30	1.58	0.12	0.08
4.80	0.42	1.22	13.94	25.98	9.68	2.84	2.90	0.86	5.46	16.76	14.10	4.84	0.82	0.18
5.01	0.05	0.11	7.54	51.54	10.54	1.45	1.72	0.00	0.00	4.32	17.58	4.57	0.50	0.08
5.20	0.64	8.56	41.98	9.34	0.94	0.40	1.38	0.48	4.10	20.90	10.32	0.96	0.00	0.00
5.23	2.38	11.74	35.88	9.20	0.68	0.16	0.68	1.12	6.72	19.50	11.22	0.60	0.10	0.02
5.27	0.54	7.08	48.51	20.01	1.22	0.27	1.34	0.16	1.14	9.82	9.15	0.75	0.10	0.00
5.42	0.09	1.60	15.30	30.35	4.13	0.77	1.81	0.49	4.10	19.28	18.51	3.31	0.26	0.00
5.22	1.36	9.70	36.08	9.78	0.84	0.24	0.94	0.48	5.32	23.18	10.84	1.12	0.12	0.00
4.98	0.05	0.04	5.53	52.60	17.40	2.11	2.17	0.12	0.09	2.27	12.07	4.52	0.88	0.15
5.35	1.37	8.33	38.28	13.31	0.61	0.34	0.92	0.58	5.58	19.17	10.99	0.44	0.06	0.02
5.38	1.09	8.02	35.11	11.13	0.68	0.37	1.41	0.68	4.89	24.28	11.56	0.71	0.07	0.00
4.89	0.00	0.10	5.84	43.62	16.30	2.78	2.52	0.00	0.08	3.62	17.30	7.08	0.62	0.14
4.77	0.20	1.11	12.64	31.36	8.28	2.01	2.16	1.04	3.15	14.08	18.96	4.59	0.38	0.04
4.77	0.00	0.04	8.24	53.35	14.94	1.60	2.12	0.00	0.00	2.93	11.99	4.21	0.57	0.01
4.27	1.42	9.26	37.98	15.90	1.12	0.36	0.96	0.38	2.72	16.44	12.02	1.32	0.12	0.00
5.63	0.10	1.20	15.62	32.60	4.72	0.64	1.40	0.26	3.78	17.84	18.12	3.30	0.34	0.08
4.97	0.36	2.26	44.19	25.84	1.61	0.34	1.38	0.00	0.60	9.12	12.74	1.44	0.12	0.00
5.27	0.01	1.06	13.72	28.12	6.20	1.00	1.34	0.48	4.64	19.52	19.24	4.14	0.44	0.09
4.92	0.00	0.24	11.91	49.89	9.81	1.70	2.09	0.00	0.04	5.02	14.28	4.48	0.47	0.07
5.27	0.64	8.68	43.82	13.18	1.40	0.32	1.38	0.14	2.64	16.88	10.24	0.64	0.02	0.02
5.37	3.78	12.21	26.48	6.59	0.61	0.33	1.00	2.28	11.18	25.55	9.51	0.43	0.05	0.00
4.91	0.63	7.15	52.82	14.11	0.71	0.36	1.21	0.20	1.48	10.94	9.83	0.51	0.05	0.00
5.54	0.10	0.90	15.48	36.94	7.98	1.64	2.08	0.28	2.38	11.20	15.18	4.94	0.80	0.10
5.28	0.99	8.25	34.75	11.73	0.77	0.36	0.78	0.69	6.51	21.39	12.45	1.18	0.15	0.00
4.84	0.00	0.00	8.48	43.88	21.74	3.86	3.16	0.00	0.00	1.54	11.64	4.88	0.64	0.18

CUADRO 7.2: Cuadros medios del análisis de varianza para los caracteres de altura de estigma, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas cosechadas, cobertura de mazorca, hojas por mazorca, hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras y longitud de mazorca evaluados en el experimento.

FV	GL	AEST	APL	AMZ	MZC	COMZ	HO/MZ	HIL/MZ	S/HIL	LONMZ	DIAMZ	t ha ⁻¹	PGE1	PGE2
R	3	416.580	131.752	892.104**	351.281	0.115	1.847	4.175	4.624	6.044	0.044	9.030**	3.689	3.113
H	3	1400.181**	607.649**	1986.248**	9211.865**	0.865	0.206	15.564**	19.618	9.607	0.124	6.676*	19.041*	164.343**
Dis	1	358.450**	61.605	254.251*	22737.781**	1.531*	6.038	3.188**	0.228	8.778	0.064	12.223**	1.167	7.791**
HxDis	3	78.662	169.441	183.919*	1237.865**	0.115	2.437	0.293	9.840	4.820	0.252	3.172	2.038	4.494
EE	21	42.545	144.138	70.603	202.519	0.329	2.599	0.485	7.828	6.279	0.067	2.199	4.746	1.421
CV		4.488	5.581	6.642	7.802	35.983	13.411	4.188	8.601	13.953	5.080	9.924	215.095	27.252

Continuación del **CUADRO 7.2:** Cuadrados medios del análisis de varianza para los caracteres de diámetro de mazorca, rendimiento por hectárea, tamaños de semilla (plano extra-grande 1, plano extra-grande 2, plano grande, plano medio, plano chico 1, plano chico 2, desecho de planos y bola extra-grande1), peso de mil semillas y semillas sanas evaluados en el experimento.

PG	PM	PCH1	PCH2	DP	BGE1	BGE2	BG	BM	BCH1	BCH2	DB	WMS	SS
5.108	12.069	1.072	0.075	0.176	0.030	2.101	2.111	4.418	0.253	0.010	0.003	795.609	177.708
2285.974**	2263.298**	358.752**	7.170**	3.375**	1.326**	51.004**	452.496**	70.549**	36.838**	0.651**	0.024**	25912.856**	859.458**
35.659	78.000*	4.651	0.051	0.001	0.819**	16.922**	43.688	1.129	0.092	0.024	0.002	943.951*	78.1250
7.838	11.054	19.532**	0.798	0.152	0.282	3.349	20.722	16.485**	1.163	0.018	0.002	362.772	20.792
15.772	17.911	3.277	0.289	0.130	0.111	1.544	13.073	2.957	0.340	0.017	0.002	235.268	109.851
15.815	15.873	29.642	47.739	21.325	76.230	40.713	25.613	12.715	21.066	39.658	81.605	4.266	12.910

*Significativo al 5% de probabilidad

**Significativo al 1% de probabilidad

FV= Fuente de variación

R= Repeticiones

H= Híbridos

Dis= Distancias

HxD= Interacción entre híbrido y distancia

EE= Error Experimental

CV= Coeficiente de Variación

GL= Grados de libertad

CUADRO 7.3: Análisis de Medias de la fuente de variación híbrido para los caracteres de altura de estigma, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas cosechadas, cobertura de mazorca, hojas por mazorca, hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (plano extra-grande 1 y plano extra-grande 2) evaluados en el experimento.

H/Var	AEST	APL	AMZ	MZC	COMZ	HO/MZ	HIL/MZ	S/HIL	LONMZ	DIAMZ	t ha ⁻¹	PGE1	PE2
A	126.125 ^C	202.125 ^B	103.188 ^B	154.875 ^C	1.625 ^{AB}	11.800 ^A	15.100 ^C	34.513 ^A	19.033 ^A	5.173 ^A	15.285 ^{AB}	3.300 ^A	9.843 ^A
B	155.900 ^A	217.988 ^A	137.300 ^A	161.125 ^C	1.875 ^A	12.113 ^A	18.125 ^A	30.725 ^B	17.205 ^A	5.218 ^A	14.507 ^{BA}	0.169 ^B	1.285 ^C
C	147.775 ^B	220.313 ^A	131.075 ^A	183.875 ^B	1.125 ^B	12.013 ^A	17.438 ^A	32.163 ^{AB}	18.753 ^A	4.934 ^A	13.940 ^B	0.013 ^B	0.074 ^C
D	151.538 ^{AB}	220.000 ^A	134.487 ^A	229.750 ^A	1.750 ^{AB}	12.163 ^A	15.850 ^B	32.713 ^{AB}	16.840 ^A	5.105 ^A	16.034 ^A	0.570 ^B	6.295 ^B

Continuación del **CUADRO 7.3**: Análisis de Medias de la fuente de variación híbrido para los caracteres de tamaños de semilla (plano grande, plano medio, plano chico 1, plano chico 2, desecho de planos y bola extra-grande1), peso de mil semillas y semillas sanas evaluados en el experimento.

H/Var	PG	PM	PCH1	PCH2	DP	BGE1	BGE2	BG	BM	BCH1	BCH2	DB	WMS	SS
A	34.730 ^B	11.399 ^D	0.859 ^C	0.306 ^C	0.931 ^D	0.934 ^A	6.041 ^A	20.799 ^A	11.288 ^C	0.938 ^C	0.111 ^B	0.009 ^B	405.100 ^A	77.625 ^{BC}
B	14.309 ^C	29.725 ^B	7.019 ^B	1.513 ^B	1.996 ^B	0.588 ^A	3.834 ^B	17.154 ^{AB}	17.529 ^A	4.260 ^B	0.535 ^A	0.086 ^A	372.438 ^B	68.875 ^C
C	7.713 ^D	49.073 ^A	15.231 ^A	2.284 ^A	2.416 ^A	0.015 ^B	0.055 ^D	3.401 ^C	14.030 ^B	4.959 ^A	0.618 ^A	0.120 ^A	276.613 ^C	93.125 ^A
D	43.694 ^A	16.456 ^C	1.323 ^C	0.400 ^C	1.428 ^C	0.214 ^B	2.279 ^C	15.113 ^B	11.253 ^C	0.914 ^C	0.063 ^B	0.013 ^B	384.000 ^B	85.125 ^{AB}

CUADRO 7.4: Análisis de Medias de la fuente de variación distancia para los caracteres de altura de estigma, altura de planta, altura de mazorca, mazorcas cosechadas, cobertura de mazorca, hojas por mazorca, hileras de semilla por mazorca, semillas por hileras, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, rendimiento por hectárea y tamaño de semillas (plano extra-grande 1 y plano extra-grande 2) evaluados en el experimento.

Dis/Var	AEST	APL	AMZ	MZC	COMZ	HO/MZ	HIL/MZ	S/HIL	LONMZ	ANCMZ	t ha ⁻¹	PGE1	PGE2
0.76cm	148.681 ^A	216.494 ^A	129.331 ^A	209.063 ^A	1.813 ^A	11.588 ^B	16.944 ^A	32.613 ^A	18.481 ^A	5.152 ^A	14.324 ^A	1.204 ^A	4.868 ^A
0.52cm	141.988 ^B	213.719 ^A	123.694 ^A	155.750 ^B	1.375 ^B	12.456 ^A	16.313 ^B	32.444 ^A	17.434 ^A	5.063 ^A	15.560 ^B	0.822 ^A	3.881 ^B

Continuación del **CUADRO 7.4**: Análisis de Medias de la fuente de variación distancia para los caracteres de tamaños de semilla (plano grande, plano medio, plano chico 1, plano chico 2, desecho de planos y bola extra-grande1), peso de mil semillas y semillas sanas evaluados en el experimento.

Dis/Var	PG	PM	PCH1	PCH2	DP	BGE1	BGE2	BG	BM	BCH1	BCH2	DB	WMS	SS
0.76cm	24.056 ^A	25.102 ^B	5.726 ^A	1.166 ^A	1.696 ^A	0.598 ^A	3.779 ^A	15.285 ^A	13.713 ^A	2.821 ^A	0.304 ^A	0.066 ^A	364.969 ^A	79.625 ^A
0.52cm	26.167 ^A	28.224 ^A	6.489 ^A	1.086 ^A	1.690 ^A	0.278 ^B	2.325 ^B	12.948 ^A	13.337 ^A	2.714 ^A	0.358 ^A	0.048 ^A	354.106 ^A	82.750 ^A