



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**PRODUCTIVIDAD DE DIFERENTES MEZCLAS DE SEMILLA
ANDROESTÉRIL Y FÉRTIL DE HÍBRIDOS PUMA DE MAÍZ EN
DOS FECHAS DE SIEMBRA.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERA AGRÍCOLA**

PRESENTA:

JAZMÍN SERRANO REYES



**ASESOR: DR. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERÓN
COASESORA: M. C. MARGARITA TADEO ROBLEDO**

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

Esta tesis esta dedicada a:

Al hombre que con su sabiduría, sus consejos, su fuerza y su perseverancia, supo siempre guiarme por el camino del bien y de la verdad, para ti que eres lo mejor que tengo en la vida, el ejemplo a seguir, la luz que guía mi camino, la pieza clave y fundamental que colaboró para que este sueño este hoy concretado, quien me enseñó a luchar día a día y quien me demostró que nunca es suficiente ser bueno si no hay que ser el mejor. Con admiración y respeto para ti papá **José Serrano Galindo**.

A mi mamá **Inés Reyes Ceballos** quien me dio la vida, la mujer que me ha llevado de la mano durante todos estos años, la mujer que dedico noches de desvelo cuidándome, la mujer más maravillosa del mundo quien siempre tuvo una palabra de aliento, un momento para escucharme, un consejo para darme, la mujer que a pesar de todos los problemas que han sucedido a lo largo del tiempo, está siempre llena de fortaleza y amor para dar.

A la persona que siempre ha sido un ejemplo a seguir, aquella que está llena de coraje, de carisma y que siempre entrega todo por sus seres queridos sin pedir nada a cambio, esa persona que a pesar del miedo que siente siempre enfrenta sus más grandes temores y retos, para ti mi amiga, mi confidente, pero sobre todas las cosas mi hermana **América Gabriela Serrano Reyes**, quien me enseñó a luchar por mis metas, por mis objetivos, por mis sueños, aquella que me enseñó a no rendirme jamás por más difíciles que parecieran las cosas y que hoy gracias a esos consejos, este trabajo ha sido realizado, para ti mi querida hermana con todo mi corazón y mi amor.

A la familia que me dio su apoyo incondicional durante mi vida como *puma*, aquellos que me tendieron la mano y fueron parte de esta increíble experiencia en mi formación profesional, la familia Serrano Pérez: mi tío el Ingeniero **José de Jesús Serrano Galindo** que me abrió las puertas no solo de su casa, si no también de su corazón de par en par, quien siempre me hacia sonreír, incluso en los momentos difíciles de mi vida, quien me dio su ayuda absoluta cuando me encontraba en problemas. Mi tía la Ingeniera **María Mercedes Pérez Alba** quien estuvo todo el tiempo al pie del cañón conmigo y mis primos **José de Jesús Serrano Pérez** y **Julio Cesar Serrano Pérez** quienes me dieron todo el apoyo moral para salir adelante.

Por todo su esfuerzo, desvelos y sacrificios mil gracias. Con profundo agradecimiento y respeto desde el fondo de mi corazón, con amor para todos ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por haberme dado este regalo de vida, por haberme permitido vivir esta gran aventura única y personal al lado de mis seres queridos, gracias por todo el amor y las bendiciones que me has enviado, gracias por todo el coraje, la fortaleza y la entrega que me brindaste día a día, gracias porque cada vez que caía eras siempre el que me levantaba, el que me guió en los momentos que parecía que la penumbra y la tristeza eran la única salida, gracias por llenar de luz, de amor y felicidad mi vida.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme cobijado durante todos estos años, por todas las lecciones que me dio, no solo de tipo académico si no también lecciones de vida, gracias por permitirme ser parte de (con orgullo y con el corazón en la mano lo digo) la mejor Universidad de México, de Latinoamérica y una de las mejores a nivel mundial, gracias por permitirme ser un miembro más de esta gran familia universitaria y puma, de tener la sangre azul y la piel dorada, me voy con una profunda satisfacción de haber pertenecido a ésta institución.

Gracias a toda la familia Serrano; mis padres: Inés Reyes Ceballos y José Serrano Galindo, mi hermana: América Gabriela Serrano Reyes, a mis tíos: J. Jesús Serrano Galindo y Anselmo Cruz Serrano Ceballos, a mis tías: Victorina Serrano Galindo, Ángela Rosario Serrano Galindo, María Mercedes Pérez Alba y Deyanira Ramírez M., a todos mis primos, en especial los más pequeños que con sus sonrisas, sus palabras, sus juegos, su inocencia, pero sobre todo su carisma, me motivaron y siempre fueron uno de los pilares más importantes para poder salir adelante, ustedes son mi inspiración para superarme, para ser mejor día tras día, por todo eso y más gracias a ustedes mis pequeños: José de Jesús Serrano Pérez, Julio César Serrano Pérez, Cristian Serrano Ramírez y Jonatan Serrano Ramírez.

Gracias a toda mi familia, quienes continuamente siguieron mi trayectoria académica desde el principio hasta el último día como Universitaria.

Doy de todo corazón mi más sincera gratitud a José Antonio Terrazas Delgado por haber formado parte importante en mi vida, quien siempre me ha dado excelentes consejos, quien me exhortó a salir adelante a no estancarme para ser una mejor persona, eres un ser humano admirable, brillante y dedicado.

Agradezco al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que por medio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) apoyaron en gran escala a la realización y conclusión satisfactoria de éste trabajo, que fue asesado por el Dr. Alejandro Espinosa Calderón y la M.C. Margarita Tadeo Robledo, a quienes también agradezco por el tiempo que dedicaron a la realización y revisión de este trabajo que hoy finalmente se ve culminado con gran éxito.

Gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) derivado de la U.N.A.M. que apoyó a la cristalización de ésta tesis por medio de la M.C. Margarita Tadeo Robledo.

Gracias a mis amigos: Reyes Chino Rosario, Química Farmacéutica bióloga Gabriela Guadarrama, Damián Cárdenas Hidalgo, por todo el apoyo durante la carrera. A mi mejor amigo Juan Nelson Martínez Rodríguez por estar siempre al pie del cañón.

Gracias a mi compadre el Ingeniero Cosme Téllez por todo el apoyo, los consejos y la orientación que me brindó en la realización de ésta tesis. Gracias a los ingenieros: Rafael Martínez Mendoza, Israel Arteaga Escamilla, Demetrio Matías Bautista e Isaías González Rojo por todos sus sabios consejos tanto académicos como personales, que me dieron durante la realización de este trabajo, gracias por su tiempo, gracias por su esfuerzo, pero sobre todo gracias a todos ustedes por su maravillosa amistad.

Gracias a la familia Lehnfeld (Verónika, María, Anita, Mathias, Clara y Christan), por haber sido siempre un estímulo y un ejemplo a seguir.

Gracias a todas aquellas personas que en algún momento formaron parte importante y esencial de mi vida, gracias por haberme dado un poco de ustedes, que siempre llevaré en lo más profundo de mi corazón.

ÍNDICE

	Pág.
Índice de cuadros.	i
Resumen.	iv
I. INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Objetivos.	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivos particulares	3
1.2 Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	5
2.1 Importancia del maíz en México y el mundo.	5
2.1.1 Expectativas de Producción Nacional por Ciclo 2007-2012.	6
2.2 Fitomejoramiento.	7
2.3 Maíz híbrido.	8
2.4 Mejoramiento genético en maíz.	9
2.4.1 Hibridación varietal.	9
2.4.2 Cruzas múltiples, variedades sintética o compuestos.	9
2.4.3 Híbridos entre líneas puras.	10
2.5 Importancia de la hibridación.	10
2.5.1 Diferentes tipos de híbridos.	11
2.5.2 Producción de Semilla Híbrida.	11
2.6 Empresas que producen semilla híbrida en México.	15
2.7 Importancia de la androestérilidad.	16

2.7.1	Tipos de androesterilidad.	18
2.7.2	Problemas con la esterilidad masculina genética.	21
2.7.3	Mejoramiento para androesterilidad citoplásmica.	21
2.7.4	Modelo que explica la determinación genética de la Androesterilidad.	23
2.7.5	Uso de Androesterilidad en el incremento de semilla.	23
2.7.6	Problemas de androesterilidad.	25
2.8	Mezclas de semilla androesteril y fértil.	26
2.9	Factores que afectan el rendimiento de grano.	27
2.10	Características agronómicas de los híbridos PUMA 1075 y PUMA 1076.	28
2.10.1	Híbrido PUMA 1075.	28
2.10.2	Híbrido PUMA 1076.	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.	29
3.1	Descripción de la zona de estudio.	29
3.1.1	Localización	29
3.1.2	Clima.	29
3.1.3	Temperatura.	29
3.1.4	Precipitación.	29
3.1.5	Suelo.	29
3.2	Material genético.	30
3.3	Diseño experimental.	30
3.4	Manejo del cultivo	31
3.4.1	Fertilización	31

3.4.2	Fechas de siembra	31
3.4.3	Control de maleza.	31
3.5	Variables evaluadas.	31
3.5.1	Rendimiento.	31
3.5.2	Floración masculina	32
3.5.3	Floración femenina	32
3.5.4	Altura de planta	32
3.5.5	Altura de mazorca	32
3.5.6	Mazorcas buenas	33
3.5.7	Mazorcas malas	33
3.5.8	Plantas cosechadas	33
3.5.9	Peso volumétrico	33
3.5.10	Sanidad de mazorca	33
3.5.12	Sanidad de planta	33
4.5.12	Cuateo	33
3.5.13	Peso de 200 granos	33
3.5.14	Longitud de mazorca	33
3.5.15	Hileras por mazorca	34
3.5.16	Granos por hilera	34
3.5.17	Diámetro mazorca	34
3.5.18	Diámetro de olote	34
3.5.19	Granos por mazorca	34
3.5.20	% de materia seca	34
3.5.21	% de grano	34

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	35
4. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primera fecha de siembra.	35
5. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en dos híbridos Pumas de maíz, considerando la media de diferentes combinaciones de mezcla de semilla fértil y androestéril en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primer fecha de siembra.	36
6. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primer fecha de siembra.	38
7. Comparación de medias para diversas variables evaluadas en la interacción híbridos x diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en el experimento de Cuautitlán, Izcalli, México para el ciclo primavera – verano 2007, primera fecha de siembra.	40
8. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.	44
9. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas	46

- en híbridos Pumas de maíz en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.
10. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra. 47
 11. Comparación de medias de las diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra. 50
 12. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, en dos fechas de siembra. 54
 13. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en dos fechas de siembra con el promedio de dos híbridos de maíz PUMA, en diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007. 57
 14. Comparación de valores obtenidos para diversas variables evaluadas en dos híbridos de maíz PUMA con el promedio de dos fechas de siembra y diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en Cuautitlán Izcalli, México para el ciclo primavera – verano 2007. 57

15. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, combinado de dos fechas de siembra. 59
16. Comparación de valores obtenidos para diversas variables evaluadas diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril con el promedio de dos híbridos de maíz PUMA y dos fechas de siembra en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007. 62
17. Comparación de variables evaluadas para la interacción genotipo por mezcla de semilla en el promedio de dos fechas de siembra, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007. 65
18. Comparación de medias para variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007. 68
19. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por genotipo, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007. 71
20. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por genotipo por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007. 73

V. CONCLUSIONES. 79

VI. BIBLIOGRAFÍA. 81

ÍNDICE DE CUADROS.

1. Volumen de la producción de los principales cereales	6
2. Empresas que producen semilla híbrida en México	15
3. Material genético	30
4. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primera fecha de siembra.	36
5. Comparación de medias entre híbridos Pumas de maíz para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril. Cuautitlán, México, ciclo primavera – verano 2007. Primer fecha de siembra.	37
6. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primer fecha de siembra.	39
7. Comparación de medias de las diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primer fecha de siembra.	43
8. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.	45
9. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en híbridos Pumas de maíz en Cuautitlán, México, para el ciclo	47

primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.

10. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas 49
considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y
androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y
Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano
2007, segunda fecha de siembra.
11. Comparación de medias de las diferentes mezclas de semilla fértil y 53
androestéril en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para
el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.
12. Cuadrados medios y significancia estadística de variables 56
evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el
ciclo primavera – verano 2007, en dos fechas de siembra.
13. Cuadrados medios y significancia estadística de variables 56
evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el
ciclo primavera – verano 2007, en dos fechas de siembra.
14. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en dos 58
fechas de siembra con el promedio de dos híbridos de maíz PUMA,
en diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril, en Cuautitlán,
México, para el ciclo primavera – verano 2007.
15. Comparación de valores obtenidos para diversas variables 59
evaluadas en dos híbridos de maíz PUMA con el promedio de dos
fechas de siembra y diferentes mezclas de semilla fértil y
androestéril en Cuautitlán Izcalli, México para el ciclo primavera –
verano 2007.

16. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas 61
considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y
androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y
Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano
2007, combinado de dos fechas de siembra.
17. Comparación de valores obtenidos para diversas variables 64
evaluadas diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril con el
promedio de dos híbridos de maíz PUMA y dos fechas de siembra
en Cuautitlán Izcalli, México para el ciclo primavera – verano 2007.
18. Comparación de variables evaluadas para la interacción genotipo 67
por mezcla de semilla en el promedio de dos fechas de siembra, en
Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.
19. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de 70
siembra por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el
ciclo primavera – verano 2007.
20. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de 72
siembra por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el
ciclo primavera – verano 2007.
21. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de 77
siembra por genotipo, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo
primavera – verano 2007.
22. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de 78
siembra por genotipo por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli,
México, para el ciclo primavera – verano 2007.

RESUMEN

En México se están haciendo grandes esfuerzos para aumentar el rendimiento de grano de maíz (*Zea mays* L.), debido a la importancia que tiene como alimento, forraje y materia prima para la industria, la siembra de variedades mejoradas, precedida por la siembra y utilización de semilla de óptima calidad. La práctica del desespigamiento en la producción de semilla híbrida, es crucial ya que su correcta ejecución depende mantener la calidad genética de la semilla.

En la producción de semilla híbrida de maíz en México el desespigamiento oportuno y adecuado es fundamental para obtener la calidad e identidad genética correspondiente, este proceso implica además costos por usos de jornales, como alternativa a esta elevada inversión, es el empleo de la androestérilidad, la cual es un mecanismo que puede facilitar la producción de semilla híbrida.

Sin embargo algunos híbridos no poseen la capacidad restauradora en sus líneas macho, por lo que es necesario acrecentar la semilla androestéril y fértil de cada híbrido y mezclar la semilla de ambas versiones para asegurar la polinización de todas las plantas y que por ende va dar como resultado el incremento de la producción de grano o bien el aumento del rendimiento.

La mezcla consiste, como su nombre lo indica, en mezclar porcentajes de semilla del híbrido androestéril con el híbrido fértil, este procedimiento es llevado a cabo por las empresas productoras de semilla, tanto nacionales como estadounidenses que implementan la esterilidad masculina. Finalmente la semilla resultante de ésta mezcla es la que se vende a los productores, la que debe asegurar el grado necesario de fertilidad masculina en las plantas comerciales.

El objetivo principal de éste trabajo es:

- ♦ Estimar la capacidad productiva de los híbridos comerciales Puma 1075 y Puma 1076 producidos con diferentes proporciones de semilla androestéril y fértil.

El trabajo se llevo a cabo en el ciclo primavera – verano 2007. Los materiales que se emplearon son: los híbridos PUMA 1075 y PUMA 1076, con diferentes mezclas de semilla, que fueron de 100% androestéril y 0% fértil en orden descendente hasta llegar a 0% androestéril y 100% fértil.

Se concluyó que:

De acuerdo a la fecha de siembra, híbrido y mezcla de semilla fértil y androestéril, se determinó que fue el híbrido de maíz PUMA 1075 en la segunda fecha de siembra con la mezcla de semilla en proporción 0% fértil y 100% androestéril, ya que obtuvo mejores resultados con un total de 9086.99 kg ha^{-1} , esto se debe a que la planta acorta su ciclo de producción, por ende el gasto de energía es menor, lo que ayuda a distribuir correctamente los fotosintatos, al mismo tiempo al no haber polen la energía se va hacia una sola demanda que es la mazorca. Además fue el híbrido con mayor número de mazorcas buenas y una de las mezclas con más plantas cosechadas, y aunque no fue uno de los híbridos con más plantas con cuateo esto ayudo a que la mazorca que se obtuvo fuera de excelente calidad con un llenado total de grano, lo que contribuyó a que obtuviera el mejor rendimiento

I. Introducción

Los productores de maíz en México se enfrentan de manera permanente a la necesidad de producir más a menor costo; sin embargo, los costos de producción han ido a la alza con la consecuente reducción en los márgenes de ganancia. Se han diseñado diferentes estrategias para elevar la producción, entre las que destacan: la labranza mínima, la generación de variedades mejoradas de alto potencial de rendimiento, el uso de altas densidades de población, la determinación de dosis óptimas económicas de fertilizantes y la cosecha mecanizada. Un incremento en la relación costo/beneficio requiere de buscar la combinación óptima de los factores mencionados. (Maya *et al.*, 2002).

En México se están haciendo grandes esfuerzos para aumentar el rendimiento de grano de maíz (*Zea mays* L.), debido a la importancia que tiene como alimento, forraje y materia prima para la industria, la siembra de variedades mejoradas, precedida por la siembra y utilización de semilla de óptima calidad, ofrece la perspectiva de un rápido y considerable aumento en la productividad de éste cereal. Para lograrlo se realizan investigaciones en aspectos básicos y tecnológicos de la producción de semilla. En la producción de semilla híbrida de maíz, la práctica del desespigamiento, es crucial ya que de su correcta ejecución, depende mantener la calidad genética de la semilla. (Martínez *et al.*, 2005).

El desespigamiento oportuno y adecuado es fundamental para obtener la calidad e identidad genética del híbrido correspondiente, este proceso implica además costos por usos de jornales, como alternativa a esta elevada inversión, es el empleo de la androestérilidad, la cual es un mecanismo que puede facilitar la producción de semilla híbrida. (Tadeo *et al.*, 2003).

Desde 1992 se realizan trabajos para incorporar el carácter de androestérilidad a las líneas básicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como identificar progenitores con capacidad restauradora de la fertilidad. En los años de 1995 a 1997 se evaluaron combinaciones de líneas con progenitores androestériles para tratar de detectar genotipos con capacidad restauradora,

encontrándose y verificándose que siete líneas restauran la fertilidad masculina. En los años posteriores se ha trabajado para incorporar la androesterilidad a los progenitores hembras de los híbridos desarrollados en la UNAM, así como contar con los progenitores machos de esos híbridos, con la capacidad restauradora de la fertilidad, para ofrecer para cada híbrido la versión completa del esquema de androesterilidad, de esta manera podría limitar los problemas que ocurren en la eliminación de la panoja en progenitores hembra, reduciendo las dificultades en esa etapa facilitando el control de la calidad e identidad genética de los híbridos producidos además de una reducción de los costos de producción por desespigue de 25 hasta 50 jornales por hectárea. (Tadeo *et al.*, 2003).

La androesterilidad había dejado de utilizarse durante la década de los 70's, debido a la susceptibilidad a la enfermedad del tizón foliar causada por el hongo *Helminthosporium maydis* raza T, que ocasiono una epífita en gran parte de la faja maicera en EE.UU., con el descubrimiento de nuevas fuentes de esterilidad masculina, esta práctica se ha retomado con las nuevas fuentes, para no depender de una sola y limitar de esta manera los problemas generales de la raza T. (Tadeo *et al.*, 2003).

Cuando se cuenta con materiales híbridos que se incrementan utilizando la androesterilidad, esta característica se mantiene cuando se obtiene la semilla comercial, por lo que hay dos maneras de aprovechar la esterilidad masculina y asegurar que cuando se entrega la semilla al agricultor para su siembra comercial, las parcelas de los productores posean plantas fértiles y/o combinación de fértiles y androesteriles que aseguren la polinización, la fecundación y por consecuencia la producción de grano:

- a) Uno de las maneras para resolver esta situación es utilizar un progenitor masculino, con capacidad restauradora, que polinice a la cruz simple o línea androesteril (dependiendo si se esta incrementando una cruz simple o híbrido trilineal). Este progenitor macho suprime la androesterilidad y la cruz que se obtiene expresa la fertilidad en la generación siguiente, presentándose en terrenos de los productores el

100 % de las plantas fértiles, el caso más claro de este tipo, es como ocurre en sorgo, donde toda la semilla híbrida se incrementa de esta manera;

- b) La otra alternativa es utilizar una fracción de semilla del híbrido que mantiene su característica androestéril, es decir, que no produce polen, esta semilla se mezcla con una proporción de semilla del mismo híbrido, pero obtenido con progenitores fértiles, que producen polen, de esta manera en los campos de los agricultores, se presentarán plantas con esterilidad masculina (sin producir polen) y otras con fertilidad normal, las cuales polinizarán al resto de las plantas. (Airy y Soreson, 1987; Tadeo *et al.*, 2003).

Una alta proporción de los híbridos comerciales con esquema de esterilidad masculina, emplean la mezcla de semilla fértil y androestéril para su uso extensivo; en el caso de los híbridos desarrollados por la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, en proceso de difusión comercial, es necesario definir la mejor proporción o porcentaje en el que deben mezclarse semilla fértil y androestéril para su uso comercial. Por ello en este trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos.

1.1.1 Objetivo general

- ♦ Estimar la capacidad productiva de los híbridos comerciales Puma 1075 y Puma 1076 producidos con diferentes proporciones de semilla androestéril y fértil.

1.1.2 Objetivos particulares

- ♦ Determinar en la producción de los dos híbridos Puma de maíz, el mejor material, así como la mejor combinación de mezcla de semilla androestéril y fértil.

- ♦ Evaluar dos fechas de siembra para la producción comercial de los híbridos, producidos con diferentes proporciones de semilla fértil y androestéril.

Hipótesis.

- ♦ Existe diferente capacidad productiva en los híbridos Puma de maíz por la influencia de utilizar diferentes combinaciones de semilla androestéril y fértil.
- ♦ Entre los dos híbridos Puma de maíz, existen diferencias en la capacidad productiva comercial.
- ♦ La fecha de siembra y las combinaciones de diferentes mezclas de semilla androestéril y fértil tienen efecto sobre la capacidad productiva de los dos híbridos Puma de maíz.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del maíz en México y el mundo

El maíz es el tercer cereal más importante del mundo después del trigo y el arroz. Estados Unidos produce el 40% de la producción mundial total; le sigue en importancia la República Popular de China y Brasil. El maíz es el principal cultivo de grano de EU., con una producción promedio (en toneladas) de casi tres veces la del trigo, que es el cultivo de grano que le sigue en importancia. El maíz es el principal grano que se utiliza como alimento en México y Centroamérica y la región de los Andes de Sudamérica, también es importante como grano alimenticio en el este y el sur de África y China (Poehlman, 2005).

La investigación agrícola en México se ha traducido en los últimos años en importantes avances para el incremento de la productividad en el campo. Hoy en días ya se encuentran en producción nuevos híbridos de maíz, trigo y frijol que atienden mejor la demanda del sector productivo y tienen mayores rendimientos que los materiales y variedades comerciales, arrojando un mayor beneficio económico para los productores.

En maíz, se han desarrollado semillas con características de precocidad, alta calidad industrial, tolerancia, resistencia a plagas, enfermedades y condiciones adversas que impone el medio ambiente.

En el caso del maíz, durante el periodo 2002 - 2003, y con apoyo de los investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), se desarrollaron nuevos híbridos y variedades de la semilla que se caracterizan fundamentalmente por su precocidad, alta calidad industrial, tolerancia y resistencia a plagas, enfermedades y a condiciones adversas que impone el medio ambiente (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2004).

El maíz es por mucho el cultivo agrícola más importante de México, tanto desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. Analizando al maíz en relación con los demás cereales que se producen en México (trigo,

sorgo, cebada, arroz y avena, principalmente), en cuanto a la evolución del volumen de la producción de maíz, la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996 a 2006 fue de 2.0%, no obstante los decrementos registrados en 2002 y 2005 en la producción obtenida de – 4 .1 y – 10.8%, respectivamente.

La TMAC de la producción de avena también tuvo un comportamiento positivo 0.7%. En contrapartida, el sorgo, el arroz y el trigo presentaron una TMAC en su producción, de – 2.1, - 1.7 y – 0.4%, en ese orden, cuadro 1:

CUADRO 1
VOLUMEN DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE LOS PRINCIPALES CEREALES
1996 - 2006
Año Agrícola
Riego + Temporal
(Miles de Toneladas)

ANO	MAIZ	TRIGO	SORGO	CEBADA	ARROZ PALAY	AVENA
1996	18,026.0	3,375.0	6,809.5	585.8	394.1	121.5
1997	17,656.3	3,656.6	5,711.6	470.7	469.5	96.5
1998	18,456.4	3,235.1	6,474.8	410.8	458.1	88.8
1999	17,708.2	3,020.9	5,720.3	454.1	326.5	133.1
2000	17,559.0	3,493.2	5,842.3	712.6	351.4	32.5
2001	20,134.3	3,275.5	6,566.5	761.6	226.6	88.9
2002	19,299.1	3,236.2	5,205.9	736.6	227.2	60.1
2003	20,703.1	2,715.8	6,759.1	1,081.6	273.3	94.1
2004	21,689.0	2,321.2	7,004.4	931.5	278.5	98.9
2005	19,341.1	3,015.2	5,524.4	760.7	291.1	127.1
2006	21,962.6	3,249.0	5,504.3	856.6	331.6	130.3
TMAC	2.0	-0.4	-2.1	3.9	-1.7	0.7

FUENTE: Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. (SIACON-SIAP)

* citado por Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2004.

Por otra parte, se observa que la participación del volumen obtenido de maíz en la producción total de cereales es creciente, ya que en 1996, la participación del maíz fue de 61.5%; en 2002 su contribución alcanzó 67%. En tanto que en 2006 llega al máximo nivel alcanzado en el periodo que se analiza: 68.6% de la producción total de cereales.

2.1. 1 Expectativas de Producción Nacional por Ciclo 2007 – 2012.

En términos generales, se estima que la producción de maíz mantendrá su tendencia ascendente. Se pronostica que la TMAC de la producción para el periodo 2007-2012 será de 1.6%; comportamiento que se explica por la mayor obtención de volumen por hectárea como resultado de una mayor aplicación de

recursos financieros en la producción de este grano en los principales estados productores del ciclo O - I, localizados en el norte de la República. (Sistema de Información Agropecuaria, 2008)

2.2 Fitomejoramiento.

Los métodos que los fitomejoradores utilizan en la actualidad para el mejoramiento de nuevas variedades han evolucionado lentamente.

En 1904, el Dr. G. H. Shull empezó a hacer experimentos de autofecundación de líneas de maíz obtenidas, aun cuando su vigor disminuyó al principio con cada generación sucesiva. Cuando estas líneas débiles fueron cruzadas entre sí, produjeron un maíz híbrido de cruce simple más vigorosa y productiva que las variedades de polinización libre de las cuales se originó.

La cruce doble (una cruce entre dos cruces simples), fue sugerida por el Dr. Donald F. Jones en 1918, y fue el paso que permitió la producción de semilla híbrida en cantidad y aun precio que el agricultor podía pagar.

El sistema de formación de líneas consiste en la selección de plantas individuales, las cuales luego se combinan en variedades sintéticas, teniendo como base su comportamiento en relación con el mejoramiento.

En la producción de semilla de maíz híbrido, la polinización se controla por desespigamiento o por otros métodos que permiten en forma natural la polinización cruzada entre líneas seleccionadas. El vigor híbrido tiene su mayor manifestación en la primera generación de dichas cruces controladas. Por lo tanto, el agricultor debe comprar semilla nueva cada año si desea obtener los máximos rendimientos. Mediante la utilización de la esterilización masculina se han adoptado métodos de mejoramiento a otras plantas cultivadas de polinización cruzada.

La tarea principal del fitomejorador es seleccionar aquellas variaciones hereditarias que serán de utilidad para el mejoramiento de las plantas cultivadas concentrándolas en variedades. Las características que deben

buscar son diversas y con frecuencia complejas, ya que en el mejoramiento económico de los cultivos se toma en consideración una gran cantidad de características de las plantas. Otros mejoramientos están relacionados con procesos fisiológicos como en el caso de resistencia a sequía o bajas temperaturas. Más aún, otras mejoras como la resistencia a enfermedades están relacionadas con la patología. Algunos caracteres convenientes desde el punto de vista del mejorador son fácilmente identificables en forma simple. Otros son sumamente complejos tanto del punto de vista de su identificación como de su herencia.

Uno de los problemas más difíciles para el fitomejorador es determinar hasta que grado una característica es hereditaria como resultado de acción de los genes y hasta que grado puede ser resultado de influencias favorables o desfavorables del medio ambiente. (Poehlman, 2005)

2.3 Maíz híbrido.

El maíz híbrido es la primera generación de una generación entre líneas autofecundadas. La producción de maíz híbrido involucra:

a. La obtención de líneas autofecundadas, por polinización controlada: se produce mediante autofecundación y selección, hasta que se obtiene plantas aparentemente homocigóticas. Esto requiere generalmente de cinco a siete generaciones. Como el maíz sufre normalmente la fecundación cruzada, debe controlarse la polinización en cada generación y los estigmas deben polinizarse aplicando a mano en polen colectado en las propias espigas. El propósito de la autofecundación es fijar caracteres convenientes en una condición homocigóta, con objeto de que las líneas se puedan conservar sin que sufran cambios genéticos;

b. La determinación de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruza productivas: es decir esto consiste en la decadencia de dos líneas autofecundadas que se utilizan en una cruza simple son probablemente homocigóticas, las plantas de la cruza simple son heterocigóticas para todos

los pares de genes en que difieren las dos líneas autofecundadas la semilla de una cruce simple.

(Jugenheimer, 1981)

2.4 Mejoramiento genético en maíz

Desde que los indígenas americanos empezaron a cultivarlo, el mejoramiento genético del maíz se ha logrado mediante selección. Elegir una mazorca de maíz para ser utilizada como semilla era una práctica que tenía que repetirse cada vez que sembraban el maíz. En Estados Unidos, muchas variedades de maíz de polinización libre fueron producidas por agricultores – fitomejoradores durante la última mitad del siglo XIX.

2.4.1 Hibridación varietal: La hibridación entre variedades de maíz de polinización libre, sean en forma intencional o accidental, fue el origen de muchas de las variedades comerciales de maíz de polinización libre. En 1880 W.F. Beal en la Michigan Agricultural Experiment Station describió un experimento de hibridación varietal en el que se eliminó la espiga de una variedad de maíz de polinización libre y se polinizó con una segunda variedad que crecía en un surco adyacente. Cuando se sembraron las semillas cosechadas del surco desespigado, se logró aumentar el rendimiento (Poehlman, 2005).

2.4.2 Cruzas múltiples, variedades sintética o compuestos: Este tipo de método es la primera generación de una cruce que comprende más de cuatro líneas puras. La primer generación o las generaciones avanzadas de tal combinación pueden usarse para la producción de maíz comercial. Cuando las generaciones avanzadas se siembran y las variedades se conservan por la selección masal, generalmente se define como una variedad sintética o un compuesto. La semilla de la primera generación de una cruce múltiple puede producirse cruzando plantas de la generación avanzada con plantas de los híbridos paternos, o cruzando plantas de la generación avanzada de ellos. Si los dos progenitores de una cruce múltiple comprenden de cuatro a ocho líneas cada uno, puede ser factible mantenerlos independientemente como

variedades sintéticas y producir semilla híbrida de primera generación de la combinación múltiple cruzando las generaciones avanzadas de las variedades paternas. Sprague y Jenkins (citado por Jugenheimer, 1981) encontraron que las variedades sintéticas rendían aproximadamente igual que las variedades adaptadas de polinización libre.

Las variedades sintéticas son considerablemente más variables que los híbridos de cruce simple o cruce doble. Esta característica debe permitir una mayor flexibilidad para hacer frente a condiciones de crecimiento variables. Por lo tanto el desempeño de los sintéticos puede ser más confiable que el de los híbridos en áreas de precipitación y suelos con gran variabilidad.

2.4.3 Híbridos entre líneas puras: Los híbridos de maíz actuales entre líneas puras tienen mayor potencial de rendimiento que las variedades de polinización libre comunes a los sintéticos. Los híbridos, por su mejor eficiencia fisiológica, producen más grano que las variedades sintéticas. (Jugenheimer, 1981).

2.5 Importancia de la hibridación

En México el uso de variedades mejoradas e híbridos de maíz ha sido muy importante para incrementar la producción y el rendimiento de grano de éste cultivo. Ante el retiro del mercado de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) la demanda de la semilla híbrida de esta especie se ha satisfecho mediante la participación de nuevas compañías especializadas en la generación y adopción de técnicas propias de la producción de insumo (Sandoval *et al.*, 2003). Esta técnica como el desespigamiento manual y la proporción de surcos hembras y macho, tienen el objetivo de que la semilla de los híbridos que los fitomejoradores generan pueda producirse en la cantidad y con la calidad que permitan su utilización comercial. Sin embargo, la aplicación de algunas de estas técnicas como el desespigamiento manual en los lotes de producción de semilla híbrida, ocasionan un incremento en los costos de producción, lo que obliga a las empresas a buscar otras opciones lo que permite realizar la misma labor, a menor costo, y de ser posible, con mayor

eficiencia. Una de esas opciones es emplear diversos tipos y fuentes de androesterilidad (génico – citoplásmico) a través de la utilización de líneas androestériles como progenitores femeninos, lo cual disminuye el costo de producción pues se elimina la necesidad de desespigar (Martínez *et al.*, 2006).

El desarrollo y mejoramiento de las líneas de maíz es un proceso sistemático en el cual se involucran diferentes y nuevas metodologías de selección mediante las cuales se descartan algunas líneas en las primeras etapas de selección con base en su apariencia fenotípica, y más tarde por su aptitud combinatoria, como resultado de las pruebas tempranas. Sin embargo, generalmente los fitomejoradores encuentran dificultades en la extracción de líneas superiores, hecho que puede ser atribuido a las fuentes de germoplasma y a la continuación de presión endogámica a la que se somete dicho germoplasma. Hallauer (1990, citado por Vergara *et al.*, 2003) estimó que cuando mucho 0.10% de las líneas desarrolladas son utilizadas en la producción comercial de híbridos.

(Vergara *et al.*, 2003).

2.5.1 Diferentes tipos de híbridos

Dentro de los híbridos de maíz existen diferentes tipos de híbridos simples, híbridos trilineales, híbrido dobles, híbridos simples modificados, híbridos varietales e híbridos no convencionales. Además existen las llamadas variedades de polinización libre como son las variedades sintéticas, la variedad mejorada, la variedad nativa (criolla o indocultivar), y estas últimas se generan por medio de selección masal. (Tadeo *et al.*, 2001),

2.5.2 Producción de Semilla Híbrida

La semilla híbrida de maíz se obtiene del cruzamiento de dos parentales, uno hace la función de polinizador y el otro de portasemillas, en este último, antes de la floración debe ser cortada la inflorescencia masculina (Bartolini, 1990).

La producción de semilla híbrida ha necesitado la adopción de máquinas y técnicas especiales con objeto de que los híbridos de alto rendimiento

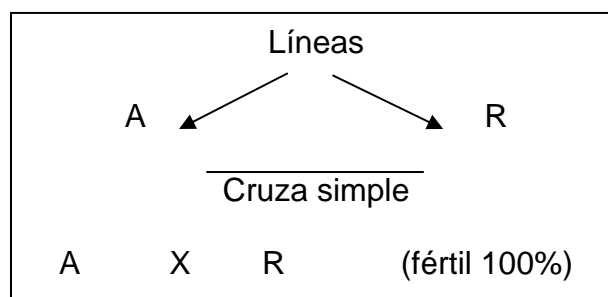
producidos por los fitomejoradores puedan producirse en cantidades suficientes para permitir su utilización comercial.

a. PRODUCCIÓN DE SEMILLA HÍBRIDA: La producción de semilla híbrida involucra:

- ♦ Conservación y multiplicación de líneas autofecundadas.
- ♦ La producción de semilla de cruza simple: Un híbrido de cruza simple es el que se obtiene del cruzamiento de dos líneas (García, 1960), por lo que el procedimiento que se sigue para la producción de semilla híbrida de cruza simple, es muy sencillo y único, ya que solo es necesario cruzar a la línea A (androestéril) con la línea R, (restauradora) y se obtiene semilla de un híbrido de cruza simple y fértil, la cual esta lista para ser vendida al productor de grano.

El maíz híbrido de cruza simple tiene un alto costo de producción, por ser las plantas poco productivas de semilla y polen, por ello se ha incrementado el uso de la cruza doble para fines comerciales ya que es muy económica la producción de híbridos dobles. (Reyes, 1990).

Esquemáticamente se representa así:

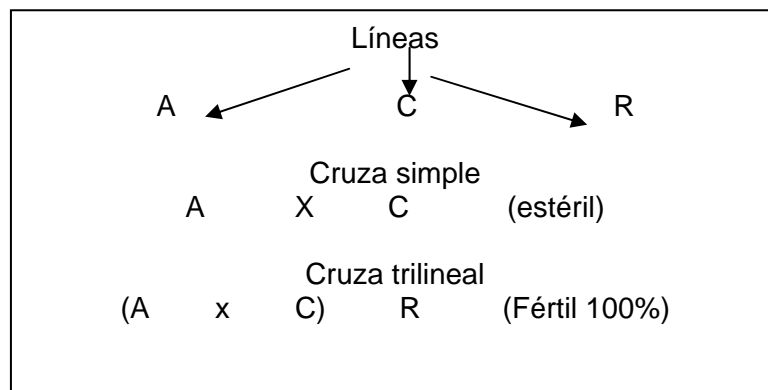


(Solano, 1998)

- ♦ La producción de semilla de cruza dobles: Los híbridos de cruza doble son el resultado de una cruza entre dos cruza simples (híbrido de cuatro líneas). La semilla de una cruza doble se produce para obtener varias ventajas como son: mayor

producción de semilla de calidad, producen abundante polen, lo que hace posible una mayor proporción de surcos machos productores de polen en los campos de cruzamiento, lo cual reduce los costos de producción de semilla, muestran una mayor producción de grano, plantas mas cortas pero vigorosas, que resisten el acame, uniformidad en altura de la planta así como la floración y maduración. (Blanco y Paulino, 2001).

- ♦ La producción de semilla de híbridos trilineales: Son el resultado de la cruce de un híbrido simple por una línea (García, 1960), por lo que la producción de semilla de éste resulta también sencillo y consiste en cruzar una línea androestéril (A) por una línea fértil (C), pero que no contenga genes de la restauración, para así obtener A x C, que es un híbrido simple androestéril que se cruza con R que es restaurador y se obtiene un híbrido trilineal fértil, en un 100%. Se representa en forma esquemática de la siguiente manera:



(Solano, 1998)

- ♦ La multiplicación y preparación de la semilla híbrida: Las poblaciones básicas de las líneas autofecundadas se conserva por medio de polinización a mano para evitar la contaminación por cruzamientos extraños. Las semillas de las líneas autofecundadas que se utilizan en la producción comercial de semillas de cruza simple generalmente se multiplica en un campo aislado en el que se permite la polinización libre dentro de la propia línea. Se requieren,

por lo tanto, cuatro campos aislados separadamente para producir las cuatro líneas autofecundadas necesarias para un híbrido de cruza doble. No es aconsejable el uso de semillas de líneas autofecundadas en las que se ha permitido la polinización libre y que se haya producido sin polinización controlada por más de dos generaciones, debido al temor de contaminación con polen extraño. Se necesita también dos campos aislados para la producción de la semilla de la cruza doble, o sea un total de siete campos aislados.

En los campos de producción de semilla es indispensable un aislamiento adecuado para evitar contaminación de polen extraño. El peligro de contaminación tanto en las cruzas simples como en las dobles se reduce si el progenitor masculino produce abundante polen y los esparce durante el periodo en el que el progenitor femenino es receptivo. Aumentando en el número de surcos de orilla sembrados con el progenitor que va a producir el polen se puede reducir la distancia de aislamiento necesaria. La espiga fértil de la hembra se elimina de las plantas antes de que produzcan polen.

- b. USO DE LA ESTERILIDAD MASCULINA CITOPLÁSMICA: La semilla de maíz híbrido se puede producir sin desespigue mediante la utilización de la esterilidad masculina citoplásmica. Esta depende de elementos existentes en el citoplasma, a los que se da alguna vez el nombre de *plasmagen*. El efecto del plasmagen es causar el aborto del polen. La manifestación de esta esterilidad puede ser afectada por genes particulares localizados en los cromosomas. Estos genes se denominan “genes restauradores”, debido a que restauran la fertilidad en una planta que en otro caso presentaría esterilidad masculina citoplásmica.

La utilización de la esterilidad masculina por el productor comercial de semilla híbrida elimina la necesidad para una gran parte de la mano de obra que antes se necesitaba para el desespigue. Esto facilita la producción de semilla híbrida, aun cuando no reduce el precio de la misma en forma notable, ya que el costo del desespigue sólo representa una mínima parte

del costo total de la producción de semilla. Los rendimientos de las líneas con esterilidad pueden ser más altos que los rendimientos de las líneas con fertilidad masculina desespigados, ya que es el proceso de desespigue causa con frecuencia daño a las plantas reduciendo por tanto su producción. Además, la energía que normalmente se consume en la formación de polen puede derivarse hacia la producción de semilla.

(Poehlman, 2005).

2.6 Empresas que producen semilla híbrida en México

Las empresas que se dedican a la producción de semilla híbrida en México son las que se citan a continuación en el cuadro 2:

Cuadro 2. Empresas productoras de semilla híbrida en México

EMPRESA	HÍBRIDO
Pioneer	3028W
	3066W
	30G40
	30G54
	30A32
	30G54
	30G57
	32D06
	30V46
Semilla Azteca	H – 135
	H – 50
	H – 48
	H – 40
	HIT – 7
Agricultura Alternativa	HS – 2
Asgrow	Leopardo Pantera
	APROS 31 ASPROS 48

Aspros	ASPROS 600 ASPROS 721 ASPROS 722 ASPROS 820 ASPROS 900 ASPROS 902 ASPROS 905 ASPROS 910 ASPROS 911 ASPROS 948 ASPROS 951
El Trébol	SB – 300 SB – 102
Xochitepelt	H – 52
Semillas TACSA, S.A. de C.V.	TACSA H – 90 TACSA H – 92 TACSA H – 99 TACSA H – 101 TACSA 2001
Impulsagro	H – 48 Puma 1075 Puma 1076 Puma 1167 Oro Ultra Chaparrita Cuateador Domador

(Rosenstein, 2005, Programa estratégico de maíz, 2008)

2.7 Importancia de la androestérilidad

El éxito del método moderno de mejoramiento basado en la producción de maíz híbrido aceleró la utilización del vigor híbrido en el mejoramiento de otras especies. Sin embargo, la necesidad de efectuar en muchas especies las

cruzas por procedimientos manuales laboriosos limitó la posibilidad de una más amplia adopción de éste método. El procedimiento para que la formación de híbridos sea facilitado considerablemente en la actualidad es mediante la utilización de líneas macho estériles. Esto elimina la necesidad del proceso laborioso de la emasculación en los sorgos, la cebolla, la remolacha azucarera, así como el desespigamiento de maíz. En las líneas de macho estéril las flores no producen anteras funcionales y por lo tanto no puede haber autopolinización. Si una línea de macho estéril se cultiva en aislamiento con una línea normal. La esterilidad masculina puede ser controlada por la acción de genes específicos o por mecanismos hereditarios en el citoplasma.

En México se están haciendo grandes esfuerzos para aumentar el rendimiento de grano de maíz debido a la importancia que tiene como alimento, forraje y materia prima para la industria. La siembra de variedades mejoradas, precedida por la producción y utilización de semilla de óptima calidad ofrece la perspectiva de un rápido y considerable aumento en la productividad de este cereal. Para lograrlo se efectúan investigaciones en aspectos básicos y tecnológicos de la producción de semilla. La práctica del desespigamiento en la producción de semilla híbrida de maíz, es crucial ya que de ello depende mantener la calidad genética de la semilla.

La utilización de diversos tipos y fuente de androesterilidad génica – citoplásmica ha abierto nuevos horizontes en la producción comercial de híbridos al permitir emplear líneas androestériles como progenitores femeninos (Stamp *et al.*, 2000), pues los costos disminuyen al eliminar la necesidad de desespigar.

En México, algunas instituciones públicas de investigación de enseñanza, y empresas privadas, han incorporado la androesterilidad citoplásmica en líneas elite de maíz. Según Tadeo *et al.* (2001), en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se dispone del esquema completo de androesterilidad para producir los híbridos comerciales H- 48 AE, H – 50 AE y H – 153 AE, y están en proceso programas

genotécnicos para incorporar la androestérilidad con maíces con alta calidad de proteína. (Martínez *et al.*, 2005).

2.7.1 Tipos de androestérilidad

Utilización de la Androestérilidad para la Producción de Semilla Híbrida

♦ Androestérilidad

Concepto: fenómeno que indica que el gameto masculino no es funcional.

Causas genéticas de la androestérilidad:

Controladas por:

- a. Genes Nucleares → Androestérilidad Génica
- b. Genes Citoplásmicos → Androestérilidad Citoplásmica
- c. Interacción de ambos → Androestérilidad Génico – Citoplásmica

Se utiliza en la mejora de plantas para la producción de cruzamientos controlados sin necesidad de emasculación del progenitor femenino.

a. Androestérilidad Génica:

Control: generalmente monogénico y recesivo “ms” (male sterility = androestéril). Se suele utilizar un subíndice cuando hay varios loci. Ejemplo: lima, cebada tomate, entre otros.

Algunas veces puede ser de control dominante o por interacción entre dominantes y recesivos.

Utilización de la Androestérilidad Génica

Supongamos que la androestérilidad está controlada por un gen ms.

Ms Ms → fértil

Ms ms → fértil

ms ms → androestéril

b. Androestérilidad Citoplásmica:

Control: factores citoplásmicos, se transmite de generación en generación siempre que se disponga de polinizador.

El citoplasma de la descendencia es exclusivamente materno. La descendencia de una planta androestéril será siempre androestéril. Ejemplo: maíz Texas.

c. Androestérilidad Génico – Citoplásmica:

La diferencia entre este tipo de androestérilidad y la citoplásmica radica en que la descendencia obtenida por el cruzamiento de una planta androestéril femenina y una fértil no tiene que ser necesariamente androestéril sino que depende del genotipo de la planta que actúa como parental masculino.

En la androestérilidad génico – citoplásmica, la regulación, en los términos más simples se debe a la interacción de un citoplasma estéril portador de ciertos factores con un par de alelos nucleares R, r, dando los siguientes fenotipos sexuales:

Utilización de la androestérilidad para la producción de semilla híbrida

(E) rr → androestéril

(E) Rr → hermafrodita o monóica

(E) RR → hermafrodita o monóica.

Y evidentemente, si el citoplasma no es portador de los factores indicados (N) el fenotipo será normal es decir: hermafrodita o monoica para cualquier combinación génico – citoplásmica (N) RR, (N) Rr, y (N) rr. Al gen R, dominante, se le llama restaurador de la fertilidad.

Los dos primeros tipos de androestérilidad (génica y citoplásmica) podrían considerarse casos particulares del tercero.

Si en una población vegetal se detectaran casos de esterilidad génica podría responder a la presencia de un citoplasma de tipo (E) y la pareja alélica R, r (Ms, ms).

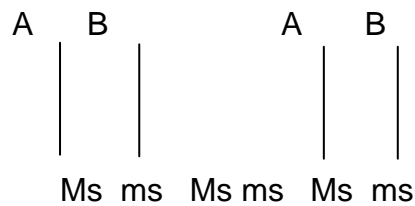
La androesterilidad de tipo citoplásmico se daría cuando en la población sólo existiera el gen r y los dos citoplasmas (E) y (N); así habría plantas normales (N) rr y plantas androestériles (E) rr.

Proceso a seguir para obtener semilla híbrida:

1. ms ms x Ms Ms

F₁: Ms ms se guarda parte de la semilla obtenida se guarda y el resto se siembra.

2. Siembra de la semilla en líneas alternas con la semilla de reserva Ms ms



$\frac{1}{4}$ MsMs

$\frac{1}{2}$ Ms/ ms

$\frac{1}{4}$ msms

Antes de la antesis se eliminan Ms Ms, Ms ms. Quedan sólo los ms ms que cuando se polinizan con B (Ms ms) $\frac{1}{2}$ Ms ms; $\frac{1}{2}$ ms ms.

Esta mezcla puede ser multiplicada indefinidamente recogiendo sólo las semillas en plantas ms ms.

La esterilidad masculina genética se manifiesta por medio de la actividad de genes nucleares que inhiben el desarrollo normal de las anteras y el polen. La etapa precisa en que se interrumpe el desarrollo del polen varía con la especie, o también con el gen específico que determina la esterilidad masculina.

La eficacia de un gen de esterilidad masculina puede evaluarse mediante el porcentaje de los granos de polen que son viables, o bien por el porcentaje de semilla producida.

La expresión de un gen particular puede ser completa de modo que no se formará semilla ni polen viable en las flores con esterilidad masculina, siempre que se hayan protegido para evitar el polen de fuentes externas; o bien la expresión del gen puede ser parcial, lo que permite que se formen pequeñas cantidades de polen viable y semilla; la expresión del gen puede variar con el ambiente. (Ramírez, 2006)

Si un gen de esterilidad masculina no inhibe virtualmente toda la producción de semilla no es estable en una amplia gama de ambientes, su utilidad en los programas de fitomejoramiento será limitada. (Téllez, 2008)

2.7.2 Problemas con la esterilidad masculina genética.

La dificultad que entraña la esterilidad masculina genética estriba en que no es posible obtener una población pura de plantas con esterilidad masculina mediante los procedimientos de cruce normales. En el caso del sorgo se propuso eliminar todas las plantas con fertilidad masculina antes de que el polen saliera al exterior de las anteras.

Este sistema se dejó de utilizar cuando se pudo disponer de la esterilidad masculina citoplásmica en este cultivo. Los sistemas para producir semilla híbrida que utilizan la esterilidad masculina genética son más complicados que los sistemas que emplean la esterilidad de tipo citoplásmico y los genes que restauran la fertilidad. Esto ha restringido su utilización. (Téllez, 2008).

2.7.3 Mejoramiento para androestérilidad citoplásmica

La esterilidad citoplásmica masculina causa el aborto del polen, dejando a las anteras desprovistas del polen. Generalmente no se afecta la fertilidad femenina. La esterilidad citoplásmica se hereda a través del citoplasma del óvulo del huevo, probablemente a través de los ácidos nucleicos de los plastidios, de las mitocondrias o de las entidades parecidas a un virus. Este

tipo de esterilidad a menudo se ha atribuido al balance interno nuclear – citoplásmico o a un efecto inhibitorio del citoplasma estéril. Muchas investigaciones recientes han mostrado complejas interacciones en los sistemas que sintetizan la proteína de los organelos y del núcleo, las cuales sugieren posibles mecanismos de tal balance interno. Se ha sugerido la existencia de mutación génica y un intercambio de segmentos de DNA entre el núcleo y los organelos, como una explicación de la esterilidad citoplásmica masculina.

Jugenheimer (1981) cita varios autores que hablan sobre la esterilidad citoplásmica masculina, como lo son: Rhoades (1931, 1933, 1951) describió la esterilidad citoplásmica masculina en el maíz. Este tipo de esterilidad evita que las espigas produzcan polen funcional. Se transmite a través del citoplasma de las células germinales, y no a través de los cromosomas, como ocurre con la mayoría de los caracteres. Josephson y Jenkins (1948), Gabelman (1949), Schwartz (1951), Rogers y Ewardson (1952), Rogers (1952), Jones (1953), Beckett (1954), Lengy Bauman (1955), Everett (1960) han estudiado diferentes fases de la esterilidad citoplásmica masculina.

La esterilidad masculina no ocurre normalmente en las líneas estándar, como la WF9. En consecuencia, el citoplasma estéril debe introducirse cruzando la WF9 con el material estéril y cruzando regresivamente la progenie con la WF9 de tres a cinco veces. Sólo se seleccionan las plantas estériles con las características de la WF9 en cada generación. Las sublíneas deben probarse en cruza simples para eliminarles los genes restauradores del polen. La WF9 seleccionada por esterilidad masculina se mantiene o se incrementa para usarla en la producción de semilla cruzándola con la WF9 normal, usando la variedad polen concebible podría ser el resultado de un tipo único de infección sistémica. Las plantas con polen fértil que resultasen de esta cruza pueden ser el resultado de contaminación o de reversión de los tipos estériles a los fértiles.

El uso de la esterilidad citoplásmica masculina reduce los problemas prácticos de los productores de semilla híbrida. La implementación de la esterilidad masculina y de los restauradores de la fertilidad puede eliminar gran parte del

desespigamiento actualmente necesario en la producción de semilla de maíz híbrido. (Jugenheimer, 1981).

2.7.4 Modelo que explica la determinación genética de la Androestérilidad

Génico – Citoplásmica.



Según la interacción entre núcleo y citoplasma aparecen estos fenotipos:

(E) rr → androestéril

(E) Rr → fértil

(E) RR → fértil

(N) rr → fértil

(N) Rr → fértil

(N) RR → fértil

(Ramírez, 2006)

2.7.5 Uso de Androestérilidad en el incremento de semilla

Cada espiga de maíz es capaz de producir de cinco a 27 millones de granos de polen, y por ello es fundamental desespigar de manera oportuna y adecuada para obtener la calidad e identidad genética correspondiente; este proceso implica, además, costos por uso de jornales y de esta manera el empleo de la androestérilidad es un mecanismo que facilita la producción de semilla híbrida (Tadeo *et al.*, 2001).

La utilización de la androestérilidad génico – citoplásmica con el propósito de explotar la heterosis varía en relación a la especie que se quiera aprovechar ya sea la parte vegetativa o la semilla y en este caso que se comercialice el híbrido simple o el doble.

La obtención de semilla híbrida que muestre vigor híbrido lleva aparejado el manejo de 3 líneas:

A = androestérilidad de constitución (E) GG rr

B = conservadora de constitución (N) GG rr

C = polinizadora de constitución indiferente con la condición de que sea fértil

(E) G' G' RR

(E) G'G' Rr

(N) G'G' RR

(N) G'G' Rr

(N) G'G' rr

G y G' → genotipo nuclear excepto R y r

La conservación de los individuos (E) rr se hace mediante cruzamiento con (N) rr obteniéndose individuos (E) rr.

Ejemplo:

La conservación de la línea A se hace mediante cruzamiento con B.

$$A = \text{♀} (E) GG rr \quad \times \quad \text{♂} (N) GG rr \quad \text{-----} \quad B$$
$$A = (E) GG rr$$

El cruzamiento entre A y una variedad fértil P da lugar a la “semilla híbrida comercial”.

$$\text{♀} A (E) GG rr \quad \times \quad \text{♂} P (N) G' G' RR$$

(E) GG' Rr = semilla híbrida.

La conservación de los individuos (E) rr se hace mediante cruzamiento con (N) rr obteniéndose individuos (E) rr (Ramírez, 2006).

2.7.6 Problemas de androesterilidad

El método original para utilizar la androesterilidad eliminaba solo en parte el desespigamiento necesario en el método ordinario para producir semilla híbrida. Deben mezclarse las semillas producidas por la técnica nueva y la antigua, con el fin de producir suficiente polen en el campo del agricultor. Debe tenerse mucho cuidado de que esta mezcla se haga bien. Los agricultores pueden atribuir el llenado deficiente de las mazorcas a la presencia de espigas con esterilidad masculina. La utilización de genes restauradores de la fertilidad elimina estas objeciones.

El uso de la esterilidad masculina no eliminará la necesidad de inspeccionar cuidadosamente los campos de semilla durante la época de polinización. De hecho, la inspección necesita ser más cuidadosa y oportuna que nunca. Algunos materiales androestériles esparcen un poco de polen bajo ciertas condiciones. La localización de las plantas particulares que esparcen polen es difícil. El polen esparcido por las llamadas plantas estériles progenitoras parentales de mazorca ocasionan endogamia y por tanto, menores rendimientos para el agricultor.

El desespigamiento de la superficie de semilla híbrida en Estados Unidos costaba a los productores de semilla más de 25 millones de dólares al año, de acuerdo con Jugenheimer 1981. La suma de los gastos para transferir la esterilidad masculina y el complejo restaurador del polen a líneas nuevas y el método más complicado y costoso de producir semilla básica, equipara parcialmente los 25 millones de dólares que podrían ahorrarse mediante la eliminación del desespigamiento. La superficie de semilla híbrida producida anualmente en Estados Unidos deberá ser de 75 millones de acres (30,375,000 Ha) de maíz. En consecuencia, el costo de 25 millones de dólares del desespigamiento ascendería a sólo cerca de 33 centavos por acre lo cual resulta insignificante comparado con los costos usuales.

La transferencia de esterilidad masculina y de restauradores de la fertilidad del polen de una línea a otra es una operación complicada, altamente técnica y

que consume mucho tiempo. Se necesitan varios años para desarrollar y probar concienzudamente las nuevas líneas puras. La incorporación de esterilidad a nuevas líneas después de que han sobrevivido a los procedimientos necesarios de desarrollo y de prueba, retrasa en forma considerable un programa de fitomejoramiento.

La esterilidad masculina y los restauradores de polen pueden transferirse de una línea a otra por procedimientos adecuados de mejoramiento. Sin embargo, esta transferencia puede estar acompañada por la transferencia de otros genes que afectan caracteres agronómicos estables. Por lo tanto, el desempeño de una línea puede mejorar o empeorar. Es necesaria una prueba completa para asegurarse de que el comportamiento de otros caracteres que son el resultado de mejoramiento no resulte cambiado por la incorporación del complejo de esterilidad.

Los campos de semilla híbrida continúan necesitando inspecciones cuidadosas y oportunas. Productores de semilla, estaciones experimentales y agencias de certificación deben comprobar el desempeño de los híbridos producidos por líneas con esterilidad masculina. Los cambios en el desempeño de las líneas, cruza simple, cruza de tres elementos y cruza doble volverán a causar el difícil pero familiar problema de la certificación. Scott (1952, citado por Jugenheimer, 1981) estudió las estipulaciones de certificación para los híbridos de esterilidad masculina (Jugenheimer, 1981).

2.8 Mezclas de semilla androestéril y fértil

Algunos híbridos no poseen la capacidad restauradora en sus líneas macho, por lo que es necesario acrecentar la semilla androestéril y fértil de cada híbrido y mezclar la semilla de ambas versiones para asegurar la polinización de todas las plantas y que por ende va dar como resultado el incremento de la producción de grano o bien el aumento del rendimiento.

La mezcla consiste, como su nombre lo indica, en combinar porcentajes de semilla del híbrido androestéril con el híbrido fértil, este procedimiento es

llevado a cabo por las empresas productoras de semilla, tanto nacionales como estadounidenses que implementan la esterilidad masculina

La semilla resultante de esta mezcla es la que se vende a los productores y la que debe asegurar el grado necesario de fertilidad masculina en las plantaciones comerciales (Julén, 1987).

Sin embargo, la mezcla no sería necesaria mediante la utilización de líneas masculinas con genes restauradores de la fertilidad y, en consecuencia, ya tampoco sería necesaria la producción de híbridos con progenitores de la fertilidad normal y la emasculación. (Delorit y Alhgron, 1986, Tadeo *et al.*, 2001).

2.9 Factores que afectan el rendimiento de grano

Es fundamental determinar las características clave que controlan la fluctuación en rendimiento de grano. Los factores que afectan el rendimiento de grano son:

- ♦ Fecha de siembra
- ♦ Condiciones del cultivo
- ♦ Condiciones climáticas
- ♦ Niveles de fertilizante
- ♦ Distancia de siembra

Sin embargo en este trabajo se enfocará en el factor fecha de siembra:

- ♦ Fecha de siembra: mientras más tardía es la siembra, menor es el número de días a emergencia y de emergencia a emisión de estigma. Debido a un efecto de diferencia de temperatura en las fechas de siembra. Aun cuando el intervalo desde la siembra a la emergencia de los estigmas es más corto en la siembra más tardía, la fecha de emisión de los estigmas es más temprana y el intervalo entre emisión de los estigmas a cosecha es más largo en las siembras más tempranas que en las más tardías.

(Tanaka, Yamaguchi, 1984)

2.10 Características agronómicas de los híbridos PUMA 1075 y PUMA 1076

2.10.1 Híbrido PUMA 1075

Es un híbrido trilineal, con 150 días de madurez fisiológica, tiene aceptable uniformidad en altura de planta (245 cm.) y mazorca (153 cm.). La floración masculina se presenta a los 85 días y la floración femenina a los 86 días, el ciclo vegetativo del PUMA – 1075, desde la siembra hasta madurez fisiológica, es de 147 a 158 días, presenta cubrimiento de espiga por la hoja bandera en 50% de plantas en antesis.

El rendimiento promedio del híbrido Puma 1075 es de 9326 Kg.ha⁻¹, el rendimiento potencial experimental es de 12000 kgha⁻¹, en el Valle de México, Cuautitlán, México. Prospera en condiciones de buen temporal o humedad residual y en punta de riego; su adaptación puede extenderse a los estados de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Michoacán, en sitios de 2100 a 2600 msnm. (Tadeo *et. al.*, 2005)

2.10.2 Híbrido PUMA 1076

Es un híbrido de ciclo intermedio de 150 días y conformados por tres líneas, su altura de planta y mazorca es de 248 y 161 cm, la floración masculina se presenta a los 86 y 84 días, la madurez fisiológica se logra a los 156 días, las mazorcas son de forma cónicas y constan de 16 hileras, con 16.3 cm y 16.0 cm, en el Puma – 1076 no presenta cubrimiento de espiga por la hoja bandera.

El rendimiento promedio del híbrido Puma 1076 fue de 9000 kgha⁻¹, el rendimiento potencial experimental es de 12000 kgha⁻¹, en el Valle de México, Cuautitlán, Mex., Valle de Puebla, Tlaxcoapan y Apan Hidalgo, y en Tlaxcala. Su adaptación puede extenderse a los estados de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Michoacán, en sitios de 2100 a 2600 msnm (Tadeo *et. al.*, 2004)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

3.1.1 Localización

El trabajo se llevó a cabo en la parcela 7 del Campo Experimental de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 4, UNAM , Municipio de Cuautitlán Izcalli Estado de México, ubicado a los 19° 11' 42" de Latitud Norte y 99° 41' 35" de Longitud Oeste; con una altitud de 2274 msnm.

3.1.2 Clima

La zona se clasifica según el sistema de Koppen, modificado por García como: Cb (w2) (i'); esto es templado subhúmedo con régimen de lluvia en verano y poca oscilación térmica.

(Menera, 1998)

3.1.3 Temperatura

La temperatura media anual es de 15.7°C, el mes más frío es de enero con 11.8°C en promedio, con 2.3°C de temperatura mínima y máxima de 26.5°C. (Vázquez, 1998).

3.1.4 Precipitación

El promedio de la precipitación a nivel local es de 583.5 mm / año*.

(González, 2007)

3.1.5. Suelo

De acuerdo con el sistema FAO – DETENAL citado por De la Teja (1982), los suelos de la FES – Cuautitlán han sido clasificados como vertisoles pélicos y presentan una textura fina, son suelos arcillosos; son suelos pesados difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y cuando se secan son duros, forman grietas profundas y pueden ser impermeables al agua de riego y / o de lluvia (FAO – 1968). Tienen un pH de 6 a 7. (Solano, 1998).

3.2. Material genético

Se emplearon los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, cada uno de ellos en diferentes combinaciones (mezclas) de semilla, que fueron de 100% androestéril y 0% fértil en orden descendente hasta llegar a 0% androestéril y 100% fértil. Cuadro 3.

Cuadro 3. Material Genético utilizado en la evaluación de la capacidad productiva de diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril de dos híbridos Pumas de Maíz.

	Genotipo	% DE SEMILLA			Genotipo	% DE SEMILLA	
		Fértil	AE*			Fértil	AE
1	PUMA 1075	100	0	12	PUMA 1076	100	0
1	PUMA 1075	90	10	13	PUMA 1076	90	10
3	PUMA 1075	80	20	14	PUMA 1076	80	20
4	PUMA 1075	70	30	15	PUMA 1076	70	30
5	PUMA 1075	60	40	16	PUMA 1076	60	40
6	PUMA 1075	50	50	17	PUMA 1076	50	50
7	PUMA 1075	40	60	18	PUMA 1076	40	60
8	PUMA 1075	30	70	19	PUMA 1076	30	70
9	PUMA 1075	20	80	20	PUMA 1076	20	80
10	PUMA 1075	10	90	21	PUMA 1076	10	90
11	PUMA 1075	0	100	22	PUMA 1076	0	100

*AE androestéril

3.3. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones.

El análisis estadístico se realizó como factorial, el cual consiste en hacer todas las combinaciones posibles con diversas modalidades de cada factor en estudio, y considera cada factor como un tratamiento independiente. (De la Loma, 1982)

Los factores de variación serán:

- ♦ 2 fechas de siembra.
- ♦ 2 híbridos.

- ♦ Combinaciones de semilla androestéril y fértil.

3.4. Manejo del cultivo

3.4.1. Fertilización

El tratamiento fertilizante que se aplicó fue 80 – 40 – 00, empleando como fuentes:

- ♦ Nitrato de amonio
- ♦ Sulfato de calcio triple

Esto se llevó a cabo, al momento de hacer el surcado.

3.4.2. Fecha de siembra

- ♦ Primera siembra: 21 de junio del 2007

- ♦ Segunda siembra: 28 de junio 2007

3.4.3. Control de maleza

Se realizaron dos aplicaciones, de tipo mecánico y manual.

El control de maleza consistió en hacer dos aplicaciones con:

- ♦ 3 litros de Sanson/ ha.
- ♦ 3 litros de Hierbamina/ ha.
- ♦ 3 kilogramos de Gesaprim / ha.

La primera aplicación fue el 29 de junio del 2007, se aplicó con una aspersora.

La segunda aplicación fue el 13 de julio del 2007, se aplicó con una aspersora.

3.5. Variables evaluadas

Las variables que se analizaron fueron:

3.5.1 Rendimiento: se calcula con la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento} = (\text{P.C} \times \% \text{M.S} \times \% \text{G} \times \text{F.C}) / 8600$$

Donde:

P.C= Peso de Campo de la totalidad de las mazorcas cosechadas por parcela expresada en kilogramos.

% M.S = Porcentaje de Materia seca de la muestra de grano de 5 mazorcas recién cosechadas.

%G = Porcentaje de grano producto de la relación grano olote es decir, se obtiene del cociente del peso de 5 mazorcas sin olote y el peso de 5 mazorcas con olote multiplicado por 100.

F.C = Factor de conversión para obtener rendimiento por hectárea, se obtiene al dividir $10,000 \text{ m}^2$ / el tamaño de la parcela útil en m^2 .

8600 = es una constante para estimar el rendimiento con una humedad comercial del 14%.

Expresado en kg ha^{-1} .

3.5.2 Floración masculina: Se toma en cuenta desde el momento en que se realiza la siembra hasta que ha aparecido el 50% de las espigas, que tiran polen.

3.5.3 Floración femenina: Se hace el conteo desde que se siembra hasta la aparición del 50% de los estigmas y una vez que estos cuentan con 2 o 3 cm. de longitud.

3.5.4 Altura de planta: Se toman 5 plantas aleatoriamente y se mide desde la base hasta el inicio de la panoja.

3.5.5 Altura de mazorca: Se escogen 5 plantas al azar, midiendo la longitud comenzando de la base de la planta hasta el nudo donde se encuentra la mazorca más alta.

3.5.6 Mazorcas buenas: se hace una separación de mazorcas sanas para contarlas, tomando como criterio que debe de tener menos del 50% de daño para poder considerarse una mazorca buena.

3.5.7 Mazorcas malas: las mazorcas que tienen un daño superior al 50% de daño se consideran como mazorcas malas.

3.5.8 Plantas cosechadas: se refiere al número de plantas que tuvieron mazorcas.

3.5.9 Peso volumétrico: se toman 5 mazorcas y se desgranar, se pesan en una balanza hectolítrica para obtener la relación de la muestra a un litro (expresado en kg hl^{-1}).

3.5.10 Sanidad de mazorca: utilizando una escala de 1 (mazorca con mayor daño, a partir de aquí va en orden ascendente y dependiendo del daño que exista en la mazorca) a 10 (mazorca sin daño), considerando los daños en cuanto a enfermedades que presente cada mazorca.

3.5.11 Sanidad de planta: utilizando una escala de 1 (planta con mayor daño, a partir de aquí va en orden ascendente y dependiendo del daño que exista en la planta) a 10 (planta sin daño), considerando los daños en cuanto a enfermedades que presente cada planta.

3.5.12 Cuateo: se consideran las plantas que tienen 2 mazorcas.

3.5.13 Peso de 200 granos: se desgranada de 5 mazorcas y se hace el conteo de 200 grano que posteriormente serán pesados (expresado en g).

3.5.14 Longitud de mazorca: se miden 5 mazorcas al azar desde la base hasta la punta y luego se realiza un promedio.

3.5.15 Hileras por mazorca: considerando 5 mazorcas elegidas al azar se cuenta cada una de las hileras por mazorca y se realiza un promedio final.

3.5.16 Granos por hilera: con 5 mazorcas elegidas al azar se cuenta cada uno de los granos contenidos en cada hilera y se promedia.

3.5.17 Diámetro mazorca: a cada una de las 5 mazorcas desde la parte media de la se le midió con un vernier en centímetros.

3.5.18 Diámetro de olote: posteriormente de desgranar las 5 mazorcas, se midió la parte media con un vernier.

3.5.19 Granos por mazorca: de las 5 mazorcad elegidas al azar se hace un promedio de los granos que se obtuvieron por mazorca.

3.5.20 % de materia seca: tomando una muestra de 250 gramos de gano por parcela, de las mazorcas buenas, se obtuvo la humedad del grano en porcentaje (%) por medio de un determinador eléctrico tipo stenlite, para posteriormente restarle el 100%.

3.5.21 % de grano: se obtiene con la siguiente formula:

$$\frac{\text{Peso de 5 mazorcas sin olote}}{\text{Peso de 5 mazorcas con olote}} \times 100$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primera fecha de siembra.

Al llevar a cabo los análisis de varianza para las diferentes variables evaluadas, se obtuvo la información que se presenta en el cuadro 4, donde se incluyen los resultados de los cuadrados medios y significancia estadística para los factores: tratamientos, repeticiones, mezcla de semilla y tratamientos por mezcla de semilla, de las variables evaluadas en híbridos de maíz Puma en Cuautitlán México 2007 en la primera fecha de siembra (21 – 06 – 07).

Para la variable **rendimiento**, se aprecia significancia a nivel de probabilidad 0.05 de probabilidad para el factor híbridos, pero no se detectaron diferencias significativas para los factores: mezcla de semilla, repeticiones, tampoco para la interacción híbridos por mezcla de semilla. La media de rendimiento fue de 6867 kg ha^{-1} y el coeficiente de variación de 18.7 %.

Respecto a las variables **altura de planta** y **altura de mazorca**, se encontró que es altamente significativo para el factor de variación híbridos, no así para: mezcla de semilla, repeticiones y la interacción híbridos por mezcla de semilla, los cuales no fueron significativos. La media de altura de planta fue de 227 cm y altura de mazorca 115 cm y el coeficiente de variación fue de 12.4 % y 26.0 % para altura de planta y altura de mazorca respectivamente.

Lo que concierne al **peso de 200 granos** se presentó diferencia estadística significativa en el factor de variación híbridos y la interacción híbridos por mezcla de semilla, pero en el caso de repetición y mezcla de semilla no fue significativa.

Para las variables **floración masculina** y **floración femenina** no se detectaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los factores de variación.

Cuadro 4. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primera fecha de siembra.

Variable	Híbrido	Repeticiones	Mezcla de semilla	Híbrido x mezcla de semilla	Media	Coefficiente variación (%)
Rendimiento kg ha^{-1}	2161 * 404	2981799 NS	31217 NS 35	3844698 NS	6867	18.7
Floración masculina (días)	7 NS	6 NS	3 NS	3 NS	79	2.3
Floración femenina (días)	0.37 NS	9 NS	0.44 NS	5 NS	79	2.6
Altura de planta (cm.)	8096 **	850 NS	598 NS	392 NS	227	12.4
Altura de mazorca (cm.)	8500 **	1721 NS	756 NS	1136 NS	115	26.0
Peso volumétrico kg hl^{-1}	9 NS	370 NS	657 NS	972 NS	674	4.1
Peso de 200 g	97 *	28 NS	34 NS	56 *	43.3	11.2

*Significativo ** Altamente significativo NS: No significativo Probabilidad P_1 0.01 y P_1 0.05

4.2. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en dos híbridos Pumas de maíz, considerando la media de diferentes combinaciones de mezcla de semilla fértil y androestéril en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primer fecha de siembra.

En el cuadro 5 se muestran las comparaciones de medias para diversas variables evaluadas en dos híbridos Pumas de maíz, considerando las medias de diferentes combinaciones de mezcla de semilla, en el experimento llevado a cabo en Cuautitlán México 2007, en la primera fecha de siembra.

En la variable **rendimiento**, no hubo diferencia estadística entre los dos híbridos de maíz, sin embargo numéricamente el híbrido Puma 1075 expreso mayor rendimiento (7048 kg ha^{-1}), diferente estadísticamente con respecto a

Puma 1076 que rindió 6686 kg ha^{-1} , teniendo una D. S. H. (0.05) de 639 kg ha^{-1} , lo cual es significativo para el agricultor (Cuadro 5).

Para las variables **floración masculina, floración femenina y peso volumétrico**, los dos híbridos muestran estadísticamente similar comportamiento, lo que se observa por el mismo grupo de significancia en la comparación de medias (Cuadro 5).

En los casos de las variables **altura de planta, altura de mazorca** se confirmó que existe comportamiento estadísticamente distinto entre los dos híbridos, lo que se observa al ubicarse en grupos de significancia diferente cada uno de los híbridos, con letra diferente (Cuadro 5).

Respecto al **peso de 200 granos** se observa que el híbrido Puma 1076, presentó una media (44 g) diferente significativamente con respecto a Puma 1075 (42 g).

Cuadro 5. Comparación de medias entre híbridos Pumas de maíz para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril. Cuautitlán, México, ciclo primavera – verano 2007. Primer fecha de siembra.

Variable	Híbrido				D. S. H. (0.05)
	1		2		
	Genotipo				
	PUMA 1075		PUMA 1076		
Rendimiento (kg ha^{-1})	7048	A	6686	A	639
Floración masculina (días)	78	A	79	A	1
Floración femenina (días)	79	A	79	A	1
Altura de planta (cm)	238	A	215	B	14
Altura de mazorca (cm)	125	A	103	B	15
Peso volumétrico (kg hl^{-1})	673	A	673	A	14
Peso de 200 granos (g)	42	B	44	A	2.41

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$).

4.3. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primer fecha de siembra.

Dado que en ninguna de las variables evaluadas, se detectaron diferencias estadísticas significativas en los análisis de varianzas, como ya se señaló, la comparación de medias, para cada una de las variables, se declara sólo un grupo de significancia, lo que confirma, los resultados de los diferentes análisis de varianza, para rendimiento y cada una de las variables evaluadas, que se muestran en el cuadro 6. El porcentaje que representa el rendimiento (kg ha^{-1}), de cada una de las combinaciones de semilla fértil y androestéril, considerando como referente cuando es 100 % de semilla fértil y cero porcentaje de semilla androestéril. De esta manera, la combinación 60 % semilla fértil y 40 % semilla androestéril, fue la única combinación con porcentaje muy similar a la referencia, ya que fue 98.3 %, en cambio en el resto de las combinaciones, hubo incrementos, es decir por arriba del 100 %, desde 110.4 % hasta 134.3 %, con respecto al 100 % de referencia.

En el caso de la mezcla cero semilla fértil y 100 % semilla androestéril, el rendimiento fue 6751 kg ha^{-1} , que equivale a 113.8 %, con respecto al rendimiento 5933 kg ha^{-1} , cuando es 100 % fértil, cabe aclarar que en este caso, no sería utilizable en la práctica semilla 100 androestéril. Otras combinaciones que podrían utilizarse como 90 % androestéril 10% semilla fértil, rindió 110.4 % con respecto a 100 % fértil, o bien 70 % androestéril y 30 % fértil, el rendimiento representó 128.4 % con relación a 100 % fértil, estas diferencias en porcentajes, si bien estadísticamente se declaran similares, numéricamente se aprecia la tendencia a una cierta ventaja cuando se emplea semilla androestéril, lo que se debe como se reporta en la literatura al efecto por la menor demanda de fotosintatos cuando no hay producción de polen.

Cuadro 6. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primer fecha de siembra.

Mezcla (%)		Rendimiento (kg/ha)	Porcentaje vs AE/fértil	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Peso volumétrico (kg/ha)	Peso de 200 granos (g)
Fértil	AE*								
100	0	5933 A	100.0	78 A	681 A	234 A	112 A	681 A	45 A
90	10	7966 A	134.3	78 A	676 A	226 A	117 A	676 A	46 A
80	20	7087 A	119.4	78 A	671 A	222 A	114 A	671 A	42 A
70	30	7828 A	131.9	78 A	685 A	243 A	129 A	685 A	43 A
60	40	5834 A	98.3	78 A	654 A	229 A	132 A	654 A	45 A
50	50	7078 A	119.3	79 A	678 A	211 A	106 A	678 A	38 A
40	60	6514 A	109.8	79 A	672 A	234 A	120 A	672 A	46 A
30	70	7618 A	128.4	80 A	658 A	215 A	100 A	658 A	43 A
20	80	6377 A	107.5	79 A	670 A	219 A	98 A	670 A	43 A
10	90	6550 A	110.4	79 A	678 A	237 A	123 A	678 A	44 A
0	100	6751 A	113.8	79 A	688 A	225 A	108 A	688 A	42 A
D.S.H. (0.05)		2524		4	4	55	58	55	10

AE* = androestéril

4.4. Comparación de medias para diversas variables evaluadas en la interacción híbridos x diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en el experimento de Cuautitlán, Izcalli, México para el ciclo primavera – verano 2007, primera fecha de siembra.

En el cuadro 7 se presenta la comparación de medias de la interacción de híbridos x diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril, con base en la significancia estadística, las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas fue en peso de 200 semillas, en el resto de las variables no hubo diferencias estadísticas significativas.

En forma numérica, es interesante observar que los resultados obtenidos para la variable **rendimiento** el genotipo PUMA 1075 en la proporción 70% fértil y 30% androestéril tuvo los valores más altos, con un rendimiento de 8989 Kg ha^{-1} , seguido por el genotipo PUMA 1076 en la proporción 30% fértil y 70% androestéril el cual alcanzó un rendimiento de 8172 Kg ha^{-1} , así pues el genotipo PUMA 1076 en la proporción 90% fértil y 10% androestéril rindió 7979 Kg ha^{-1} . Sin embargo el genotipo que rindió menos fue el PUMA 1076 en la proporción 100% fértil y 0% androestéril con un valor de 4145 Kg ha^{-1} ; y la proporción 60% fértil y 40% androestéril con 5185 Kg ha^{-1} .

El porcentaje que representa el rendimiento (kg ha^{-1}), de cada una de las combinaciones de semilla fértil y androestéril, considerando como referente cuando es 100 % de semilla fértil y cero porcentaje de semilla androestéril para ambos genotipos. De esta manera en el caso del genotipo PUMA 1075, la combinación 90 % semilla fértil y 10 % semilla androestéril, fue la única combinación con porcentaje muy similar a la referencia, ya que fue 74.9 %, en cambio en el resto de las combinaciones, hubo incrementos, es decir por arriba del 100 %, que llegó hasta 134.3 %. El híbrido PUMA 1076 tuvo los rendimientos más bajos en la combinación 100% fértil y 0% androestéril, por lo que todas las combinaciones estuvieron por arriba del 100%, el mayor porcentaje fue de 197.1% en la combinación 30% fértil y 70% androestéril.

En el caso de la variable **peso de 200 granos** el genotipo **PUMA 1076** en la proporción 10% fértil y 90% androestéril alcanzó el peso más elevado con 55 g, seguido por el mismo genotipo pero en la proporción 60% fértil y 40% androestéril que tuvo 48 g. Por otra parte el genotipo PUMA 1075 tuvo los pesos más bajos en las proporciones 90% fértil y 10% androestéril con 36 g.; y la proporción 50% fértil y 50% androestéril con el mismo valor, así pues el PUMA 1076 en la proporción 50% fértil y 50% androestéril obtuvo un peso de 39 g.

En la variable **floración masculina** genotipo **PUMA 1076** obtuvieron días muy tardíos a floración en las proporción 50% fértil y 50% androestéril; 40% fértil y 60% androestéril; y 10% fértil y 90% androestéril con 80 días, además el genotipo PUMA 1075 en la proporción 80% fértil y 20% androestéril tuvo 77 días a floración, al igual que el genotipo 1076 100% fértil y 90% androestéril; y 90% fértil y 10% androestéril.

Para la variable **floración femenina** el genotipo que obtuvo los días mas tardíos fue el **PUMA 1076** en la proporción 40% fértil y 60% androestéril con un valor de 81 días, seguido por la proporción 10% fértil y 90% androestéril con 80 días. Por otra parte este mismo genotipo en la proporción 100% fértil y 0% androestéril obtuvo 77 días a floración el cual fue el valor más bajo.

Respecto a la variable **altura de planta** el genotipo **PUMA 1075** en las proporciones 70% fértil y 30% androestéril y 40% fértil y 60% androestéril obtuvo una altura de 256 cm., la cual fue la altura con mayor valor numérico. En contraste el genotipo PUMA 1076 obtuvo los valores menores en la proporción 30% fértil y 70% androestéril midió una altura de 195 cm., finalmente este mismo genotipo en la proporción 50% fértil y 50% androestéril alcanzó una altura de 206 cm..

A cerca de la variable **altura de mazorca** el genotipo que tuvo una mayor altura fue el **PUMA 1075** en las proporciones 60% fértil y 40% androestéril con un valor de 1.65 cm. y la proporción 70% fértil y 30% androestéril con 165 cm. Sin embargo el mismo genotipo pero en la proporción 20% fértil y 80%

androestéril alcanzó una altura más baja de tan solo 80 cm.; el genotipo PUMA 1076 también obtuvo una altura baja de 87 cm. en la proporción 30% fértil y 70% androestéril.

Lo que concierne a la variable **peso volumétrico** el genotipo **PUMA 1075** consiguió un mejor peso en la proporción 10% fértil y 90% androestéril con 976 kg hl^{-1} , el PUMA 1076 tuvo 868 kg hl^{-1} en la proporción 100% fértil y 0% androestéril. En contra parte este mismo genotipo fue el más bajo presentando un valor de 643 kg hl^{-1} en la proporción 60% fértil y 40% androestéril y 646 g en la proporción 30% fértil y 70% androestéril.

Cuadro 7. Comparación de medias de las diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, primer fecha de siembra.

Híbrido	% mezcla de semilla		Variable							
	Fértil	Andro estéril	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Porcentaje vs AE/fértil	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (cm.)	Altura de mazorca (cm.)	Peso volumétrico (kg hl ⁻¹)	Peso de 200 granos (g)
Puma 1075	100	0	7721	100.0	78	80	248	126	675	46
Puma 1075	90	10	7979	103.3	78	79	240	134	651	36
Puma 1075	80	20	7162	92.7	77	80	233	131	690	41
Puma 1075	70	30	8989	116.4	78	79	256	158	686	44
Puma 1075	60	40	6483	83.9	78	79	228	165	665	42
Puma 1075	50	50	7012	90.8	78	78	215	114	668	36
Puma 1075	40	60	7164	92.7	78	78	256	128	660	46
Puma 1075	30	70	7062	91.4	79	80	233	112	668	42
Puma 1075	20	80	5975	77.3	78	78	227	80	663	43
Puma 1075	10	90	5789	74.9	78	78	242	124	976	42
Puma 1075	0	100	6184	80.0	79	79	228	109	700	42
Puma 1076	100	0	4145	100.0	77	77	221	98	868	44
Puma 1076	90	10	7952	191.8	77	78	212	99	700	55
Puma 1076	80	20	7011	169.1	78	78	211	98	651	42
Puma 1076	70	30	6666	160.8	78	80	220	100	683	42
Puma 1076	60	40	5185	125.0	79	78	231	99	643	48
Puma 1076	50	50	7143	172.3	80	80	206	99	686	39
Puma 1076	40	60	5863	141.4	80	81	212	110	683	45
Puma 1076	30	70	8172	197.1	79	79	195	87	646	42
Puma 1076	20	80	6778	163.5	79	79	210	114	676	42
Puma 1076	10	90	7310	176.3	80	80	232	122	678	46
Puma 1076	0	100	7317	176.5	78	78	221	106	676	41

4.5. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.

En el cuadro 8 se presentan los valores obtenidos de los análisis de varianza para los cuadrados medios y significancia estadística para los factores: híbridos, repeticiones, mezcla de semilla e híbridos por mezcla de semilla, de las variables evaluadas en híbridos de maíz Puma en el Rancho Almaraz, ubicado en Cuautitlán Izcalli, México, durante la primavera – verano de 2007, segunda fecha de siembra.

Para la variable **rendimiento** se observan una significancia alta a nivel de 0.05 de probabilidad para el factor de variación mezclas de semilla, se aprecia significancia para el factor interacción genotipo por mezcla de semilla pero no se detectaron diferencias significativas para los factores: híbridos y repeticiones. La media de rendimiento fue de 1362 kg ha^{-1} y el coeficiente de variación de 19.8 %.

En la variable **floración masculina** se detectó diferencia significativa en los factores de variación: mezcla de semilla e híbrido por mezcla de semilla, sin embargo para los factores: híbrido y repeticiones no se detectaron diferencias significativas, teniendo una media de 76 días a floración masculina con un coeficiente de variación de 1.86%.

Referente a la variable **floración femenina** se encontró que es altamente significativo en los factores de variación: repeticiones e híbrido por mezcla de semilla, no obstante para los factores: híbridos y mezcla de semilla no se detectaron diferencias significativas. La media de los días a floración fue de 76 y el coeficiente de variación fue de 2.09%.

Para la variable **altura de planta** se detectó diferencia altamente significativa en el factor de variación: híbridos, en cuanto a los factores: mezcla de semilla e híbridos por mezcla de semilla, fue significativo, para el factor repeticiones no

se detectaron diferencias significativas. La media de la altura de planta fue de 245 cm. y el coeficiente de variación fue de 5.11%.

Para la variable **altura de mazorca** no se detectaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los factores de variación.

Relativo al **peso volumétrico** se observa una significancia para el factor de variación híbrido, pero no se detectaron diferencias significativas para: repeticiones, mezcla de semilla e híbridos por mezcla de semilla.

En cuanto al **peso de 200 semillas** solo para el factor de variación repeticiones es significativo, pero no se detectaron diferencias significativas para los factores: híbrido, mezcla de semilla e híbridos por mezcla de semilla.

Cuadro 8. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.

Variable	Híbrido	Repeticiones	Mezcla de semilla	Híbrido x mezcla de semilla	Media	Coeficiente de variación (%)
Rendimiento	656079 NS	13310 NS 31.75	60663 ** 34.00	3847792.4 *	1362	19.85
Floración masculina	5.01 NS	6.06 NS	5.36 *	4.22 *	76	1.86
Floración femenina	4.06 NS	26.72 **	3.00 NS	8.02 **	76	2.09
Altura de planta	2412 **	15.51 NS	350.94 *	394.28 *	245	5.11
Altura de mazorca	936 NS	47.51 NS	469.64 NS	467.34 NS	138	12.52
Peso volumétrico	1693 *	0.37 NS	255.37 NS	425.37 NS	672	3.23
Peso de 200 g	14 NS	136.74 *	11.36 NS	30.07 NS	43	10.58

*Significativo ** Altamente significativo

NS: No significativo Probabilidad P₁ 0.01 y P₁ 0.05

4.6. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en híbridos Pumas de maíz en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.

En el cuadro 9 se muestran las comparaciones de medias para diversas variables evaluadas en híbridos Pumas de maíz, utilizando las medias que consideran las diferentes combinaciones de mezcla de semilla, en el experimento llevado a cabo en Cuautitlán México 2007 con la segunda fecha de siembra.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la variable **rendimiento**, estadísticamente ambos híbridos tuvieron el mismo comportamiento, sin embargo numéricamente se aprecia que el híbrido PUMA 1075 tuvo un mayor rendimiento (7001 Kg ha^{-1}), la D. S. H. (0.05) fue de 677.

Lo que corresponde a las variables: **floración masculina, altura de planta, altura de mazorca y peso volumétrico**, se puede apreciar fácilmente que no hay diferencia mínima significativa, entre los dos híbridos, es decir existió un comportamiento análogo entre ambos híbridos.

Respecto a la variable **floración femenina**, se confirmó que existe comportamiento estadísticamente distinto entre los dos híbridos, lo que se observa al ubicarse en grupos de significancia diferente cada uno de los híbridos, con letra diferente.

En el caso de la variable **peso de 200 granos** se observa que el híbrido Puma 1076, presentó una media de 44g, diferente significativamente con respecto a Puma 1075 41 g.

Cuadro 9. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en híbridos Pumas de maíz en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.

Variable	Híbrido				D. S. H. (0.05)
	1		2		
	Genotipo				
	PUMA 1075	PUMA 1076			
Rendimiento (kg ha^{-1})	7000	A	6717	A	677
Floración masculina (días)	76	A	75	A	0.70
Floración femenina (días)	77	A	75	B	0.79
Altura de planta (cm)	245	A	244	A	6
Altura de mazorca (cm)	137	A	137	A	9
Peso volumétrico (kg hl^{-1})	672	A	671	A	11
Peso de 200 granos (g)	41	B	44	A	2

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$).

4.7. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.

En el cuadro 10 se muestran la comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra (28 – 06 – 07).

Para la variable **rendimiento** se observa que de acuerdo a las medias obtenidas las mezclas que fueron diferentes son: 0% fértil y 100% androestéril la cual estadísticamente obtuvo un mayor (8290 kg ha^{-1}), que representa 150.2% con respecto a 100% semilla fértil. Sin embargo las mezclas 100% fértil y 0% androestéril; y 80% fértil y 20% androestéril tuvieron los rendimientos más bajos (5935 kg ha^{-1} y 5484 kg ha^{-1} respectivamente), en el primer caso, es el valor que sirve de referencia, como 100 %, en la relación que se presenta en el cuadro señalado.

Los valores más elevados en porcentaje de rendimiento, se obtuvieron con las combinaciones 100% de semilla androestéril con 150.2%, con un rendimiento de 8920 kg ha^{-1} , sin embargo como ya se indicó, esta proporción, no sería utilizada en la práctica, pero si se podrían utilizar las combinaciones 90 % semilla androestéril que obtuvo 7824 kg ha^{-1} , que representa 132.6%, así como 80 % de semilla androestéril que rindió 7872 kg ha^{-1} y que representa 135.6 %, lo anterior indica que una buena alternativa de mezcla de semilla podría ser estas combinaciones.

La variable **altura de planta** muestra que en la mezcla 90% fértil y 10% androestéril obtuvo la mayor altura con una media de 262 cm. En contraste la mezcla 60% fértil y 40% androestéril fue la que obtuvo la menos altura con 234 cm. teniendo una D.S.H. (0.05) de 25 cm.

Respecto a las variables: **floración masculina, floración femenina, altura de mazorca, peso volumétrico y peso 200 granos** en todas las mezclas de semilla estadísticamente mostraron similar comportamiento.

Cuadro 10. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.

Mezcla (%)		Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Porcentaje vs AE/fértil	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Peso volumétrico (kg hl ⁻¹)	Peso de 200 granos (g)
Fértil	AE*								
100	0	5935 B	100.0	74 A	76 A	241 AB	131 A	672 A	45 A
90	10	6252 AB	105.3	75 A	76 A	248 AB	136 A	681 A	42 A
80	20	5484 B	92.40	76 A	76 A	243 AB	132 A	668 A	43 A
70	30	6740 AB	113.6	74 A	75 A	243 AB	147 A	667 A	42 A
60	40	6087 B	102.6	76 A	76 A	234 B	126 A	663 A	43 A
50	50	6497 AB	109.5	74 A	76 A	245 AB	133 A	668 A	44 A
40	60	6761 AB	113.9	76 A	76 A	245 AB	134 A	670 A	43 A
30	70	7073 AB	119.1	77 A	77 A	243 AB	140 A	669 A	42 A
20	80	7872 AB	135.6	76 A	77 A	235 B	132 A	674 A	42 A
10	90	7824 AB	132.6	77 A	77 A	262 A	154 A	686 A	43 A
0	100	8920 A	150.2	77 A	77 A	252 AB	149 A	670 A	39 A
D.S.H. (0.05)		2647		3	3	25	34	43	9

AE* = androestéril

4.8. Comparación de medias de las diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.

En el cuadro 11 se muestra la Comparación de medias de las diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril, de las variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, 2007, segunda fecha de siembra.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la variable **rendimiento** el genotipo **PUMA 1075** en la **proporción 0% fértil y 100%** androestéril tuvo los valores más altos, con un rendimiento de 9180 Kg ha^{-1} , seguido por el genotipo PUMA 1076 en la proporción 0% fértil y 100% androestéril el cual alcanzó un rendimiento de 8660 Kg ha^{-1} , así pues el genotipo PUMA 1076 en la proporción 10% fértil y 90% androestéril rindió 8435 Kg ha^{-1} . Sin embargo el genotipo que rindió menos fue el PUMA 1076 en la proporción 100% fértil y 0% androestéril con un valor de 4173 Kg ha^{-1} ; y la proporción 80% fértil y 20% androestéril con 4486 Kg ha^{-1} .

Así pues en el mismo cuadro 11 se incluye el porcentaje que representa el rendimiento (kg ha^{-1}), de cada una de las combinaciones de semilla fértil y androestéril, considerando como referente cuando es 100 % de semilla fértil y 0% de semilla androestéril para ambos genotipos. De esta manera en el caso del genotipo PUMA 1075, la mayoría de combinaciones estuvieron por debajo del 100% de referencia, la combinación 20 % semilla fértil y 80 % semilla androestéril fue la más baja, ya que obtuvo 73.2 %, y la combinación 70% fértil y 30% androestéril fue el valor más alto con 101.3 %. Para el caso del híbrido PUMA 1076 todas sus combinaciones estuvieron por arriba del 100% de referencia, el mayor porcentaje fue de 207.5% en la combinación 0% fértil y 100% androestéril.

En cuanto a la **floración masculina** ambos genotipo **PUMA 1075** y **PUMA 1076** obtuvieron días muy tardíos a floración en la proporción 30% fértil y 70% androestéril; y 0% fértil y 100% androestéril con 78 días para los dos híbridos, además el genotipo PUMA 1076 en la proporción 10% fértil y 90% androestéril

tuvo 77 días a floración. No obstante el genotipo 1076 obtuvo los menores días a floración en la proporción 0% fértil y 100% androestéril; 70% fértil y 30% androestéril con 73 días cada uno.

Para la variable **floración femenina** los dos híbridos tuvieron días tardíos a floración, sin embargo el genotipo **PUMA 1076** en la proporción 0% fértil y 100% androestéril tuvo un valor de 79 días, seguido por el genotipo PUMA 1075 en la proporción 30% fértil y 70% androestéril; 100% fértil y 0% androestéril uno y otro con 78 días. Por otra parte el genotipo PUMA 1076 en la proporción 50% fértil y 50% androestéril; 70% fértil y 30% androestéril tuvieron 73 días a floración.

Respecto a la variable **altura de planta** el genotipo **PUMA 1076** en la proporción 0% fértil y 100% androestéril alcanzó una mayor altura de 267 cm., para la proporción 10% fértil y 90% androestéril obtuvo una altura de 262 cm., consecutivamente el PUMA 1075 midió 261 cm. en la proporción 10% fértil y 90% androestéril. En contraste el genotipo PUMA 1076 en la proporción 60% fértil y 40% androestéril tuvo una menor altura de 227 cm., finalmente el PUMA 1075 en la proporción 20% fértil y 80% androestéril alcanzó una altura de 232 cm.

A cerca de la variable **altura de mazorca** el genotipo que tuvo una mayor altura fue el **PUMA 1076** en la proporción 0% fértil y 100% androestéril con 162 cm., seguido por la proporción 10% fértil y 90% androestéril con 157 cm. y en la proporción 30% fértil y 70% androestéril que alcanzó una altura de 152 cm.. En contra parte el mismo genotipo pero en la proporción 80% fértil y 20% androestéril con 118 cm.; y en la proporción 100% fértil y 0% androestéril tuvo una menor altura de 1.9 cm.

Lo que concierne a la variable **peso volumétrico** el genotipo **PUMA 1075** consiguió un mejor peso en la proporción 10% fértil y 90% androestéril con 703 kg hl^{-1} , el PUMA 1076 tuvo 686 g en la proporción 90% fértil y 10% androestéril, el genotipo PUMA 1076 en la proporción 20% fértil y 80% androestéril obtuvo

683 kg h^{-1} En contra parte el genotipo PUMA 1075 fue el más bajo presentando un valor de 653 g en la proporción 70% fértil y 30% androestéril.

En el caso de la variable **peso de 200 granos** el genotipo **PUMA 1076** en la proporción 100% fértil y 0% androestéril alcanzó el peso más elevado con 48 g, seguido por el mismo genotipo pero en la proporción 30% fértil y 70% androestéril que tuvo 47 g y finalmente el genotipo PUMA 1075 en la proporción 10% fértil y 90% androestéril con 46, fue otro de los que tuvo un mayor peso. Por otra parte el genotipo PUMA 1075 tuvo los pesos más bajos en las proporciones 0% fértil y 100% androestéril con 36 g; y la proporción 30% fértil y 70% androestéril 36 g

Cuadro 11. Comparación de medias de las diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, segunda fecha de siembra.

Híbrido	% mezcla de semilla		Variable							
	Fértil	Andro estéril	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Porcentaje vs AE/fértil	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (cm.)	Altura de mazorca (cm.)	Peso volumétrico (kg hl ⁻¹)	Peso de 200 granos (g)
Puma 1075	100	0	7698	100.0	75	78	248	142	673	41
Puma 1075	90	10	5730	74.4	75	77	248	136	675	40
Puma 1075	80	20	6482	82.4	76	77	252	146	673	44
Puma 1075	70	30	5840	73.2	76	77	252	142	653	40
Puma 1075	60	40	6284	81.6	76	76	241	132	660	40
Puma 1075	50	50	5890	79.6	75	77	242	133	666	42
Puma 1075	40	60	7434	96.5	76	75	240	127	663	41
Puma 1075	30	70	7452	96.8	78	78	232	128	670	36
Puma 1075	20	80	7801	101.3	76	76	232	131	683	42
Puma 1075	10	90	7213	93.6	77	76	261	151	703	46
Puma 1075	0	100	9180	119.2	76	76	236	136	666	36
Puma 1076	100	0	4173	100.0	73	73	234	119	670	48
Puma 1076	90	10	6774	87.9	75	74	247	135	686	44
Puma 1076	80	20	4485	107.4	76	75	234	118	661	41
Puma 1076	70	30	7639	99.2	73	73	234	152	680	42
Puma 1076	60	40	5890	141.1	76	76	227	120	666	45
Puma 1076	50	50	7104	92.2	73	73	248	132	670	45
Puma 1076	40	60	6087	145.8	76	76	249	141	676	44
Puma 1076	30	70	6692	86.9	75	76	254	152	668	47
Puma 1076	20	80	7941	103.0	77	77	238	133	665	42
Puma 1076	10	90	8434	112.5	77	77	262	157	668	40
Puma 1076	0	100	8659	207.5	78	79	267	162	673	42

4.9. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, en dos fechas de siembra.

Al llevar a cabo los análisis de varianza para las diferentes variables evaluadas, se obtuvo la información que se presenta en los cuadros 12 y 13 donde se presentan los resultados de los cuadrados medios y significancia estadística para los factores: fecha de siembra, híbrido, mezcla de semilla, híbrido por mezcla de semilla, fecha de siembra por mezcla de semilla, fecha de siembra por híbrido y fecha de siembra por híbrido por mezcla de semilla, de las variables evaluadas en híbridos de maíz Puma en Cuautitlán México 2007 en dos fechas de siembra para el ciclo primavera – verano 2007.

En la variable **rendimiento** se aprecia una alta significancia a nivel de 0.05 de probabilidad para los factores de variación: mezcla de semilla, híbrido por mezcla de semilla y fecha de siembra por mezcla de semilla. Pero no se detectaron diferencias significativas para los factores: fecha de siembra, híbrido, fecha de siembra por híbrido y fecha de siembra por híbrido por mezcla de semilla. La media de rendimiento fue de 6777 kg ha^{-1} y el coeficiente de variación de 19.53 %.

Respecto a la variable **floración masculina** para los factores de variación: híbrido, híbrido por mezcla de semilla, fecha de siembra por mezcla de semilla y fecha de siembra por híbrido por mezcla de semilla, son no significativos, no obstante los factores: mezcla de semilla, híbrido por mezcla de semilla y fecha de siembra por híbrido resultaron ser significativos, finalmente el factor: fecha de siembra es altamente significativo.

En relación a la variable **floración femenina**, se encontró que son no significativos para los factores de varianza: mezcla de semilla, fecha de siembra por mezcla de semilla y fecha de siembra por híbrido por mezcla de semilla, no así para los factores: híbrido, híbrido por mezcla de semilla y fecha de siembra por híbrido que son significativos, en último lugar el factor: fecha de siembra es altamente significativo.

Lo que corresponde a la variable **altura de planta** se distingue que en los factores: mezcla de semilla, híbrido por mezcla de semilla, fecha de siembra por mezcla de semilla y fecha de siembra por híbrido por mezcla de semilla son no significativos, ademporo para los factores: fecha de siembra, híbrido y fecha de siembra por híbrido son altamente significativos.

De acuerdo a la variable **altura de mazorca** tienen un valor no significativo los factores: mezcla de semilla, híbrido por mezcla de semilla, fecha de siembra por mezcla de semilla y fecha de siembra por híbrido por mezcla de semilla, sin embargo el factor: híbrido es significativo, por lo tanto los factores: fecha de siembra y fecha de siembra por híbrido son altamente significativos.

Referente a la variable **peso de 200 granos**, no existe significancia para los factores: fecha de siembra, mezcla de semilla, híbrido por mezcla de semilla, fecha de siembra por mezcla de semilla, fecha de siembra por híbrido y fecha de siembra por híbrido por mezcla de semilla, sin embargo el factor: híbrido es altamente significativo.

Para la variable **peso volumétrico**, no se detectaron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los factores de variación.

Cuadro 12. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, en dos fechas de siembra.

Variables	Factores									
	Fecha de siembra		Híbrido		Mezcla de semilla		Híbrido x mezcla de semilla		Fecha de siembra x mezcla de semilla	
Rendimiento	18323	NS	3331008	NS	4571299	**	5457744	**	4691209	**
Floración masculina	309.12	**	0.03	NS	64.01	*	34.46	NS	18.37	NS
Floración femenina	337.28	**	10.37	*	12.57	NS	88.22	*	21.96	NS
Altura de planta	10566.37	**	3701.52	**	5810.06	NS	4270.72	NS	3674.87	NS
Altura de mazorca	17710.91	**	4998.46	*	6669.40	NS	10133.16	NS	5592.16	NS
Peso volumétrico	130.00	NS	2.73	NS	5698.33	NS	8033.18	NS	3424.24	NS
Peso de 200 granos	21.28	NS	232.00	**	240.80	NS	391.40	NS	210.13	NS

*Significativo ** Altamente significativo NS: No significativo Probabilidad P₁ 0.01 y P₁ 0.05

Cuadro 13. Cuadrados medios y significancia estadística de variables evaluadas en híbridos de maíz PUMA en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, en dos fechas de siembra.

Variables	Factores					
	Fecha de siembra x híbrido		Fecha de siembra x híbrido x mezcla de semilla		Media	Coeficiente de variación
Rendimiento	64553	NS	2249841	NS	6776	19.53
Floración masculina	13.36	*	32.46	NS	77.22	2.14
Floración femenina	16.73	*	45.84	NS	77.65	2.44
Altura de planta	4410.37	**	3595.54	NS	325.87	9.27
Altura de mazorca	4909.28	**	5905.13	NS	126.17	19.14
Peso volumétrico	6.37	NS	5944.54	NS	672.58	3.70
Peso de 200 granos	1.70	NS	464.37	*	42.93	11.00

*Significativo ** Altamente significativo NS: No significativo Probabilidad P₁ 0.01 y P₁ 0.05

4.10. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en dos fechas de siembra con el promedio de dos híbridos de maíz PUMA, en diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

En el cuadro 14 se muestra la Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en dos fechas de siembra con el promedio de dos híbridos de maíz PUMA, en diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la variable **rendimiento**, estadísticamente ambos híbridos tuvieron el mismo comportamiento respecto a la fecha de siembra, sin embargo numéricamente se aprecia la segunda fecha de siembra tuvo un mayor rendimiento (6788 Kg ha^{-1}), la diferencia mínima significativa fue de 458.06%.

Respecto a las variables: **peso volumétrico y peso de 200 granos**, las dos fechas de siembra muestran estadísticamente similar comportamiento, lo que se observa por el mismo grupo de significancia en la comparación de medias.

Para las variables **floración masculina y floración femenina**, se confirmó que existe comportamiento estadísticamente distinto entre las dos fechas de siembra, lo que se observa al ubicarse en grupos de significancia diferente cada uno de los híbridos, con letra diferente.

Lo que corresponde a las variables: **altura de planta y altura de mazorca**, se observa que la segunda fecha de siembra, presentó una media de 244cm., 138 cm.

Cuadro 14. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas en dos fechas de siembra con el promedio de dos híbridos de maíz PUMA, en diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

Variable	Fecha de siembra				D. S. H. (0.05)
	1		2		
	Fecha de siembra				
	21 de junio del 2007		28 de junio 2007		
Rendimiento (kg ha^{-1})	6764	A	6788	A	458
Floración masculina (días)	79	A	76	B	0.57
Floración femenina (días)	79	A	76	B	0.65
Altura de planta (cm)	227	B	244	A	8
Altura de mazorca (cm)	115	B	138	A	8
Peso volumétrico (kg hl^{-1})	674	A	672	A	9
Peso de 200 granos (g)	43	A	43	A	2

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$).

4. 11. Comparación de valores obtenidos para diversas variables evaluadas en dos híbridos de maíz PUMA con el promedio de dos fechas de siembra y diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en Cuautitlán Izcalli, México para el ciclo primavera – verano 2007.

En el cuadro 15 se muestra la comparación de valores obtenidos para diversas variables evaluadas en dos híbridos de maíz PUMA con el promedio de dos fechas de siembra y diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

Para la variable **rendimiento** se encontró que hay una diferencia mínima significativa del 428% $kg\,ha^{-1}$ para los híbridos, siendo el genotipo PUMA 1075 el que tiene un mayor rendimiento ($6935\,kg\,ha^{-1}$).

Lo que concierne a las variables **floración masculina y peso volumétrico**, los dos híbridos muestran estadísticamente similar comportamiento, lo que se observa por el mismo grupo de significancia en la comparación de medias.

Respecto a las variables **floración femenina, altura de planta, altura de mazorca**, se confirmó que existe comportamiento estadísticamente distinto entre los dos híbridos, lo que se observa al ubicarse en grupos de significancia diferente cada uno de los híbridos, con letra diferente.

En el caso de **200 granos** se observa que el PUMA 1076 tuvo un mayor peso con un total de 44g, en cambio el PUMA 1075 solo alcanzó un peso de 42 g.

Cuadro 15. Comparación de valores obtenidos para diversas variables evaluadas en dos híbridos de maíz PUMA con el promedio de dos fechas de siembra y diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril en Cuautitlán Izcalli, México para el ciclo primavera – verano 2007.

Variable	Híbrido				D. S. H. (0.05)
	1		2		
	Genotipo				
	PUMA 1075		PUMA 1076		
Rendimiento (kg ha^{-1})	6935	A	6617	A	428
Floración masculina (días)	77	A	77	A	0.57
Floración femenina (días)	78	A	77	B	0.65
Altura de planta (cm)	241	A	231	B	8
Altura de mazorca (cm)	131	A	121	B	8
Peso volumétrico (kg hl^{-1})	672	A	673	A	9
Peso de 200 granos (g)	42	B	44	A	2

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$).

4.12. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, combinado de dos fechas de siembra.

En el cuadro 16 se muestra la comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076,

en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, combinado de dos fechas de siembra.

Para las variables: **floración masculina, floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, peso de 200 granos y peso volumétrico**, se declara sólo un grupo de significancia. Sin embargo por ser uno de los objetivos de este trabajo, se consigna en el mismo cuadro 16, el porcentaje que representa el rendimiento (kg ha^{-1}), de cada una de las combinaciones de semilla fértil y androestéril, considerando como referente cuando es 100 % de semilla fértil y cero porcentaje de semilla androestéril. En todas las combinaciones, hubo incrementos, es decir por arriba del 100 %, desde 112.8 % hasta 133.3 %, con respecto al 100 % de referencia.

Ya que de acuerdo a los resultados obtenidos para la variable **rendimiento**, estadísticamente hubo diferencia entre las mezclas de semilla, la mezcla con mayor rendimiento fue con el porcentaje 100% fértil y 0% androestéril con un promedio de 7763 kg ha^{-1} , por otro lado la mezcla con el rendimiento menor fue en la proporción: 100% fértil y 0% androestéril con 5824 kg ha^{-1} , la D.S.H (0.05) fue de 1926 kg ha^{-1} .

Cuadro 16. Comparación de medias para diferentes variables evaluadas considerando diferentes combinaciones de semilla fértil y androestéril en el promedio de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, en Cuautitlán, México, para el ciclo primavera – verano 2007, combinado de dos fechas de siembra.

Mezcla (%)		Rendimiento (kg ha^{-1})	Porcentaje vs AE/fértil	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Peso volumétrico (kg hl^{-1})	Peso de 200 granos (g)
Fértil	AE*								
100	0	5824 A	100.0	76 A	78 A	238 A	122 A	676 A	3 A
90	10	7012 AB	120.2	76 A	77 A	237 A	126 A	678 A	3 A
80	20	6181 AB	106.2	77 A	78 A	233 A	124 A	669 A	3 A
70	30	7202 AB	123.7	77 A	77 A	243 A	138 A	676 A	3 A
60	40	5841 AB	100.3	77 A	78 A	232 A	129 A	659 A	3 A
50	50	6743 AB	115.8	77 A	77 A	228 A	120 A	672 A	3 A
40	60	6567 AB	112.8	78 A	78 A	240 A	127 A	671 A	3 A
30	70	7268 AB	124.8	78 A	78 A	229 A	120 A	663 A	3 A
20	80	7009 AB	120.3	78 A	78 A	227 A	115 A	672 A	3 A
10	90	7126 AB	122.4	78 A	78 A	250 A	139 A	682 A	3 A
0	100	7763 A	133.3	78 A	78 A	238 A	128 A	679 A	3 A
D.S.H. (0.05)		1926		2	3	30	33	33	0

AE* = androestéril

4. 13. Comparación de valores obtenidos para diversas variables evaluadas diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril con el promedio de dos híbridos de maíz PUMA y dos fechas de siembra en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

En el cuadro 17 se muestra la comparación de valores obtenidos para diversas variables evaluadas diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril con el promedio de dos híbridos de maíz PUMA y dos fechas de siembra en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la variable **rendimiento**, estadísticamente hubo diferencia entre las mezclas de semilla, las dos mezclas con mayor rendimiento fueron: 100% fértil y 0% androestéril, y 0% fértil y 10 0% androestéril, ambas con un promedio de 7763 kg ha^{-1} , por otro lado la mezcla con el rendimiento menor fue en la proporción: 60% fértil y 40% androestéril con 5841 kg ha^{-1} , la D.S.H. (0.05) fue de 1787 kg ha^{-1} .

Para la **floración masculina**, se observa que no hay diferencia mínima significativa las mezclas de semilla, por lo tanto tuvieron una conducta semejante con un promedio entre 76 a 78 días a floración, la D.S.H. (0.05) es de 2 días a floración.

Respecto a la variable **floración femenina** existe una homogeneidad entre las mezclas de semilla, los días a floración fueron entre 77 y 78 días, por lo tanto no hay una D.S.H. (0.05) considerable, la cual es de 3 días a floración.

Lo que corresponde a la variable **altura de planta** se aprecia que hay un comportamiento igual entre las diferentes mezclas de semilla, sin embargo numéricamente se aprecia una D.S.H. (0.05) de 478 cm.

Referente a la **altura de mazorca** las mezclas de semilla se comportaron de la misma manera, es decir no existió una D.S.H. (0.05) considerable, ya que esta fue de 33 cm.

En el caso de la variable **peso volumétrico** se denota un comportamiento igual entre las mezclas de semilla, la D.S.H. (0.05) de 34 g

Finalmente en el caso de la variable **peso de 200 granos**, se detectó que las mezclas de semilla tuvieron el mismo comportamiento, es decir no hay una diferencia mínima significativa.

Cuadro 17. Comparación de valores obtenidos para diversas variables evaluadas diferentes mezclas de semilla fértil y androestéril con el promedio de dos híbridos de maíz PUMA y dos fechas de siembra en Cuautitlán Izcalli, México para el ciclo primavera – verano 2007.

% Mezcla de semilla		Variable							
Fértil	AE*	Rendimiento (kg ^{ha} ⁻¹)	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta (cm.)	Altura de mazorca (cm.)	Peso volumétrico (kg ^{hl} ⁻¹)	Peso de 200 granos (g)	
100	0	7763 A	76 A	77 A	289 A	122 A	676 A	45 A	
90	10	7013 AB	76 A	77 A	237 A	126 A	678 A	44 A	
80	20	6181 AB	77 A	78 A	233 A	124 A	669 A	42 A	
70	30	7203 AB	76 A	77 A	243 A	138 A	676 A	42 A	
60	40	5841 B	77 A	77 A	322 A	129 A	659 A	44 A	
50	50	6743 AB	77 A	77 A	228 A	120 A	673 A	41 A	
40	60	6567 AB	77 A	77 A	240 A	127 A	671 A	44 A	
30	70	7267 AB	78 A	78 A	229 A	120 A	663 A	42 A	
20	80	7009 AB	78 A	77 A	227 A	115 A	672 A	43 A	
10	90	7126 AB	78 A	78 A	250 A	139 A	682 A	44 A	
0	100	7763 A	78 A	78 A	238 A	129 A	679 A	41 A	
D.S.H. (0.05)		1787	2	3	478	33	34	6	

*AE= androestéril

4.14. Comparación de variables evaluadas para la interacción genotipo por mezcla de semilla en el promedio de dos fechas de siembra, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

En el cuadro 18 se muestra la comparación de variables evaluadas para la interacción genotipo por mezcla de semilla en el promedio de dos fechas de siembra, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la variable **rendimiento** el genotipo **PUMA 1076** en la **proporción 0% fértil y 100% androestéril** tuvo los valores más altos, con un rendimiento de 7945 Kg ha^{-1} , seguido por la proporción 10% fértil y 90% androestéril el cual alcanzó un rendimiento de 7798 Kg ha^{-1} , así pues el genotipo PUMA 1075 en la proporción 100% fértil y 0% androestéril rindió 7602 Kg ha^{-1} . Sin embargo el genotipo que rindió menos fue el PUMA 1076 en la proporción 100% fértil y 0% androestéril con un valor de 4046 Kg ha^{-1} ; y la proporción 60% fértil y 40% androestéril con 5412 Kg ha^{-1} .

En la variable **floración masculina** ambos genotipo **PUMA 1075** y **PUMA 1076** obtuvieron días muy tardíos a floración en la proporción 30% fértil y 70% androestéril; y 10% fértil y 90% androestéril con 79 días respectivamente para los dos híbridos, además el genotipo PUMA 1076 en la proporción 10% fértil y 90% androestéril; y 0% fértil y 100% androestéril, tuvieron 78 días a floración. No obstante el genotipo PUMA 1076 obtuvo los menores días a floración en la proporción 100% fértil y 0% androestéril con 75 días.

Para la variable **floración femenina** los dos híbridos tuvieron días tardíos a floración, sin embargo el genotipo **PUMA 1076** tuvo tres mezclas de semillas con mayores días a floración, en las proporciones: 20% fértil y 80% androestéril, 10% fértil y 90% androestéril y 0% fértil y 100% androestéril tuvo un valor de 79 días. Por otra parte el genotipo este mismo genotipo pero en la proporción 0% fértil y 100% androestéril tuvo 75 días a floración.

Respecto a la variable **altura de planta** el genotipo **PUMA 1075** en la proporción 70% fértil y 30% androestéril alcanzó una mayor altura de 259 cm.,

para la proporción 10% fértil y 90% androestéril obtuvo una altura de 252 cm., consecutivamente las proporciones 100% fértil y 0%; y 40% fértil y 60% androestéril tuvieron 248 cm. En contraste el genotipo PUMA 1076 tuvo las menores alturas de planta, la primera en la proporción 100% fértil y 0% androestéril tuvo una menor altura de 223 cm.; y la proporción 80% fértil y 20% androestéril que obtuvo 223.

A cerca de la variable **altura de mazorca** el genotipo que tuvo una mayor altura fue el **PUMA 1075** en la proporción 70% fértil y 30% androestéril con 150 cm., seguido por la proporción 60% fértil y 40% androestéril con 149 cm. y el PUMA 1076 también tuvo una de las mayores alturas en la proporción 10% fértil y 90% androestéril que alcanzó una altura de 135 cm. En contra parte el mismo genotipo tuvo la menor altura pero en la proporción 80% fértil y 20% androestéril con 108 cm.; también el PUMA 1075 tuvo una altura menor en la proporción 20% fértil y 80% androestéril con 106 cm.

Lo que concierne a la variable **peso volumétrico** el genotipo **PUMA 1076** consiguió un mejor peso en la proporción 90% fértil y 10% androestéril con 693 kg hl^{-1} , el PUMA 1075 tuvo 690 kg hl^{-1} en la proporción 10% fértil y 90% androestéril, la proporción 0% fértil y 100% androestéril obtuvo 683 g En contra parte el genotipo PUMA 1076 fue el más bajo presentando un valor de 655 g en la proporción 60% fértil y 40% androestéril; y 658 g en la proporción 30% fértil y 70% androestéril.

En el caso de la variable **peso de 200 granos** el genotipo **PUMA 1076** en la proporción 90% fértil y 10% androestéril alcanzó el peso más elevado con 50 g seguido por el mismo genotipo pero en la proporción 60% fértil y 40% androestéril que tuvo 50 g y finalmente el genotipo PUMA 1075 en la proporción 40% fértil y 60% androestéril con 49 g, fue otro de los que tuvo un mayor peso. Por otra parte este mismo genotipo tuvo los pesos más bajos en las proporciones: 50% fértil y 50% androestéril con 36 g; y la proporción 90% fértil y 10% androestéril 38 g

Cuadro 18. Comparación de variables evaluadas para la interacción genotipo por mezcla de semilla en el promedio de dos fechas de siembra, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

Híbrido PUMA	Mezcla de semilla		Variable						
	Fértil	AE*	Rendimiento (kg ha^{-1})	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta(cm.)	Altura de mazorca (cm)	Peso volumétrico (kg hl^{-1})	Peso de 200 granos (g)
1075	100	0	7603	77	79	248	134	674	44
1075	90	10	6778	77	78	244	135	663	39
1075	80	20	6729	77	78	243	139	682	43
1075	70	30	7320	77	78	259	150	670	42
1075	60	40	6269	77	78	235	149	663	42
1075	50	50	6402	77	78	229	124	668	37
1075	40	60	7230	77	77	248	128	662	44
1075	30	70	7153	79	79	233	120	669	40
1075	20	80	6767	77	77	230	106	673	43
1075	10	90	6454	77	77	252	138	690	44
1075	0	100	7580	78	77	232	123	683	40
1076	100	0	4046	75	75	223	109	678	46
1076	90	10	7247	76	76	230	118	693	50
1076	80	20	5633	77	77	223	108	657	41
1076	70	30	7085	76	76	227	126	682	42
1076	60	40	5412	77	77	229	110	655	47
1076	50	50	7039	77	77	228	116	678	42
1076	40	60	5905	78	78	231	126	680	45
1076	30	70	7382	77	77	225	120	659	45
1076	20	80	7251	78	79	224	124	671	43
1076	10	90	7798	79	79	248	140	673	43
1076	0	100	7945	78	79	245	135	675	42

*AE= androestéril

4.15. Comparación de medias para variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

En el cuadro 19 se muestra la comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

Con base en los resultados obtenidos para la variable **rendimiento la segunda fecha de siembra** en la proporción 0% fértil y 100% androestéril tuvo los valores más altos, con un rendimiento de 8843 Kg ha^{-1} , seguido por la primer fecha de siembra la proporción 90% fértil y 10% androestéril el cual alcanzó un rendimiento de 7824 Kg ha^{-1} , así pues esta misma fecha de siembra pero en la proporción 70% fértil y 30% androestéril rindió 7731 Kg ha^{-1} . Sin embargo la primer fecha de siembra rindió menos en la proporción 60% fértil y 40% androestéril con un valor de 5662 Kg ha^{-1} ; igualmente la segunda fecha de siembra en proporción 80% fértil y 20% androestéril con 5410 Kg ha^{-1} .

En la variable **floración masculina** ambas fechas tuvieron un comportamiento similar, los días a floración se mantuvieron en un rango que fue entre 75 y 79 día, no obstante **la primer fecha de siembra** en las proporción 30% fértil y 70% androestéril tuvo los días más tardíos a floración con un total de 80 días. En contra parte la segunda fecha de siembra obtuvo los menores días a floración, en las proporciones 70% fértil y 30% androestéril; y la proporción 50% fértil y 50% androestéril, ambas con un total de 74 días.

Para la variable **floración femenina** el las dos fechas de siembra se comportaron de manera análoga, ya que el promedio de días a floración se mantuvo entre los 76 y 79 días. No obstante **la primer fecha de siembra** rebaso este promedio en la proporción 30% fértil y 70% androestéril con un valor de 80 días. En contraste la segunda fecha de siembra en las proporciones: 50% fértil y 50% androestéril; y 70% fértil y 30% androestéril obtuvieron 75 días a floración el cual fue el valor más bajo.

Respecto a la variable **altura de planta** la **segunda fecha de siembra** tuvo las mayores alturas, en las proporciones: 10% fértil y 90% androestéril con un total de 262 cm.; la proporción 0% fértil y 100% androestéril con una altura de 252 cm.; y la proporción 90% fértil y 10% androestéril que obtuvo un promedio de 247 cm. En contraste la primer fecha de siembra obtuvo los valores menores en las proporciones: 30% fértil y 70% androestéril que midió una altura de 214 cm., finalmente la proporción 50% fértil y 50% androestéril alcanzó una altura de 211 cm.

A cerca de la variable **altura de mazorca** la **segunda fecha de siembra** conservó las mayores alturas en las proporciones: 10% fértil y 90% androestéril con un valor de 154 cm.; la proporción 0% fértil y 100% androestéril con 149 cm.; la proporción 70% fértil y 30% androestéril con un promedio de 147 cm. Sin embargo la primer fecha de siembra las proporciones: 20% fértil y 80% androestéril alcanzó una altura más baja de tan solo 98 cm; la proporción 30% fértil y 70% androestéril obtuvo una altura baja de 100 cm.

Lo que concierne a la variable **peso volumétrico** la **primer fecha de siembra** consiguió un mejor peso en las proporciones: 0% fértil y 100% androestéril con 688 kg hl^{-1} , seguido por la proporción 70% fértil y 30% androestéril con un peso de 685 kg hl^{-1} ., la segunda fecha de siembra en la proporción 90% fértil y 10% androestéril alcanzó un peso de 686 kg hl^{-1} . En contra parte la primer fecha de siembra poseyó los pesos más bajos presentando un valor de 654 kg hl^{-1} . En la proporción 60% fértil y 40% androestéril; y 658 kg hl^{-1} en la proporción 30% fértil y 70% androestéril.

En el caso de la variable **peso de 200 granos**, se mantiene un promedio de 38 a 46 g

Cuadro 19. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

Fecha de siembra	Mezcla de semilla		Variable						
	Fértil	AE*	Rendimiento (kg ha^{-1})	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta(cm.)	Altura de mazorca (cm)	Peso volumétrico (kg hl^{-1})	Peso de 200 granos (g)
21-06-07	100	0	5791	78	79	244	112	681	45
21-06-07	90	10	7824	78	79	226	117	676	46
21-06-07	80	20	6952	78	79	222	115	671	42
21-06-07	70	30	7731	78	79	243	130	685	43
21-06-07	60	40	5662	78	79	230	132	654	45
21-06-07	50	50	7050	79	79	211	107	678	38
21-06-07	40	60	6430	79	79	235	120	672	46
21-06-07	30	70	7547	80	80	214	100	658	43
21-06-07	20	80	6234	79	79	219	98	670	43
21-06-07	10	90	6503	79	79	237	123	678	44
21-06-07	0	100	6683	79	76	225	108	688	42
28-06-07	100	0	5858	74	76	241	131	672	45
28-06-07	90	10	6201	75	76	248	136	681	43
28-06-07	80	20	5410	76	76	244	133	668	43
28-06-07	70	30	6674	74	75	244	147	667	42
28-06-07	60	40	6019	75	76	234	126	663	43
28-06-07	50	50	6436	75	75	245	133	668	44
28-06-07	40	60	6704	75	76	245	134	670	43
28-06-07	30	70	6988	77	77	244	140	669	42
28-06-07	20	80	7784	76	76	235	132	674	42
28-06-07	10	90	7749	77	77	262	154	686	43
28-06-07	0	100	8843	77	77	252	149	670	39

*AE= androestéril

4.16. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por genotipo, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

En el cuadro 20 se muestra la comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por genotipo, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

Con base en los resultados obtenidos para la variable **rendimiento** se encontró que el híbrido **PUMA 1075** fue aquel que tuvo un mayor rendimiento teniendo 6945 kg ha^{-1} en la **primer fecha de siembra**, no obstante éste mismo genotipo pero en la segunda fecha de siembra también obtuvo un rendimiento similar con un promedio de 6925 kg ha^{-1} . En cambio el híbrido PUMA 1076 tuvo rendimientos inferiores en ambas fechas de siembra.

Lo que concierne a la **floración masculina** el híbrido **PUMA 1076** alcanzó los días más tardíos a floración en la **primer fecha de siembra** con un promedio de 79 días. Contrastando éste mismo híbrido pero en la segunda fecha de siembra obtuvo los días más precoces a floración con un total de 75 días.

Respecto a la variable **floración femenina** se tiene un comportamiento distinto para ambos híbridos, siendo el híbrido **PUMA 1075** en la **segunda fecha de siembra** el que obtuvo mayores días a floración con un total de 80 días, en cambio el PUMA 1076 bajo ésta misma fecha de siembra tuvo menos días a floración un promedio de 75 días.

En el caso de la variable **altura de planta** se denota al híbrido **PUMA 1076** en la **segunda fecha de siembra** como aquel que obtuvo la mayor de las alturas, con un promedio de 245 cm., difiriendo de esto en ésta misma versión pero en primer la primer fecha de siembra tuvo la menor de las alturas esto con tan solo 216 cm.

Para la **altura de mazorca** se estableció que existe un comportamiento distinto para cada uno de los híbridos en las dos fechas de siembra, siendo el **PUMA**

1076 en la **segunda fecha de siembra** el que alcanzó una mayor altura con un total de 139 cm. Opuesto a éste resultado el mismo híbrido pero en la primer fecha de siembra sólo adquirió una altura de 103 cm.

En el caso de la variable **peso volumétrico** el híbrido **PUMA 1076** en la **primer fecha de siembra** logró el peso superior que fue de 674 kg h^{-1} . Nuevamente se repite la misma situación, ya que en contraste el mismo híbrido en la segunda fecha de siembra fue el de menor peso con 652 kg h^{-1} .

Lo que corresponde a la variable **peso de 200granos** se a determinó que el híbrido **PUMA 1076** que se estableció en la **segunda fecha de siembra** fue el que obtuvo un mayor peso con 44 g Sin embargo el híbrido PUMA 1075 bajo ésta misma fecha de siembra consiguió un peso de tan sólo 41 g

Cuadro 20. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por genotipo, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

Variable	Fecha de siembra			
	1		2	
	21 - 06 - 07		28 - 06 - 07	
	Genotipo			
	1	2	1	2
	PUMA 1075	PUMA 1076	PUMA 1075	PUMA 1076
Rendimiento (kg ha^{-1})	6945	6583	6925	6651
Floración masculina (días)	78	79	76	75
Floración femenina (días)	79	79	80	75
Altura de planta (cm)	238	216	244	245
Altura de mazorca (cm)	126	103	137	137
Peso volumétrico (kg h^{-1})	673	674	672	672
Peso de 200 granos (g)	42	45	41	44

4.17. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por genotipo por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

En los cuadros 21 y 22 se muestra la comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por genotipo por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

PRIMER FECHA DE SIEMBRA

De acuerdo a los resultados obtenidos para la variable **rendimiento** el genotipo **PUMA 1075** en la **proporción 70% fértil y 30% androestéril** tuvo los valores más altos, con un promedio de 8871 Kg ha^{-1} , seguido por el híbrido PUMA 1076 en la proporción 70% fértil y 30% androestéril el cual alcanzó un rendimiento de 8123 Kg. /ha , así pues el híbrido PUMA 1075 en la proporción 90% fértil y 10% androestéril rindió 7876 Kg ha^{-1} . Sin embargo el híbrido que rindió menos fue el PUMA 1076 en la proporción 100% fértil y 0% androestéril con un valor de 3985 Kg ha^{-1} ; y la proporción 60% fértil y 40% androestéril con 4986 Kg ha^{-1} .

Para la variable **floración masculina** los dos híbridos tuvieron días tardíos a floración, ambos se mantuvieron entre los 78 y 80 días a floración. Sin embargo el genotipo **PUMA 1076** en la **proporción 50% fértil y 50% androestéril** tuvo un valor de 81 días, valor que superó el promedio. Por otra parte éste híbrido pero en las proporciones: 100% fértil y 0% androestéril; y 90% fértil y 10% androestéril tuvieron 77 días a floración, que fueron los días más prematuros.

En la variable **floración femenina** ambos híbridos PUMA 1075 y PUMA 1076 obtuvieron días muy tardíos a floración que en promedio se mantuvo entre 78 y 80 días. No obstante el híbrido **PUMA 1076** en las proporciones: 50% fértil y 50% androestéril; y 40% fértil y 60% androestéril, conjuntamente el híbrido PUMA 1076 en la proporción 100% fértil y 0% androestéril, sobrepasaron éste nivel ya que todos tuvieron un promedio de con 81 días.

Respecto a la variable **altura de planta** el híbrido **PUMA 1075** en la proporciones: **70% fértil y 30% androestéril** alcanzó una mayor altura de 266 cm.; para la proporción 40% fértil y 60% androestéril obtuvo una altura de 257 cm., finalmente en la proporción 100% fértil y 0% androestéril midió 248 cm. En contraste el genotipo PUMA 1076 en la proporciones: 30% fértil y 70% androestéril tuvo una menor altura de 195.00 cm., así pues la proporción 50% fértil y 50% androestéril alcanzó una altura de 207 cm.

A cerca de la variable **altura de mazorca** el híbrido que tuvo una mayor altura fue el **PUMA 1075** en la **proporción 60% fértil y 40% androestéril** con 166 cm., seguido por la proporción 70% fértil y 30% androestéril con 158 cm. y en la proporción 90% fértil y 10% androestéril que alcanzó una altura de 126 cm. En contra parte el mismo híbrido pero en la proporción 20% fértil y 80% androestéril con 81 cm.; y el híbrido PUMA 1076 en la proporción 30% fértil y 70% androestéril tuvo una menor altura de 88 cm.

Lo que concierne a la variable **peso volumétrico** ambos híbridos **PUMA 1075 y PUMA 1076** consiguieron los mejor peso en las proporciones: 0% fértil y 100% androestéril y la proporción 90% fértil y 10% androestéril, respectivamente, los dos con un peso de 700 kghl^{-1} ., consecutivamente el híbrido PUMA 1075 en la proporción 80% fértil y 20% androestéril obtuvo 690 k/hl. En contra parte el genotipo PUMA 1076 fue el que presento los pesos más bajos en las proporciones 60% fértil y 40% androestéril con 643 kghl^{-1} . y 647 kghl^{-1} en la proporción 30% fértil y 70% androestéril.

En el caso de la variable **peso de 200 granos** dos de las proporciones del híbrido **PUMA 1076** alcanzaron los mayores pesos, esto en las proporciones: **90% fértil y 10% androestéril** el cual obtuvo el peso más elevado con 55 g, seguido por la proporción 60% fértil y 40% androestéril que tuvo 48 g Por otra parte el genotipo PUMA 1075 tuvo los pesos más bajos en las proporciones 90% fértil y 10% androestéril.; y la proporción 50% fértil y 50% androestéril con tan sólo 36 g para ambos casos.

SEGUNDA FECHA DE SIEMBRA

Conforme a los resultados obtenidos para la variable **rendimiento** el híbrido **PUMA 1075** en la **proporción 0% fértil y 100% androestéril** tuvo los valores más altos, con un rendimiento de 9087 Kg/ha⁻¹, seguido por el híbrido PUMA 1076 en la proporción 0% fértil y 100% androestéril el cual alcanzó un rendimiento de 8598 Kg. /ha, así pues el éste mismo híbrido en la proporción 10% fértil y 90% androestéril rindió 8346 Kg/ha⁻¹. Sin embargo el híbrido con menor rendimiento fue el PUMA 1076 en la proporción 100% fértil y 0% androestéril con un valor de 4108 Kg/ha⁻¹; y la proporción 80% fértil y 20% androestéril con 4415 Kg/ha⁻¹.

En la variable **floración masculina** ambos híbridos obtuvieron días muy tardíos a floración, sin embargo la mayoría de mezclas en ambos híbridos se mantuvo en un rango de 75 a 77 días. No obstante en la proporción **30% fértil y 70% androestéril; y 0% fértil y 100% androestéril** sobrepasaron el rango, teniendo 78 días a floración para los híbridos **PUMA 1075 y PUMA 1076** respectivamente. Por otra parte el híbrido PUMA 1076 obtuvo los menores días a floración en las proporciones 50% fértil y 50% androestéril; y 70% fértil y 30% androestéril con 73 días cada uno.

Para la variable **floración femenina** los dos híbridos tuvieron un compartimiento similar, ya que ambos se mantuvieron entre 74 y 78 días a floración. Sin embargo el genotipo **PUMA 1076** en la proporción **0% fértil y 100% androestéril** tuvo un valor de 79 días, valor más elevado que se encontró. Por otra parte el genotipo éste mismo híbrido en las proporciones 50% fértil y 50% androestéril; 70% fértil y 30% androestéril tuvieron 73 días a floración.

Respecto a la variable **altura de planta** el híbrido **PUMA 1076** en la proporción **0% fértil y 100% androestéril** alcanzó una mayor altura con 268 cm., para la proporción 10% fértil y 90% androestéril obtuvo una altura de 263 cm., consecutivamente el PUMA 1075 midió 262 cm. en la proporción 10% fértil y 90% androestéril. En contraste el híbrido PUMA 1076 en la proporción 60%

fértil y 40% androestéril tuvo una menor altura de 227 cm., finalmente el PUMA 1075 en la proporción 20% fértil y 80% androestéril alcanzó una altura de 232 cm.

A cerca de la variable **altura de mazorca** el híbrido que tuvo una mayor altura fue el **PUMA 1076** en la proporción **0% fértil y 100% androestéril** con 163 cm., seguido por la proporción 10% fértil y 90% androestéril con 158 cm. y en la proporción 30% fértil y 70% androestéril que alcanzó una altura de 152 cm. En contra parte el mismo híbrido pero en la proporción 80% fértil y 20% androestéril con 119 cm., tuvo una de las menores alturas, al igual la proporción 100% fértil y 0% androestéril tuvo una menor altura de 119 cm.

Lo que concierne a la variable **peso volumétrico** el híbrido **PUMA 1075** consiguió un mejor peso en la proporción **10% fértil y 90% androestéril** con 703 kg h^{-1} ., el PUMA 1076 tuvo 687 kg h^{-1} , en la proporción 90% fértil y 10% androestéril, el híbrido PUMA 1075 en la proporción 30% fértil y 70% androestéril obtuvo 683 kg h^{-1} . En contra parte el híbrido PUMA 1075 fue el más bajo presentando un valor de 653 kg h^{-1} , en la proporción 70% fértil y 30% androestéril y 660 g en la proporción 60% fértil y 40% androestéril.

En el caso de la variable **peso de 200 granos** el híbrido **PUMA 1076** en la proporción **100% fértil y 0% androestéril** alcanzó el peso más elevado con 48 g, seguido por la proporción 30% fértil y 70% androestéril que tuvo 47 g y finalmente el híbrido PUMA 1075 en la proporción 10% fértil y 90% androestéril con 46 g, fue otro de los que tuvo un mayor peso. Por otra parte el híbrido PUMA 1075 tuvo los pesos más bajos en las proporciones 0% fértil y 100% androestéril con 36 g; y la proporción 30% fértil y 70% androestéril con 37 g

Cuadro 21. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por genotipo por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

Fecha de siembra	Híbrido	Mezcla de semilla		Variable						
	PUMA	Fértil	AE*	Rendimiento (kg ha^{-1})	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta(cm.)	Altura de mazorca (cm)	Peso volumétrico (kg hl^{-1})	Peso de 200 granos (g)
21-06-07	1075	100	0	7597	78	81	249	126	675	46
21-06-07	1075	90	10	7876	78	80	220	135	651	36
21-06-07	1075	80	20	7053	78	80	233	132	690	41
21-06-07	1075	70	30	8871	78	79	265	158	687	44
21-06-07	1075	60	40	6338	78	80	228	166	665	43
21-06-07	1075	50	50	6956	78	78	215	114	668	36
21-06-07	1075	40	60	7081	79	78	257	129	660	46
21-06-07	1075	30	70	6971	80	80	233	112	683	43
21-06-07	1075	20	80	5824	78	78	227	81	664	43
21-06-07	1075	10	90	5756	78	78	242	124	677	43
21-06-07	1075	0	100	6074	79	79	228	109	700	43
21-06-07	1076	100	0	3985	77	78	221	98	687	45
21-06-07	1076	90	10	7772	77	78	212	99	700	55
21-06-07	1076	80	20	6850	79	79	211	98	652	43
21-06-07	1076	70	30	6591	79	80	220	100	683	42
21-06-07	1076	60	40	4986	79	78	231	99	643	48
21-06-07	1076	50	50	7143	81	81	207	99	687	39
21-06-07	1076	40	60	5780	80	81	212	111	683	45
21-06-07	1076	30	70	8123	80	79	195	88	647	43
21-06-07	1076	20	80	6643	80	80	211	115	677	43
21-06-07	1076	10	90	7250	80	80	232	122	678	46
21-06-07	1076	0	100	7292	79	79	222	106	677	41

AE* = androestéril

Cuadro 22. Comparación de variables evaluadas para la interacción fecha de siembra por genotipo por mezcla de semilla, en Cuautitlán Izcalli, México, para el ciclo primavera – verano 2007.

Fecha de siembra 2	Híbrido	Mezcla de semilla		Variable						
	PUMA	Fértil	AE*	Rendimiento (kg/ha ⁻¹)	Floración masculina (días)	Floración femenina (días)	Altura de planta(cm.)	Altura de mazorca (cm)	Peso volumétrico (kg/ha ⁻¹)	Peso de 200 granos (g)
28-06-07	1075	100	0	7608	75	78	248	143	673	41
28-06-07	1075	90	10	5680	75	77	248	136	675	41
28-06-07	1075	80	20	6405	76	77	252	146	673	44
28-06-07	1075	70	30	5768	76	77	253	142	653	41
28-06-07	1075	60	40	6200	76	76	241	132	660	41
28-06-07	1075	50	50	5847	76	77	242	134	667	43
28-06-07	1075	40	60	7378	75	75	240	127	663	41
28-06-07	1075	30	70	7334	78	78	233	128	670	37
28-06-07	1075	20	80	7710	76	76	232	131	683	42
28-06-07	1075	10	90	7152	77	76	262	151	703	46
28-06-07	1075	0	100	9087	76	76	236	136	667	36
28-06-07	1076	100	0	4108	73	74	234	119	670	48
28-06-07	1076	90	10	6722	75	75	247	136	687	44
28-06-07	1076	80	20	4415	76	75	235	119	662	41
28-06-07	1076	70	30	7580	73	73	234	152	680	43
28-06-07	1076	60	40	5838	76	76	227	120	667	45
28-06-07	1076	50	50	7025	73	73	248	132	670	45
28-06-07	1076	40	60	6030	76	76	249	142	677	44
28-06-07	1076	30	70	6641	75	76	254	152	668	47
28-06-07	1076	20	80	7859	77	77	238	133	665	43
28-06-07	1076	10	90	8346	77	77	263	158	668	41
28-06-07	1076	0	100	8598	78	79	268	163	673	43

AE* = androestéril

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, las condiciones en que se desarrollo el trabajo y los objetivos establecidos, se definieron las siguientes conclusiones:

Las dos fechas de siembra evaluadas considerando la media de su comportamiento no fueron diferentes estadísticamente, en sus valores de rendimiento de grano, aún cuando hubo numéricamente una diferencia de 458 kg ha^{-1} , a favor de la segunda fecha de siembra, esto probablemente se debió al ciclo favorable, ausencia de heladas tempranas, lo que propició una buena expresión del rendimiento a pesar de haber sido fecha de siembra tardía.

Los dos híbridos de maíz evaluados considerando la media de su comportamiento en la mezcla de semilla fértil y androestéril no son diferentes estadísticamente, en sus valores de rendimiento de grano, lo que se explica con base a que estos híbridos tienen como progenitor masculino al mismo material, por lo que podrían considerarse medios hermanos.

Se determinó que las mezclas de semilla con mayor productividad fueron con 0% fértil y 100% androestéril, y 100% fértil y 0% androestéril con un rendimiento de 7763 kg ha^{-1} , lo que podría explicarse por la traslocación de fotoasimilados que va hacia una sola demanda, en el primer caso la polinización se logro por la cercanía que había de otros materiales fértiles con los cuales se fecundo este material.

Respecto al análisis realizado para los dos híbridos de maíz y las proporciones de mezcla de semilla, se definió al híbrido PUMA 1076 en proporción 0% fértil y 100% androestéril como el que obtuvo los rendimientos más elevados, con un promedio de 7945 kg ha^{-1} .

Lo que concierne a la interacción fecha de siembra por híbrido, se demostró que el híbrido de maíz PUMA 1075 bajo la primer fecha de siembra consiguió el rendimiento más elevado con 6924 kg ha^{-1} , este híbrido en la segunda fecha de siembra tuvo un rendimiento muy similar.

De acuerdo a la fecha de siembra, híbrido y mezcla de semilla fértil y androestéril, se determinó que fue el híbrido de maíz PUMA 1075 en la segunda fecha de siembra con la mezcla de semilla en proporción 0% fértil y 100% androestéril, obtuvo mejores resultados con un total de 9087 kg ha^{-1} .

VI. BIBLIOGRAFÍA

Airy J.M. L. A. Tatum y Soreson J.W. 1987. “La producción de semillas. Producción de semilla híbrida de maíz y sorgo para grano”. Editorial C.E.C.S.A. México. pp. 274 – 285.

Bartolini R. 1990. El maíz. Versión española: A. Rodríguez del Rincón. Editorial Mundi – Prensa. España. pp. 32 – 34.

Blanco G. L. S. y Paulino R. F. (2001). Potencial de rendimiento de seis híbridos de maíz de temporal, con dos densidades de población. Tesis de licenciatura. UNAM. Cuautitlán Izcalli. Edo. De Mex. pp 11-13.

De la Loma, J. L. 1982. Experimentación Agrícola. Unión Tipográfica Editorial Hispano – Americana. S.A. de C.V. México.

De la Teja A. O. 1982. Estudios de las características edafológicas de os suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Depto. de Ciecias Agrícolas FES – C UNAM pp.12.

Delorit R.J. y Ahlgron H.L. 1986. Producción agrícola. Traducción: Antonio Merino Ambrosio. Compañía Editorial Continental. México. pp. 67 y 68.

García F.J. 1960. Cultivos frecuentes. Editorial Dossat S.A. Madrid. España. pp. 70.

González R. I. 2007. Determinación de Unidades Térmicas para Coincidencia a Floración y Madurez Fisiológica de Híbridos de Maíz. Tesis Licenciatura FES – UNAM. Cuautitlán Izcalli. México.

Hallauer A. R. 1990. Methods use in developing maize inbreds. Maydica. 35: 1 – 16.

Jugenheimer W. R. 1981. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. 1ª edición. Editorial Limusa S.A. México. pp.78, 493, 495 y 595.

Julén G. 1978. Obtención, evaluación y conservación de variedades. En colección FAO: La semillas agrícolas y hortícolas. Producción, control y distribución. Traducción española de Simulta Corporation. Ginebra. FAO, pp. 18 – 20.

Martínez L., C; Mendoza O., L.E.; García S., G; Mendoza C., Ma. C. y Martínez G., A., 2005, Producción de semilla híbrida de maíz con líneas androfértiles y androestériles isogénicas y su respuesta a la fertilización y densidad de población, *Revista Fitotecnia Mexicana* 28: 127 – 133.

Martínez L., C; Mendoza O., L.E.; García S., G; Mendoza C., Ma. C. y Martínez G., A., 2006, Rendimiento de grano de híbridos isogénicos de maíz formados mediante androesterilidad vs. Desespigamiento. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29 (4): 365 – 368.

Maya L.; Blas J.; Ramírez D. 2002. Respuesta de híbridos de maíz a la aplicación de potasio en diferentes densidades de población. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25 (004): 333 – 338.

Menera G. C. 1998. Evaluación del rendimiento en materia verde y materia seca de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con fines forrajeros en Valles Altos. Tesis Licenciatura FES – UNAM. Cuautitlán Izcalli. México. pp. 25.

Moreno R. P. y Valdivia V. D.D. 2004. Situación y perspectivas del maíz en México. Universidad Autónoma de Chapingo.

Poehlman M. J. Sleper A. D. 2005, Mejoramiento de las cosechas. Editorial Limusa. México.

Programa estratégico de maíz. Conformación de módulos compactos de 30 hectáreas. Semillas azteca. Tultepec. 2008.

Ramírez L. 2006. Utilización de la Androestérilidad para la Producción de Semilla Híbrida. Departamento de producción agraria España. Enero 2006.

Reyes C.P. 1985. Diseño de experimentos aplicados: agronomía, biología, química, industrias, ciencias sociales, ciencias de la salud. Editorial trillas México. pp. 51, 52,53.

Reyes C.P. 1990. El Maíz y su Cultivo. A.G.T. Editors. S.A. México. DF. pp. 1, 2, 4,66 y 67.

Rosenstein E. 2005. Diccionario de especialidades agroquímicas, publicado por Thompsom PLM S.A. de C.V. Impreso por Edamsa S.A. México.

Sandoval I. E., J. Sánchez M, J. M. Padilla G., A. N. Avendaño L., L. J. Arellano R., T. Gonzáles U., 2003, Sector de Semillas de México: Problemática y Alternativas. CUCBA. Universidad de Guadalajara. Sistecopy S.A. de C.V. (Ed), Zapopan, Jalisco, México, pp. 144.

Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2004. La Creación De Nuevos Híbridos En Maíz, Frijol y Trigo Incrementan Productividad De Cultivos. Coordinación General de Comunicación Social (México). 314 / 06: 1 – 2

Sistema de Información Agropecuaria. Importancia del Maíz en el Sector Agropecuario Nacional. SAGARPA. 12 de febrero 2008. México. "w4. siap.sagarpa.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Maiz/Descripción.pdf". Artículo electrónico (disponible en línea). (Consulta 25 de marzo 2008).

Solano A. 1998. Androestérilidad e Identificación de Restauradores de la Fertilidad Masculina en Híbridos de Maíz para Valles Altos. Tesis de Licenciatura FES – UNAM. Cuautitlán Izcalli. México.

Stamp P. S Chowchong M. Menzi. U. Weingartner. O. Kneser. 2000. Increase in the yield of cytoplasmic male sterile maize revisited Crop Sci., 40: 1586 – 1587.

Tadeo R., M., Espinosa A., Martínez R., Solano A., 2001, Esterilidad Masculina para Producir semilla Híbrida, Revista Ciencia y Desarrollo () año / volumen 157: 65 – 75.

Tadeo M., Espinosa A., Martínez R., Solano A., 2003, Androestérilidad en Líneas e Híbridos de Maíz de Valles Altos de México, Revista Agronomía Mesoamericana (), año / volumen 14(1): 15 – 19.

Tadeo R. M., A. Espinosa C., R. Martínez M., G. Srinivasan, D. B., J. Lothrop J., L. Torres, S. (2004). Puma 1075 y Puma 1076 híbridos de maíz de temporal para los Valles Altos de México (2200 a 2600 msnm). Rev. Fitotecnia Mexicana. VOL. 27 (2): pp 211-212.

Tadeo R., M., Espinosa A., Martínez R., Solano A., Lothrop J., 2005, PUMA – 1075, híbrido de maíz para los Valles Altos de México (2200 a 2006 msnm), Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Tanaka A. Yamaguchi J. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano de maíz. Taller del Colegio de Posgraduados. México. pp.76 y 77.

Téllez C. 2008. Productividad de Híbridos de Maíz de Valles Altos obtenidos con semillas de progenitores fértiles y andoestériles. Tesis de Licenciatura FES – UNAM. Cuautitlán Izcalli. México.

Vázquez S.I. 1998. Evaluación de rendimiento en los maíces de híbridos puma para Valles Altos y zonas de transición. Tesis de Licenciatura FES – UNAM. Cuautitlán Izcalli. México.

Vergara A.; Rodríguez H.; Córdova O., 2003, Potencial de líneas de maíz para mejorar híbridos, Revista Fitotecnia Mexicana (México), Volumen (26) 4: 291 - 299.