

11821
25



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**RENDIMIENTO DE FORRAJE DE
HIBRIDOS EXPERIMENTALES PUMA E
HIBRIDOS COMERCIALES PARA VALLES
ALTOS**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N
SONIA PATRICIA SANCHEZ PEREZ
J. GUADALUPE TORRES ESTRADA

A S E S O R E S :
M. C. MARGARITA TADEO ROBLEDO
D. R. ALEJANDRO ESPINOSA CALDERON

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO

2003

1



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



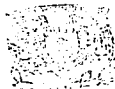
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

EL N.º. A.º. 101
COMUNIDAD DE ESTUDIOS
EXAMENES PROFESIONALES



ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares,
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Rendimiento de Forraje de Híbridos Experimentales PUMA e Híbridos Comerciales para Valles Altos".

que presenta la pasante: Sonia Patricia Sánchez Pérez
con número de cuenta: 8241299-7 para obtener el título de:
Ingeniera Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 5 de Septiembre de 2003

PRESIDENTE M.C.Margarita Tadeo Robledo *Margarita Tadeo R*
VOCAL Ing.Hilda Carina Gomez Villar *Hilda Carina Gomez Villar*
SECRETARIO M.C.Alejandro Espinosa Calderón *Alejandro Espinosa*
PRIMER SUPLENTE Ing.Javier Carrillo Salazar *Javier Carrillo*
SEGUNDO SUPLENTE Ing.Francisco Javier Vega Martínez *Francisco*

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

DEPARTAMENTO DE EXAMENES
PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Rendimiento de Forraje de Híbridos Experimentales PUMA e
Híbridos Comerciales para Valles Altos".

que presenta el pasante Q. Guadalupe Torres Estrada
con número de cuenta: 8104980-R para obtener el título de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

AT E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 5 de septiembre de 2003.

PRESIDENTE	<u>M.C. Margarita Tadeo Robledo</u>	<i>Margarita Tadeo Robledo</i>
VOCAL	<u>Ing. Hilda Carina Gomez Villar</u>	<i>Hilda Carina Gomez Villar</i>
SECRETARIO	<u>M.C. Alejandro Espinosa Calderón</u>	<i>Alejandro Espinosa Calderón</i>
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Javier Carrillo Salazar</u>	<i>Javier Carrillo Salazar</i>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Ing. Francisco Javier Vega Martínez</u>	<i>Francisco Javier Vega Martínez</i>

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DEDICATORIA

A mi padre, cuyo recuerdo me impulsa a seguir adelante.

A mi madre, por darme la más valiosa de las herencias, la vida y la oportunidad de estudiar..

A mis hermanos Lety, Héctor, Ale, Gus, y Edgar; por estar siempre conmigo en todo.

A mis hijos Daniel y Sara, por el tiempo que les he quitado para terminar mi carrera.

Y en especial a Pepe, mi esposo y compañero, por que siempre ha estado junto a mi para seguir adelante en todo. Gracias.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIA

A mi madre por su entrega y apoyo.

A la memoria de mi padre.

A mis hijos Daniel y Sara.

A mis hermanos Rosa, Antonio, Jaime y Leticia.

A Patricia, la voluntad mueve montañas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

A la carrera de Ingeniero Agrícola, por permitir nuestro desarrollo y crear una conciencia social verdadera.

A los profesores: M.C. Margarita Tadeo Robledo, Ing. Hilda Carina Gómez Villar, DR. Alejandro Espinosa Calderón, Ing. Javier Carrillo Salazar e Ing. Francisco Javier Vega Martínez.

Un agradecimiento muy especial a: M.C. Margarita Tadeo Robledo y al DR. Alejandro Espinosa Maldonado por tener las puertas abiertas, y por el gran apoyo incondicional para la terminación de este trabajo.

A nuestros compañeros Rafa, Anita, Claudia y a todos los que contribuyeron a la culminación de esta tesis.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PAGINACIÓN DISCONTINUA

INDICE

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	vii
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.2 Hipótesis.....	3
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Características generales.....	4
2.2 Importancia económica.....	4
2.3 Distribución mundial.....	5
2.4 Distribución nacional.....	5
2.5 Mejoramiento genético del maíz.....	7
2.5.1 Principios en mejoramiento genético del maíz.....	9
2.5.2 Endogamia.....	9
2.5.3 Heterosis o vigor híbrido.....	10
2.6 El maíz híbrido en Valles Altos.....	11
2.7 Híbridos trilineales.....	12

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.8 El maíz como forraje.....	14
2.9 Efectos de la densidad de población.....	16
2.10 Rendimiento y componentes de rendimiento.....	19
3. MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1 Ubicación y descripción del experimento.....	23
3.2 Características ambientales.....	23
3.3 Material genético.....	24
3.4 Tratamientos y diseño experimental.....	24
3.5. Siembra.....	26
3.6 Fertilización.....	26
3.7 Prácticas culturales.....	26
3.7.1 Riego.....	26
3.7.2 Control de malezas.....	26
3.7.3 Aclareo.....	26
3.7.4 Cosecha.....	27
3.8 Variables evaluadas.....	27
3.8.1 Inicio de floración masculina y femenina.....	27
3.8.2 50 % de floración masculina y femenina.....	27
3.8.3 100% de floración masculina y femenina.....	27
3.8.4 Altura de planta	27
3.8.5 Acame.....	27

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

3.8.6 Sanidad.....	28
3.8.7 Rendimiento de forraje en fresco por hectárea.....	28
3.8.8 Rendimiento de materia seca.....	28
4. RESULTADOS.....	29
4.1 Análisis de varianza.....	29
4.2 Comparación de medias para genotipos.....	31
4.3 Comparación de medias para densidades.....	37
4.4 Rendimiento de forraje fresco.....	39
4.5 Rendimiento de materia seca.....	40
5. DISCUSION.....	43
6. CONCLUSIONES.....	47
7. BIBLIOGRAFIA.....	48

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Variedades y densidades de población de híbridos de maíz para evaluar la producción de forraje en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	25
Cuadro 2. Cuadrados Medios y Significancia Estadística de las Variables en el Ensayo de Maíz como Forraje, bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	30
Cuadro 3. Comparación de Medias (Tukey P, 0.05), para el factor de genotipo de las variables evaluadas floración masculina y femenina. Altura de planta y mazorca del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	31
Cuadro 4. Comportamiento de medias (Tukey P, 0.05), para el factor genotipo de las variables evaluadas del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	33
Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), para el factor genotipo de las variables evaluadas peso fresco de muestra, peso seco de hoja, tallo y mazorca del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	34

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 6. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), para el factor genotipo de las variables: rendimiento fresco y rendimiento seco del Ensayo de Mafz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	35
Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), del Ensayo de Mafz como Forraje bajo dos densidades de población para las variables evaluadas: floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, acame y cuateo, en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	37
Cuadro 8. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), del Ensayo de Mafz como Forraje bajo dos densidades de población para las variables evaluadas: sanidad, peso fresco (de campo), peso fresco de la muestra, peso seco de hoja, tallo y mazorca en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	38
Cuadro 9. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), del Ensayo de Mafz como Forraje bajo dos densidades de población para las variables evaluadas: rendimiento fresco y seco en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	39
Cuadro 10. Rendimiento en fresco del Ensayo de Mafz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	40

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Cuadro 11. Rendimiento de materia seca del Ensayo de Mafz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	41
---	-----------

Figuras

Figura 1. Rendimiento de materia verde del Ensayo de Mafz como Forraje, bajo dos densidades de población, en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	36
Figura 2. Rendimiento de materia seca del Ensayo de Mafz como Forraje bajo dos densidades de población, en Valles Altos, Cuautitlán, México, 1995.....	36

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano de 1995, en la parcela 7 del Campo Experimental de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la UNAM. Se evaluó el rendimiento de forraje fresco y seco de 5 híbridos experimentales Puma contra dos híbridos y una variedad comercial.

El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento alcanzado por los 8 materiales bajo dos densidades de población (100 y 130 mil plantas por hectárea), seleccionando a través de esta evaluación aquellos materiales con mejores características agronómicas y alto rendimiento de forraje.

La unidad experimental estuvo formada por 4 surcos de 5 m de largo con una separación de 80 cm.. Como parcela útil se tomaron los 2 surcos centrales, se utilizó el diseño experimental de bloques completos azar. El análisis estadístico se realizó en forma factorial.

La comparación de medias fue hecha aplicando el método de Tukey al 0.05 de probabilidades, para cada una de las variables.

La siembra se llevó a cabo el día 11 de mayo de 1995, de manera manual, se tiraron 250 semillas por unidad experimental, garantizando el número de plantas necesarias para cada densidad.

En la fertilización se aplicó urea y superfosfato de calcio triple, en base a la fórmula 180-40-00, aplicando 1/3 del N al momento de la siembra y el resto del N y P en la segunda escarda.

Los componentes de rendimiento evaluados fueron: inicio de floración masculina y femenina, 50 % de floración masculina y femenina, 100 % de floración masculina y femenina, altura de planta, acame, sanidad, rendimiento de forraje en fresco por hectárea y rendimiento de materia seca.

Los resultados indican que no se encontró diferencia estadística para el grupo de híbridos evaluados por efecto de emplear diferente densidad de población, tampoco se detectaron respuestas diferenciales de los genotipos a una u otra densidad.

De manera que estadísticamente la respuesta fue similar entre la densidad de 100 mil plantas por hectárea con respecto a 130 mil plantas por hectárea, en la productividad de forraje de los materiales evaluados.

El material de mayor rendimiento fresco fue numéricamente el Puma PMM4 con 99,917 Kg./ha, sin embargo fue estadísticamente similar al P-1003 que rindió 90,625 Kg./ha, siendo este último el más precoz, teniendo una ventaja importante ante heladas.

En rendimiento de forraje seco se ubicaron en el primer grupo de significancia PMM4 (25,800 Kg./ha), P-1001 (26,536 Kg./ha), P-1075D (25,508 Kg./ha), P-1003 (24,119 Kg./ha), todos fueron diferentes a los testigos H-33 y V-107, teniendo posibilidades de utilizarse como materiales forrajeros.

De los materiales utilizados el Puma P-1001 expresó posibilidades para su uso extensivo, por las características de altura de planta, días a floración, así como respuesta en rendimiento fresco y

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

seco, esto por su buen nivel de productividad, para lo cual debe ser evaluado con mayor detenimiento

1. INTRODUCCION

Hoy día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. Globalmente, el maíz se cultiva en más de 140 millones de hectáreas (FAO, 1999), con una producción de más de 580 millones de toneladas métricas. Por lo que el cultivo de maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales (Paliwal, *et al*, 2001).

Los Estados Unidos de Norteamérica, la República de China, y Brasil, producen juntos el 73% del total global, 456.2 millones de toneladas. México, el cuarto productor a nivel mundial produce aproximadamente de 14 a 17.2 millones de toneladas de grano anualmente, 3% de la producción mundial en un 5% de la tierra destinada a la producción de maíz a nivel mundial (FAO, 1999).

En México aproximadamente el 70% se utiliza para consumo humano y el resto para la industria. Actualmente se ha incrementado el consumo de maíz para forraje, en un 4% anual (SAGARPA, 2002).

Los estados que presentan mayor producción de maíz para grano en el año 2000 son: Sinaloa, Jalisco, Chiapas, México, Veracruz, Guerrero, Michoacán, Puebla, Oaxaca, Guanajuato e Hidalgo. Con una producción nacional para ese año de 17, 191,037 toneladas. En los últimos 6 años Sinaloa ha incrementado un 15% su producción. Siendo los principales distritos productores

Los Mochis y Guasave, que reportan hasta 8 toneladas por hectárea en maíz de riego (SAGARPA, 2002).

Según datos de la FAO, para 1999, la superficie sembrada con el cultivo de maíz es de entre 7.5 y 8.5 millones de hectáreas. De las cuales 19 mil hectáreas son destinadas a la producción de forraje, con un rendimiento de 100 toneladas por hectárea.

Es previsible que la demanda de maíz como alimento humano y animal crezca en las próximas décadas en los países en desarrollo a una tasa mayor que la del trigo o el arroz. Byerlee y Saad (1993), (citados por Paliwal, *et al.*, 2001), han hecho proyecciones en las que la tasa de incremento de la demanda de maíz durante el período 1990-2005 se estima en 4.1% anual en los países en desarrollo, comparado con una tasa global de 2.6% por año.

Todos estos indicadores hacen que el maíz sea un cultivo que debe ser debidamente explotado a fin de alimentar la creciente población mundial, ya que mayores incrementos de producción de alimentos humanos y animales deben provenir de los cereales incluyendo el maíz. En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se han generado híbridos trilineales denominados PUMAS, que han demostrado altos rendimientos de grano y que son susceptibles de explotación como forraje, ya que poseen adecuadas características agronómicas que los facultan para este fin.

1.1 Objetivos.

- Determinar la capacidad productiva de forraje en verde y de materia seca de híbridos experimentales PUMA de maíz, en comparación con híbridos comerciales para Valles Altos.

- **Determinar la densidad óptima de población para los híbridos utilizados.**
- **Determinar el híbrido o los híbridos de maíz con mejores características agronómicas y de rendimiento como forraje para Valles Altos.**

1.2 Hipótesis.

- **De los híbridos de maíz utilizados, los PUMAS, superan de manera significativa a los híbridos comerciales en cuanto a rendimiento de forraje.**
- **La respuesta de los híbridos experimentales PUMA, es indiferente a las densidades de población de 100 y 130 mil plantas por hectárea.**
- **Existe una densidad de población específica para cada uno de los materiales evaluados.**

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Características generales.

El maíz aporta numerosos elementos nutritivos y materiales energéticos. Es una fuente destacada de vitaminas del grupo B y de minerales. El 57% de sus sales minerales son ácidas, por lo que tiene una acción ligeramente acidulante. Por su contenido en celulosa, favorece el peristaltismo intestinal y modera la acción tiroidea (F.A.O., 1993).

Posee un valor nutritivo similar al de otros cereales, aunque se diferencia de éstos por su elevado contenido de carotenos (ningún otro cereal los contiene) o pro-vitaminas "A", que se transforman en vitaminas "A" en el organismo y se caracterizan por su alto poder anti-infeccioso y su condición beneficiosa para la vista (F.A.O., 1993).

Es una especie que tiene un elevado potencial de rendimiento asociado con altos niveles de fotosíntesis, es una planta de alta productividad, una semilla puede producir de 600 a 1000 granos. La gran productividad del maíz se debe a su gran área foliar y una modificación en su ruta fotosintética. Esta modificación se conoce como ruta C4, y consiste en un mecanismo eficiente para el intercambio de vapor de agua por dióxido de carbono atmosférico (CO₂). Como resultado de este mecanismo, las especies C4 pueden producir más materia seca por unidad de agua transpirada (Martínez, 1985; Aldrich, 1994 y Paliwal, *et al.*, 2001).

2.2 Importancia económica.

El maíz tiene una gran variedad de usos (más que cualquier cereal), ya sea como alimento humano, como forraje, como ingrediente principal en alimentos balanceados y para cientos de

propósitos industriales, debido a su amplia distribución global, su bajo precio en relación a otros cereales, a los diferentes tipos de granos y a sus propiedades biológicas e industriales. El índice más alto de utilización per-cápita ocurre en los países donde la mayoría del grano se usa como alimento animal o donde el maíz es preferido como pasta alimenticia. En su uso industrial se pueden mencionar: alimenticio, molienda, pozolero, ceras, palomero, plástico con altos contenidos de amilasa, silo para animales (Llanos, 1984; Jugenheimer, 1990 y González, 1995).

2.3 Distribución mundial.

Moderadamente su uso se ha extendido por casi todo el mundo y ha adquirido una importancia fundamental en la economía agrícola de países de los cinco continentes, a raíz de la obtención de nuevos híbridos y de la selección de variedades de máximo rendimiento y amplias zonas de terreno, que hasta entonces habían permanecido al margen de la explotación agrícola. Cerca del 66% de la cosecha global se usa para la alimentación de ganado, 20% es consumido directamente por humanos, 8% es usado en procesos industriales de alimentos y productos no alimenticios y 6% se usa como semilla y desecho entre las naciones en vías de desarrollo (Paliwal, *et al.*, 2001).

Las máximas áreas productoras de maíz en el mundo se concentran en los Estados Unidos, en el llamado "Corn Belt" o cinturón del maíz. Le siguen China (20% de la producción mundial) y Europa (6%). A nivel mundial los principales productores de maíz son: Estados Unidos, China, Brasil, México, Francia, Ex Yugoslavia, Rumania, Italia, República de Sudáfrica y Argentina (González, 1995).

2.4 Distribución nacional.

En México aproximadamente el 70% se utiliza para consumo humano y el resto para la industria.

Actualmente se ha incrementado el consumo de maíz para forraje, en un 4% anual (SAGARPA, 2002).

Los estados que presentan mayor producción de maíz para grano en el año 2000 son: Sinaloa, Jalisco, Chiapas, México, Veracruz, Guerrero, Michoacán, Puebla, Oaxaca, Guanajuato e Hidalgo. Con una producción nacional para ese año de 17, 191,037 toneladas. En los últimos 6 años Sinaloa ha dado el crecimiento más importante, alcanzando en el último ciclo 2, 158,926 toneladas, esto es un incremento del 15% en estos últimos años. Siendo los principales distritos productores Los Mochis y Guasave, que reportan hasta 8 toneladas por hectárea en maíz de riego (SAGARPA, 2002).

Los principales estados productores de maíz forrajero son: Jalisco (1, 240,677 ton), Estado de México (1, 163,929 ton.), Chihuahua (681,210 ton.), Aguascalientes (505,933 ton.), Durango (370,022 ton.), Tlaxcala (262,101 ton.), Nuevo León (243,456 ton.), y el estado de Colima (188,970 ton.), según datos referidos al año agrícola 1999 (SAGAR, 2000).

En lo referente a la demanda de forraje, en el Valle de México, las explotaciones lecheras se encuentran en constante crecimiento, razón por la cual la demanda crece de igual manera, por lo que se requiere de un cultivo de rápido crecimiento y elevados rendimientos (Fuentes, 1990).

Ejemplo de la demanda de nuevos materiales forrajeros, es la evaluación de híbridos de maíz comerciales, utilizados por las explotaciones lecheras de Cuautitlán México, contra 6 híbridos Puma obtenidos en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán para producción de grano. Los mejores híbridos para la producción de forraje fueron el PMM4 y el Puma 1159, de los cuales

este último destaca sobre el primero (Menera, 1998).

La opción del maíz forrajero permite al productor ganadero, una producción de materia seca continua, se tiene una estabilidad en el valor nutritivo de la planta entera, no disminuye el valor nutritivo en el ensilaje por la ausencia de cubiertas en el grano de maíz y su alto contenido de glúcidos son de fácil fermentación, por lo que el ganadero tendrá un alimento estable y de forma continua (Duthil, 1989).

En Valles Altos se encuentran alturas por encima de los 2 mil metros sobre el nivel del mar, por lo que los materiales utilizados deben escapar a las heladas que se presentan a partir del mes de octubre y aprovechar el temporal, para completar su ciclo.

2.5 Mejoramiento genético en el maíz.

El maíz híbrido no fue considerado práctico hasta que en 1922, Jones sugirió el uso de cruza dobles. Sin embargo, en realidad el desarrollo del maíz híbrido, es la culminación de esfuerzos de muchos individuos que trabajaron durante años en diversas instituciones públicas y privadas de investigación (Jugenheimer, 1990).

En 1949, McMillen, (citado por Jugenheimer, 1990), enfatizó que el maíz es superior a cualquier material mineral. En la actualidad la mayor parte de la tierra agrícola del mundo está siendo cultivada. Una superficie adicional puede añadirse mediante costosos proyectos de conservación, recuperación e irrigación. Sin embargo la producción de alimento y forrajes, debe provenir de la tierra cultivada actualmente.

El mejoramiento genético en el maíz se puede considerar que se debe a Shull quién produjo un método aplicable en la formación de híbridos con alto rendimiento, al realizar cruzas entre líneas puras que expresaban la mejor combinación (Robles, 1990, Jugenheimer, 1990 y Bartolini, 1990).

Inicialmente Shull (1909), sugirió el uso de la F1 de una craza simple para cultivos comerciales. El procedimiento teóricamente era muy deseable pero difícil en su aplicación a causa de que las líneas puras progenitoras son muy pobres en la producción de semilla y por ende, hay dificultad para obtener semilla en forma económica y abundante para amplias áreas (Reyes, 1990).

Jones (1909), (citado por Reyes, 1990), propuso el uso de cruzas simples F1 de altos rendimientos como progenitores en la formación de cruzas dobles, y de esa manera obtener semilla híbrida en forma económica. La solución de Jones, consistía en formar híbridos dobles producto de cruzas de híbridos simples. De esta forma la semilla del híbrido doble procede de una de las cruzas simples que fungió como progenitor (Robles, 1985 y Reyes, 1990).

El programa de prueba de híbridos, patrocinado por la F.A.O., se inició con una inversión de sólo 40 mil dólares, el valor del rendimiento estimado de la producción en 15 países resulto en más de 24 millones de dólares en 1952, casi 40 millones de dólares en 1953, más de 55 millones en 1954 y cerca de 68 millones de dólares en 1955. Jugenheimer pronosticó que esta producción podría duplicarse mediante el uso de híbridos adaptados y prácticas modernas de producción (Jugenheimer, 1990).

La investigación agrícola en México se inicio en 1907, como consecuencia inmediata de los

convenios internacionales firmados en Roma, Italia en ese año, al suscribirse México como miembro del Instituto Agronómico Internacional (antecesor de la F.A.O.). Cuatro centros de investigación se establecieron en: San Jacinto, D.F. (anexo a la Escuela Nacional de Agricultura), en Tabasco, Río Verde, San Luis Potosí y Oaxaca (Reyes, 1990).

2.5.1 Principios en el mejoramiento genético del maíz.

El mejoramiento del maíz comprende la mejora sistemática del cultivo controlando la ascendencia de la semilla. Los métodos del mejoramiento del maíz pueden agruparse en 5 categorías generales, las cuales pueden traslaparse: selección masal, selección pro-surco, hibridación varietal, variedades sintéticas o compuestos e híbridos de líneas puras (Jugenheimer, 1990).

El mejoramiento del maíz se ve favorecido con la estructura morfológica de las inflorescencias estaminadas y pistiladas y el que estén en la misma planta, lo que hace que el maíz sea una especie adecuada para controlar la autofecundación o los cruzamientos y por lo tanto una producción de líneas puras y de semilla híbrida (Aleman, 1981 y Pochlman, 1987).

Los principios en los que se basa el mejoramiento genético del maíz son la endogamia y la heterosis o vigor híbrido. Lo que permite contar con las mejores características de cada planta y producir híbridos de altos rendimientos.

2.5.2 Endogamia.

La endogamia sugiere un apareamiento entre individuos más o menos emparentados. En plantas alógamas como el maíz, se practica la endogamia en forma artificial, controlando la polinización

(Reyes, 1985 y Márquez, 1988).

El término endogamia indica una forma de apareamiento entre individuos más o menos emparentados. En el caso de las plantas monoicas la endogamia es máxima cuando ocurre la autofecundación (Reyes, 1985).

La endogamia es causada por el entrecruzamiento entre parientes. Provoca un fenómeno de depresión en vigor, altura y rendimiento de la planta en comparación con sus progenitores, la forma más eficaz en maíz para propiciar la endogamia es efectuando la autofecundación mediante la polinización controlada (Espinosa, 1982).

Como consecuencia de la endogamia ocurre una reducción de tamaño, disminución de vigor, pérdida total de fertilidad, plantas deformes, albinas, susceptibles al acame, etc., y un debilitamiento general de la población (Delorit, 1986; Poehlman, 1987; Jugenheimer, 1990 y Reyes, 1990).

Pero es por medio de la endocria de una población heterogénea, que se obtiene uniformidad y homocigosidad de las plantas dentro de una línea (Jugenheimer, 1990).

2.5.3 Heterosis o vigor híbrido.

El vigor que se pierde se manifiesta por medio de la heterosis. Esta permite la obtención por medio del cruzamiento de dos variedades, la producción de híbridos que son superiores en crecimiento, tamaño, rendimiento o vigor general (Jugenheimer, 1990).

La heterosis es el fenómeno que ocurre cuando se cruzan dos o más líneas, obteniéndose plantas con mayor vigor que sus progenitores, éste será más alto cuando los individuos que lo provocan sean de constitución diferente. Ya que a mayor diversidad genética, mayor el grado de heterosis. La heterosis determina el aumento en crecimiento, altura, rendimiento u otra acción de incremento como resultado de una cruce (Espinosa, 1982).

La heterosis o vigor híbrido es el fenómeno en virtud del cual la cruce F1 entre dos razas, dos variedades, dos líneas, etc., produce un híbrido superior (Shull citado por Reyes, 1985 y Márquez, 1988).

La heterosis es el fenómeno en virtud del cual la cruce F1 entre dos razas, dos variedades, dos líneas etc., produce un híbrido superior en tamaño, rendimiento o vigor general. Dependiendo del fitomejorador, se considera heterosis cuando F1, es superior en vigor al promedio de sus progenitores, otros consideran heterosis cuando F1, es superior en vigor del progenitor más vigoroso y tiene por consiguiente mayor importancia económica (Reyes, 1985).

2.6 El maíz híbrido en Valles Altos.

Los Valles Altos se ubican en altitudes mayores a los 2 mil m.s.n.m., por lo que es necesario que el cultivo madure rápidamente para aprovechar el temporal y lograr la producción en el periodo libre de heladas. Por lo que se requieren materiales que tengan su floración a los 65 días o menor tiempo y se logre la producción entre 110 y 120 días; esto permite un desarrollo favorable del cultivo, ya que se establece bajo condiciones de temporal, y el agricultor puede recoger su cosecha antes de las heladas, lo que representaría grandes ventajas para los campesinos de los Valles Altos de México (Tadeo, 1994).

Para cubrir las necesidades de variedades mejoradas en el área del Centro de Investigaciones Agrícolas de la mesa Central, el mejoramiento se tiene estructurado por regiones con similitud ecológica, las cuales son: Zona de Transición (1,700 a 2,200 m.s.n.m.), Valles Altos (2,200 a 2,500 m.s.n.m.), y Zona de Altura (con más de 2,500 m.s.n.m.). Dentro de cada región existen dos sistemas de producción, que son siembras de riego y de temporal, este último puede variar de regular a malo. Las regiones más productivas se localizan en la Zona de Transición y en Valles Altos donde existe riego o cuando el temporal es favorable (Mendoza, 1982).

En la zona de Valles Altos el uso de semilla mejorada apenas alcanza un 6%. (Espinosa, *et al.*, 1999); esto a pesar de que en México los programas de genética se iniciaron en la década de los 50's. Para el mejoramiento del maíz los programas se dividieron en cuatro regiones: Mesa Central y Valles Altos; El Bajío, Guanajuato; Trópico Húmedo, Cotaxtla, Veracruz y Trópico Seco, Río Bravo, Tamaulipas (Reyes, 1985).

El programa de mejoramiento de maíz para regiones de gran altura, tienen como objetivo, la liberación de cruza simples, simples modificadas, triples y dobles para regiones de alto potencial y variedades sintéticas para regiones de mediana y baja productividad (Gamez, *et al.*, 1994).

2.7 Híbridos trilineales.

Una variedad híbrida es la producida por el cruzamiento entre dos o más parentales elegidos de tal forma que se garanticen la máxima producción y la máxima homogeneidad fenotípica en la explotación comercial (Poehlman, 1987; Márquez, 1988; Diehl, 1988 y Jugenheimer, 1990).

Los híbridos de maíz son sin duda los más antiguos en su concepción, ideados y obtenidos a

principios del siglo XX aunque se tardó más tiempo en obtener un material comercialmente competitivo, su rápida extensión se inició hace unos 50 - 60 años (Márquez, 1988).

Normalmente se piensa que la característica principal del híbrido es un alto rendimiento. Sin embargo no es así, la falta de homogeneidad en la parcela de cultivo basta, para poder afirmar que no es un híbrido, y si lo es que no está bien obtenido, ni tampoco el mantenimiento de sus características por el obtentor. Un buen híbrido ha de ser, de características tan predecibles como un producto industrial de serie. Por ello el híbrido ha de conseguirse mediante el cruzamiento entre parentales totalmente homocigóticos, esto es, entre líneas puras.

Tal cruzamiento permite la obtención de diferentes tipos de híbridos: *Híbrido Simple* o dos vías (HS) $A \times B$ es el tipo que produce mayor homogeneidad en todos los sentidos. *Híbrido Tres vías* (3V) $(A \times B) \times C$ donde un híbrido simple $A \times B$ hace de parental femenino. *Híbrido Cuatro vías* (4V) $(A \times B) \times (C \times D)$ sólo utilizados en maíz (Márquez, 1988; Jugenheimer, 1990; Bartolini, 1990).

Después de 5 a 7 generaciones de autofecundación, las plantas son relativamente uniformes y casi constantes respecto a la mayoría de las características deseadas. Así cuando se combinan por cruzamiento una cruce simple con una línea autofecundada, se produce un híbrido de tres líneas (Delorit, 1986).

En la práctica agrícola generalmente no se usan híbridos de cruces simples, sino cruces dobles y cruces de tres líneas. Está última, es la cruce entre una simple y una línea del tipo: $(A \times B) \times C$ (Márquez, 1988).

Una vez producida la línea pura por autofecundación durante un periodo de 5 a 6 años, y seleccionadas aquellas que han producido más o bien que tienen una mejor aptitud combinatoria, se procede a realizar los cruzamientos que nos pueden conducir a un híbrido simple, doble o de cuatro vías o a un híbrido de "tres vías". En el híbrido simple como en las líneas que lo forman no manifiestan heterosis, es poco productiva. En el híbrido de cuatro vías que surge de híbridos que manifiestan heterosis, se adapta mejor a diversos ambientes, con base genética más amplia, pero con baja productividad. En el caso del híbrido de tres vías, se aumenta la adaptabilidad de los primeros y la capacidad productiva de los segundos (Bartolini, 1990 y Jugenheimer, 1990).

A partir de 1985, el CIMMYT a puesto más énfasis en el mejoramiento para maíces de Valles Altos en México. Las primeras cruzas de híbridos trilineales fueron formadas durante 1989 entre cruzas de híbridos de INIFAP (hembra) y líneas macho de CIMMYT. Cuarenta y cinco cruzas de híbridos triples fueron obtenidas en donde intervienen 13 cruzas simples y diferentes líneas de CIMMYT. Esto considerando tolerancia a la depresión a la endocria para obtener niveles altos de heterosis. Las segundas cruzas de híbridos fueron formadas durante 1991, usando líneas de INIFAP como macho y cruzas simples de germoplasma de CIMMYT. Se utilizaron 30 cruzas simples como hembra y algunas líneas endocriadas de INIFAP desarrollando 160 híbridos triples. Estas fueron sembradas en el Batán durante 1992-1993 y Pentecostés en 1992 (Torres, 1994).

2.8 El maíz como forraje.

Desde que se logró obtener maíces híbridos forrajeros, han quedado un tanto relegados los maíces forrajeros tradicionales, por ofrecer estos una menor cantidad de forraje, de menor calidad biológica y por ser reducida su área de cultivo impuesta por las condiciones climatológicas (Juscáfresca, 1985).

Casi todas las plantas forrajeras se cultivan exclusivamente para aprovechar sus hojas y sus tallos. Sus semillas suelen carecer de valor nutritivo que justifique su aprovechamiento. Por ello, la mayoría de las plantas forrajeras se cosechan en el momento en que es máximo el valor nutritivo del forraje que viene a coincidir con la floración. El maíz para forraje es una excepción a esta regla casi general. Sobre todo los maíces híbridos alcanzan el máximo rendimiento en carbohidratos después que florecen, además, dichos hidratos de carbono son almacenados principalmente en la mazorca. El estado de grano lechoso viene normalmente a coincidir con la máxima acumulación de hidratos de carbono por la planta. Las hojas y el tallo están verdes y la planta completa tiene entonces un alto valor nutritivo para el ganado (Llanos, 1984).

El maíz forrajero era un cultivo tradicional realizado con escasa tecnología, estableciéndose al voleo con alta densidad y sobre todo, recolectado en verde desde que tenía un metro de altura, o más tarde, en la floración masculina. Esta práctica conducía a una producción de materia seca por hectárea de 3 a 5 toneladas como máximo, con valor nutritivo muy modesto (Duthil, 1989).

La ventaja del maíz forrajero es, continua Duthil, (1989), por su manejo idéntico al cultivo de maíz para grano, con una recolección tardía en el estadio pastoso-vétreo, o incluso vétreo, destinado al ensilaje. Este momento se reconoce porque el grano no se araña ya con la uña, las hojas se encuentran debajo de la espiga y las espigas están secas, y el contenido en materia seca de la planta entera se encuentra en el orden del 30 al 35%.

Jugenheimer (1990), menciona que para el caso de aprovechamiento del maíz como forraje verde o ensilaje, la madurez del cultivo se evalúa en base al rendimiento de materia seca y a la producción de tallos y mazorcas.

2.9 Efectos de la densidad de población.

La densidad de población esta dada por la distancia entre las plantas en líneas y la separación entre ellas. Pero al momento de cosechar se encuentran pérdidas del 15%. Esta densidad final es la real (Llanos, 1984).

La densidad de población se puede definir como el porcentaje del área basal cubierta por las plantas, o en otras palabras, el porcentaje de la superficie del suelo cubierta por la protección vertical de las plantas (Hughes, *et al*, 1984).

La densidad de población óptima es mayor en suelos fértiles que en suelos pobres, a una densidad de población determinada, el peso de la mazorca y el número de mazorcas por planta son mayores si la fertilidad es alta (Lang, *et al*, 1956).

Mendoza (1970), encontró significancia estadística para los factores: altura de planta, interacción poblacional por variedad y nivel de fertilización, así mismo también encontró que a medida que la población aumenta, el porciento de plantas horras lo hacia a la misma medida.

Maldonado (1986), al evaluar 10 variedades de maíz para producción de grano, bajo dos densidades de población, encontró respuesta diferencial de las variedades a las densidades de población de 100 y 120 mil plantas por hectárea, con rendimientos hasta de 12,521 Kg./ha de grano para uno de los híbridos en estudio (H-149 E), además definió que la densidad de población de 120 mil plantas por hectárea fue donde se obtuvieron los mejores rendimientos en promedio.

Los híbridos altamente productivos, resistentes al vuelco y a la esterilidad de las flores en poblaciones densas, han hecho posible pasar de 30 a 100 mil plantas por hectárea y más. En cuanto a la distancia que debe mediar entre las líneas de siembra y la que separa las plantas en la línea, la tendencia es a mantener ésta y reducir aquella para conseguir una mayor uniformidad de plantación en las dos direcciones (Llanos, 1984).

Llanos (1984), justifica el aumento obtenido sembrando altas densidades en filas cercanas por un mayor aprovechamiento de energía solar interceptada por las plantas. Tal cercanía es de una planta por golpe y separar las filas a 60-70 cm..

Robles (1990), considera que la densidad de población depende de la distancia entre surcos y la distancia entre plantas. Ambas distancias, deben determinarse experimentalmente planeando tratamientos con diferentes combinaciones de distancias entre surcos y entre plantas. Esto por que cada región agrícola es diferente en cuanto a condiciones ecológicas y edáficas y según la variedad que se vaya a sembrar, la cual requiere una óptima población por unidad de superficie, que produzca el máximo de grano o de forraje y la mejor calidad bromatológica del último.

Meza (1986), menciona que de acuerdo a numerosos trabajos al respecto de la densidad de población el caso del maíz en un sistema definido son: la variedad, las cantidades aprovechables de nutrimentos y la disponibilidad de agua en el suelo.

Diehl (1988), considera que la elección de la densidad de siembra debe procurar obtener el óptimo de población; es decir, la utilización completa de la capacidad productiva del suelo, susceptible a nutrir por unidad de superficie (metro cuadrado o por hectárea) un número

determinado de unidades de producción. Tendiendo así a un equilibrio entre el volumen individual y número de individuos por unidad de superficie, obteniendo la población óptima. Esta dependerá de la influencia del medio ambiente y particularmente del factor agua que regula en todos los casos la densidad de población compatible con un desarrollo normal de la planta.

Duthil (1989), aconseja una densidad de plantas superior en un 10 % a la de maíz para grano, siendo el resto de condiciones iguales. Menciona que no se puede exagerar esta densidad, primero por que no es necesario descartar la opción del grano, siempre posible, en seguida por que a medida que se incrementa la densidad, el peso de tallo aumenta más rápidamente que el peso de las espigas, lo que conduce a una disminución de la calidad del forraje. Según los terrenos y las condiciones (de riego o temporal) se pueden emplear materiales precoces de 65 a 90 mil plantas por hectárea.

El concepto de densidad de población está definido por el número de plantas presentes en un metro cuadrado de superficie o bien en una hectárea, se divide a su vez entre densidad teórica y real, esta última normalmente suele ser menor de un 10 a 15 % de la teórica. Se debe tener presente que por el contrario a la afirmación de que la densidad de plantas está ligada al ciclo o mejor dicho a la longitud del ciclo vegetativo del híbrido, por el contrario, la densidad de plantas esta correlacionada con el patrimonio genético de cada variedad y por lo tanto, varía de híbrido a híbrido. Se puede comprobar que determinados híbridos precoces cultivados a altas densidades producen muy poco, del mismo modo que híbridos tardíos con bajas densidades, producen menos de lo que permite su potencial genético (Bartolini, 1990)

La densidad final del cultivo es una circunstancia que depende de numerosos factores: clima,

textura, estructura y situación del suelo, disponibilidad de riego, etc.): de las técnicas de cultivo y de las características específicas del híbrido, sobre todo de su aptitud para soportar una densidad elevada sin que produzca abatimiento en las plantas. Esta densidad en el terreno es superior, en el caso de maíz forrajero contra maíz de grano en un 35 % incluso más, llegando a tener de 10 al 12 % de plantas por metro cuadrado (Bartolini, 1990).

La densidad de siembra debe elegirse según el híbrido que se vaya a sembrar, pues difieren en el número óptimo de plantas por hectárea. La densidad a cosecha, es siempre menor que la de siembra. Se calcula que a lo largo del ciclo del maíz se produce una pérdida de plantas cuya magnitud varía en función del control que se ejerza sobre distintos factores: calidad de la semilla, preparación del suelo, humedad y temperatura de la tierra en el momento de la siembra, insectos del suelo, malezas, daños después de la emergencia, daños mecánicos por laboreo, etc.

La densidad de población afecta el rendimiento de grano y la relación grano-forraje. Sin embargo la influencia de la densidad de población sobre la calidad del forraje no ha sido consistente. La relación grano-forraje en la planta de maíz disminuye a medida que la densidad de población aumenta (Adelana y Milbourn, 1972). Es probable que este aumento se deba a la disminución de peso del tallo durante la formación de grano.

2.10 Rendimiento y componentes de rendimiento.

El objetivo principal de la producción agrícola es el rendimiento en términos biológicos como económicos, más aún el rendimiento económico es el que se considera más comúnmente. El rendimiento es un carácter complejo, controlado por el genotipo, y su expresión depende del funcionamiento y la interacción de los procesos fisiológicos (fotosíntesis, respiración, tras

locación, absorción, etc.) entre sí, así como del medio (Martínez, 1985).

En forma general, el rendimiento final de un cultivo se expresa en términos de materia seca acumulada por hectárea y sus componentes son: número de plantas por hectárea, número de flores por planta, número de semillas por flores y tamaño de semilla (expresado en mg de materia seca por semilla). En el caso del maíz se considera el número de mazorcas por planta en lugar del número de flores por planta. De manera que el principio establecido es posible adecuarlo, según la parte de la planta a utilizar (Martínez, 1985).

Martínez (1985), explica que el rendimiento depende de: el área fotosintética desarrollada durante el crecimiento vegetativo, puesto que determina el tamaño de la fuente de fotoasimilados de la floración, por que constituye el aprovechamiento de los fotoasimilados para definir el tamaño de la demanda (granos) y el periodo de llenado de grano, que será una consecuencia de la interacción fuente-demanda establecida.

Para Munger (citado por Mascorro, 1985), el rendimiento desde el punto de vista biológico, se refiere al total de materia seca que la planta acumula y agrónomicamente es la fracción de peso seco total que tiene un valor económico. El primero se expresa en las estructuras de las plantas (raíz, tallo, hojas, flores y frutos) y el segundo se expresa en la producción de semilla (Kahashi, citado por Mascorro, 1985).

La planta esta a sujeta a un proceso de crecimiento y otro de desarrollo. En el primero se da un aumento más o menos continuo del tamaño, del volumen o del peso de la planta, mientras que la noción de desarrollo corresponde al paso del vegetal por diferentes etapas (periodo vegetativo,

floración, fructificación, etc.). De manera que el estudio de diversos factores de crecimiento sobre la elaboración de materia seca permite la obtención del rendimiento máximo (Diehl, 1988).

El rendimiento de una planta es la materia seca o producto final de la transformación de energía a energía química que hace un genotipo mediante una serie de procesos fisiológicos, reacciones químicas y estructuras morfológicas bajo la acción de fuerzas ambientales y la participación voluntaria o involuntaria del hombre (Arellano, 1989).

Aldrich (1994), plantea que el rendimiento de materia seca es bajo si el maíz no está maduro ya que su contenido de humedad es muy alto. Para mejorar la eficiencia en la producción de materia seca se ha intentado modificar la estructura de la planta de maíz con el interés de facultarla para que aproveche en forma óptima los factores ambientales (luz, temperatura y nutrientes).

Las modificaciones a la estructura de la planta de maíz que se han explotado son: el ángulo de inclinación de las hojas con la finalidad de interceptar mayor radiación solar, las variedades de maíz que muestran esta modificación han llegado a producir 41 % más que aquellas normales (Arellano, 1982).

Duthil (1989), observó que la producción de materia seca del maíz crece sin detenerse y de forma casi lineal desde el inicio de la vegetación. En esta producción total, el peso de los tallos y de las hojas alcanza muy rápidamente su máximo, es el engrosamiento de la espiga lo que explica este aumento sostenido. En el estadio lechoso, las espigas representan ya el 45% de la materia seca de la planta entera, mas en el estadio vitroso éstas sólo contienen cerca de los 2/3. Debe por lo tanto recolectarse lo más tarde posible, pues se gana mucho, tanto en producción como en calidad

umentando el porcentaje grano/no grano.

Amescua y Meza (1986), encontraron que al aumentar la cantidad de semilla se puede aumentar, la densidad de población y en consecuencia aumentar el rendimiento en fresco, pero no aumentar la producción de materfa seca, además la altura de la planta y de mazorca no son determinantes en el rendimiento final de materia seca.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y descripción del experimento.

El presente trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano de 1995, en la parcela 7 del Campo Experimental de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, de la UNAM, la cual está ubicada en el Municipio de Cuautitlán Izcalli Estado de México. Geográficamente se encuentra a los 19°41'35" de latitud norte y a los 99°11'42" de longitud oeste, a una altitud de 2,252 m.s.n.m. (De la Teja, 1982).

3.2. Características ambientales.

En la zona de Cuautitlán, el clima predominante es el C(Wo)(W)b(i'), el cual corresponde al tipo templado, el más seco de los sub-húmedos con régimen de lluvias en verano e invierno seco (menos del 15% de precipitación anual) con verano largo y fresco, con temperatura extrema respecto a su oscilación.

La temperatura media anual es de 15.7° C, la máxima promedio es de 26.5° C y la mínima promedio es de 2.3° C, aunque pueden presentarse temperaturas bajo cero, el mes más frío es enero con 11.8° C y el mes más caliente es junio con 18.30° C (García, 1981).

La precipitación media anual es de 605 mm, concentrándose en los meses de mayo a octubre, julio es el mes más lluvioso con 128.9 mm y febrero el mes más seco con 38 mm en promedio. La temporada de heladas comienza en el mes de octubre y termina en el mes de abril, el promedio anual de días con heladas es de 64. La frecuencia de granizadas es muy baja y se puede observar principalmente durante el verano (De la Teja, 1982).

El tipo de suelo según la clasificación del sistema FAO-DETNAL corresponde a los suelos vertisoles pélvicos, estos presentan una textura fina, son pesados de color negro y su fertilidad es alta, su manejo es difícil ya que cuando están húmedos toman una consistencia pegajosa y secos forman grandes grietas e incluso pueden ser impermeables. Tienen un pH de 6 a 7 (Colegio de Postgraduados, 1973).

3.3 .Material genético.

Se evaluaron 5 híbridos trilineales experimentales con la numeración PUMAS para Valles Altos, incluyendo como testigos a los híbridos H-33 y H-137, así como la variedad V-107.

El híbrido H-33 es de ciclo intermedio de cruza doble, se adapta a zonas de riego y temporal en regiones de los 2,200 m.s.n.m.. En los estados de México, Puebla, Tlaxcala y norte de Guanajuato (INIFAP, 2001).

El híbrido H-137, es de ciclo intermedio de cruza doble, se adapta en zonas de riego y buen temporal en regiones de los 2,200 m.s.n.m., de los estados de México, Distrito Federal, Hidalgo y Puebla (INIFAP, 2001).

La variedad V-107 es una variedad de polinización libre de ciclo tardío específica para su uso como forraje en el Valle de Toluca, sin embargo su uso se ha extendido al Valle de México (Espinosa, 2003).

3.4. Tratamientos y diseño experimental.

El experimento se realizó en la parcela número 7 de la Facultad de Estudios Superiores

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuautilán. Constó de 16 tratamientos con 3 repeticiones las cuales se trabajaron bajo dos densidades de población 100 y 130 mil plantas por hectárea (Cuadro 1).

La unidad experimental estuvo formada por 4 surcos de 5 m de largo con una separación de 80 cm.. Como parcela útil se tomaron los 2 surcos centrales, se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar. El análisis estadístico se realizó en forma factorial.

La comparación de medias fue hecha aplicando el método de Tukey al 0.05 de probabilidades, para cada una de las variables.

Cuadro 1. Variedades y densidades de población de híbridos de maíz para evaluar la producción de forraje en Valles Altos, Cuautilán, México, 1995.

Variedades	Densidades (plantas/hectárea)	Tipos de variedad
PUMA 1001	100,000	Híbrido trilineal
PUMA 1002	100,000	Híbrido trilineal
PUMA 1003	100,000	Híbrido trilineal
PUMA 1004	100,000	Híbrido trilineal
PUMA 1075 T	100,000	Híbrido trilineal
PUMA 1075 D	100,000	Híbrido doble
PUMA PMM4	100,000	Híbrido trilineal
H-137	100,000	Híbrido doble
H-33	100,000	Híbrido doble
V-107	100,000	Polinización libre
V-107	130,000	Polinización libre

3.5 Siembra.

La siembra se llevo acabo el día 11 de mayo de 1995, de manera manual, se establecieron 250 semillas por unidad experimental garantizando el número de plantas que se requirieron para cada una de las densidades planeadas.

3.6 Fertilización.

En la fertilización se aplicó urea y superfosfato de calcio triple, en base a la formula 180-40-00, aplicando 1/3 del N al momento de la siembra y el resto del N y P en la segunda escarda.

3.7 Prácticas culturales.

3.7.1 Riego.

El riego se aplicó el día 12 de mayo de 1995 a punta de riego para garantizar la germinación siendo las lluvias el medio para satisfacer las necesidades de agua durante el ciclo.

3.7.2 Control de maleza.

Se aplicó herbicida a los 15 días después de la siembra, utilizando una dosis de 1 litro de hiebamina más 3 Kg. de gesaprin por hectárea, aplicados con 200 litros de agua.

3.7.3 Aclareo.

Este se realizó una vez que el cultivo alcanzó una altura de 30 cm.. De tal manera que para la densidad de 100 mil plantas por hectárea quedaron 40 plantas por surco y para la densidad de 130 mil plantas por hectárea 52 plantas por surco, estas densidades fueron ratificadas al aclarar después de la primera escarda.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.7.4 Cosecha.

Se realizó en forma manual, el 27 de septiembre de 1995, cosechando los dos surcos centrales, cuando el grano se encontraba en estado masoso.

3.8 Variables evaluadas.

3.8.1 Inicio de floración masculina y femenina.

Se realizó el conteo de los días transcurridos, a partir del momento de la siembra hasta el momento en que aparecieron las primeras espigas y los primeros estigmas.

3.8.2 50 % de floración masculina y femenina.

Se consideró 50% de la floración masculina, contando los días a partir del momento de la siembra hasta que las espigas de la mitad de la población liberaron su polen. En el caso de la floración femenina, el 50% se consideró, desde el momento de la siembra a la fecha en que los estigmas tenían de 2 a 3 cm. de longitud.

3.8.3 100 % de floración masculina y femenina.

El 100% de floración masculina y femenina se verificó visualmente en los dos surcos centrales que conformaron la parcela útil.

3.8.4 Altura de planta.

Esta se tomó de la base o punto de inserción de la planta hasta la punta más alta de la espiga, en centímetros, considerando 10 plantas para las mediciones y promedio.

3.8.5 Acame.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se determinó de manera visual, utilizando la escala 1 para menor acame y 10 para mayor nivel de acame.

3.8.6 Sanidad.

Se tomo nota del daño causado en las plantas durante el ciclo del cultivo, pero antes de que las hojas viejas se tomaran color café. La evaluación se realizó en cada parcela, en base a las enfermedades más importantes de la región es decir roya (*Puccinia sp.*), achaparramiento y rayado fino.

Se empleo una escala de 1 a 5, donde el valor de 1 se le dio a los materiales sanos y 5 para los materiales muy enfermos.

3.8.7 Rendimiento de forraje en fresco por hectárea.

Se cosecharon y pesaron en el campo, los dos surcos centrales, para tener competencia completa en ambas densidades, y su resultado se extrapolo a hectáreas, estableciéndose la relación correspondiente.

3.8.8 Rendimiento de Materia Seca.

Se obtuvo secando dos plantas hasta peso constante, este valor se empleó para saber la producción de Materia Seca por parcela y posteriormente te extrapoló a una hectárea.

Para el porcentaje de Materia Seca por partes de la planta se separaron y secaron hojas, tallos, mazorcas e inflorescencias para obtener el porcentaje de peso seco.

4. RESULTADOS

4.1 Análisis de Varianza.

El Cuadro 2, muestra que para la mayoría de las variables, en el factor genotipo se presentaron diferencias altamente significativas, a excepción de la variable peso seco de mazorca, la cual resulto solo significativa al 0.05 de probabilidad. Lo anterior indica que los híbridos estudiados presentan diferencias entre sí, en sus características agronómicas en estudio como fueron: días a floración masculina y femenina, altura de planta y mazorca, acame cuateo, peso fresco, peso seco de hoja, peso seco de tallo, rendimiento fresco, rendimiento seco.

En la variable densidad, se observo que la variable días a floración masculina, hay significancia a nivel de 0.05 de probabilidad. Las variables sanidad, peso de la muestra y peso seco de la hoja presentaron diferencia estadística altamente significativa a nivel de 0.01 de probabilidad. Las variables rendimiento seco y fresco, días a floración femenina, altura de planta, altura de mazorca, acame, cuateo, peso fresco, peso seco de tallo y mazorca, no hubo significancia.

Para la interacción genotipo por densidad, la mayoría de las variables no mostraron significancia, fue en la variable peso seco de hoja en la cual se detectó diferencia significativa a nivel de 0.05 de probabilidad.

En cuanto a las repeticiones, en casi todas las variables no existió significancia a excepción de la variable que corresponde a cuateo. La cual presenta una diferencia altamente significativa a nivel de 0.01 de probabilidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 2. Cuadrados Medios y Significancia Estadística de las Variables en el Ensayo de Maíz como Forraje, bajo dos

Densidades de Población en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.

Variable	Genotipo	Densidad	Gen x Den	Replicación	Medias	CV
Flor masc. (días)	164.143 **	24.083*	7.178 NS	1.646 NS	88.8	2.01
Alt. de planta (cm)	2506**	36.75 NS	140.083 NS	196.020 NS	279.33	4.145
Acame	6.1398**	1.02008 NS	0.5922 NS	1.395 NS	1.729	58.351
Sanidad	0.333**	0.750**	0.1309 NS	0.0833 NS	1.1666	24.743
Peso de la muestra	1182827.3**	1171875**	1700922.61 NS	77708.33 NS	2327.08	15.713
Peso seco de tallo	13814.375**	2606.326 NS	1245.508 NS	599.280 NS	207.332	20.895
Rendimiento fresco	382499814**	39876302 NS	30632254 NS	8634115 NS	84567.7	8.485

** Altamente Significativo (0.01) *Significativo (0.05) NS-No Significativo

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

4.2 Comparación de Medias para Genotipos.

En el Cuadro 3, se puede apreciar el comportamiento de los híbridos evaluados en cuanto a días a floración masculina. De estos materiales, los más tardíos fueron el V-107 con 97 días, el PMM4 con 95 días y el H-137 con 92 días. Por lo que respecta a los híbridos P-1003, P-1001, P-1075D, P-1075T y H-33 presentaron igual comportamiento 85 días a floración, siendo los más precoces.

Cuadro 3. Comparación de Medias (Tukey P, 0.05), para el factor de genotipo de las variables evaluadas floración masculina y femenina. Altura de planta y mazorca del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.

Genotipo	Floración Masculina (días)	Floración Femenina (días)	Altura de Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)
PMM4	95 b c	105 a b	294 b	193 a b
P-1003	85 c	102 c	272 c	170 b
P-1001	85 c	102 c	259 c	170 b
P-1075D	85 c	102 c	272 c	172 b
P-1075T	85 c	102 c	272 c	172 b
H-137	92 c	103 a b	270 c	172 b
V-107	97 a	106 a	324 a	227 a
H-33	85 c	102 c	272 c	172 b

DSH (0.059) Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey P, 0.05)

Para la variable de floración femenina se puede apreciar que los más tardíos fueron los materiales V-107, con 106 días, el PMM4 con 105 días y el H-137 y H-33 con 103 días. Los híbridos P-

1003, P-1001, P-1075D y P-1075T llegaron a floración femenina a los 102 días.

En cuanto a la altura de la planta, se presentaron tres grupos de significancia. En el primero tenemos la variedad V-107 con 324 cm.; en el segundo grupo esta el PMM4 con 294 cm. y en tercer grupo los materiales H-137, H-33, P-1003, P-1075D, P-1075T y P-1001, este último con 259 cm., siendo el porte más bajo.

La altura de la mazorca en la variedad V-107, fue de 227 cm., seguido del Híbrido PMM4 con 193 cm., el H-137 con 181 cm., el H-33 con 180 cm., el P-1003 con 175 cm., los híbridos P-1075T y P-1075D con 172 cm. y el más bajo lo registro el P-1001 con 170 cm. de altura de mazorca.

En la variable de acame, el genotipo más afectado fue el V-107 con un valor de 3.1, el PMM4 y el H-33 son intermedios entre el primer y segundo grupo de significancia, con 2.6 en ambos materiales; el testigo H-137 está entre los tres grupos de significancia con un valor de 2. Entre el segundo y tercer grupo de significancia están el P-1001 y P-1075D con 0.83. Finalmente el P-1075T en el tercer grupo de significancia con 0.66 (Cuadro 4).

En cuateo se presentaron dos grupos de significancia, los valores fueron desde 4 hasta 11 plantas cuatas por parcela, el material que más plantas cuatas presento fue el P-1001 con 11, seguido del P-1075T con 10, el PMM4 y H-137 con 7; el P-1075D, H-33 y V-107 con 6 y por último el P-1003 el cual obtuvo solo 4.

La variable sanidad de la planta, los materiales más afectados fueron la variedad V-107 y el

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Híbrido H-137, los cuales están en el primer grupo de significancia, en el segundo grupo de significancia están el P-1075T y H-33 con valores de 1.1; el PMM4, P-1003, P-1001, P-1075D con valores de 1, mostrando la mejor tolerancia a plagas y enfermedades.

Cuadro 4. Comportamiento de medias (Tukey P, 0.05), para el factor genotipo de las variables evaluadas del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México.

Genotipo	Acame	Cuatro	Santidad	P. Fresco (kg)
PMM4	2.6 b c	7 a b	1 b	40 a
P-1003	2.6 a b	7 a b	1 b	35.5 b c
P-1001	0.83 b c	11 a	1 b	34 b c
P-1075D	0.66 c	10 a b	1.1 a b	32 b c
P-1075T	0.66 c	10 a b	1.1 a b	32.5 b c
H-137	2 a b	7 a b	2 a	29 b c
V-107	3.1 a	6 a b	2 a	32 b c
H-33	2.6 a b	7 a b	2 a	29 b c

DHS (0.05) Valores con la misma letra no son significativos (Tukey P, 0.05).

En peso fresco se tienen tres grupos de significancia, destacando el PMM4 con 40 Kg. En los demás materiales el peso vario de 32 a 35.5 Kg., el material que menor peso alcanzó fue el H-33, con solo 29 Kg.. El P-1003 con 35.5 Kg. esta entre el primer y el segundo grupo de significancia. Los materiales P-1001, P-1075D, P-1075T, H-137 y V-107, no son significativamente diferentes.

La variable peso fresco de muestra presenta dos grupos de significancia, con pesos que van de 1.900 gr. (P-1075D) hasta 3.200 gr. (V-107). El primer grupo de significancia lo conforman los materiales: V-107, PMM4 y H-137, estos dos últimos, se comportan de manera intermedia entre

los dos grupos de significancia. En el segundo grupo están el P-1003, P-1001, P-1075D, P-1075T y H-33 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), para el factor genotipo de las variables evaluadas peso fresco de muestra, peso seco de hoja, tallo y mazorca del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.

Genotipo	Peso fresco de Muestra (gr.)	Peso fresco de Hoja (gr.)	Peso seco de Tallo (gr.)	Peso seco de Mazorca (gr.)
PMM4	2500 a b	212 a b	240 a b	272 a
P-1003	2000 b	185 a b	172 b	215 a
P-1001	2100 b	184 a b	186 b	271 a
P-1075D	1900 b	170 a b	172 b	215 a
P-1075T	2000 b	168 b	194 b	170 a
H-137	2300 b	213 a b	221 b	252 a
V-107	3200 a	257 a	303 a	205 a
H-33	2000 b	162 a b	185 b	212 a
DHS (0.05)	687	74	105	112

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey P, 0.05)

En peso fresco de hoja, se tienen dos grupos de significancia, en el primero esta la variedad V-107 con 257 gr., en el segundo grupo el P-1075D, P-1075T y el H-33. El resto de los materiales se comportaron entre ambos grupos de significancia el PMM4, P-1003, P-1001 y el H-137.

En el peso seco de tallo se establecieron dos grupos de significancia, el material que alcanzó el

valor más alto fue la variedad V-107 con 303 gr. y el menor peso seco fue el H-33 con 163 gr., el PMM4 y el H-137 se encuentran entre ambos grupos de significancia, con 240 y 232 gr., respectivamente. En el segundo grupo de significancia están el P-1075T, P-1001, P-1003, P-1075D y H-33. En peso seco de mazorca, no existe diferencia significativa para los genotipos utilizados. Destaca el H-137 con 278 gr., y el P-1001 con 271gr.. El menor rendimiento es del P-1075T con 170 gr.

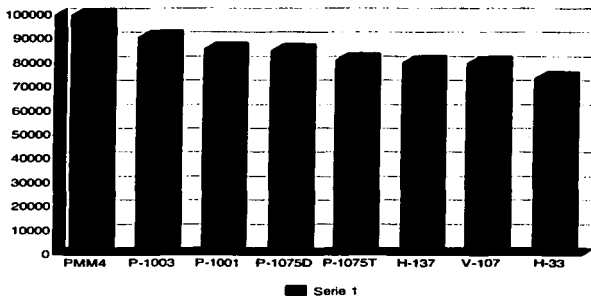
En rendimiento fresco se establecieron tres grupos de significancia. El genotipo que presentó mejor rendimiento fresco fue el PMM4 con 99,917 Kg./ha, seguido del genotipo P-1003, el cual presentó un rendimiento de 90,625 Kg./ha.. Los materiales P-1001, P-1075D, P-1075T, H-137 y V-107 no son significativamente diferentes. Sus rendimientos fluctúan entre 79,792 y 85,958 Kg./ha. El H-33 con 73,625 Kg./ha., es el rendimiento más bajo (Cuadro 6; Gráfica 1).

Cuadro 6. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), para el factor genotipo de las variables rendimiento fresco y rendimiento seco del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.

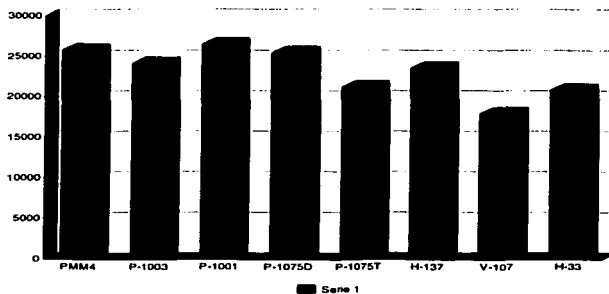
Genotipo	Rendimiento fresco (kg/ha)	Rendimiento Seco (kg/ha)
PMM4	99,917 a	25,800 a
P-1003	90,625 a	24,717 a
P-1001	85,958 b c	26,536 a
P-1075D	85,312 b c	24,833 a
P-1075T	81,208 b c	21,194 a b
H-137	81,208 b c	23,877 a b
V-107	79,792 b c	17,916 b
H-33	73,625 c	16,276 b
DHS (0.05)	13,480	6,811

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey P, 0.05)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Gráfica 1. Rendimiento de materia verde del Ensayo de Maíz como Forraje, bajo dos densidades de población, en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.



Gráfica 2. Rendimiento de materia seca del Ensayo de Maíz como Forraje, bajo dos densidades de población, en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.

En rendimiento seco, el PMM4 alcanzó 25,800 Kg./ha., y el P-1001 con 26,536 Kg./ha.. La variedad V-107 con 17,916 Kg./ha., fue el rendimiento más bajo. Por último, el P-1075D, P-1003, H-137, P-1075T y H-33 no son significativamente diferentes (Cuadro 6; Gráfica 2).

4.3 Comparación de medias para densidades.

En el cuadro 7, se observa el comportamiento de las densidades para cada una de las variables. Para la floración masculina la densidad de 100,000 plantas por hectárea fue la más precoz tanto estadísticamente como numéricamente con 88 días, y a 130,000 plantas por hectárea 90 días. En cuanto a floración femenina, no existió diferencia significativa para las densidades utilizadas. En ambos casos fue de 103 días.

En las variables altura de planta y mazorca, acame, así como cuateo, solo existió diferencia numérica entre densidades pero estadísticamente son iguales ya que no son significativamente diferentes.

Cuadro 7. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población para las variables evaluadas: floración masculina y femenina, altura de planta y de mazorca, acame y cuateo, en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.

100,000	88 b	103 a	280.2 a	184.0 a	1.87 a	7.12 a
130,000	90 b	103 a	277.2 a	183.0 a	1.87 a	7.12 a
DSH	1.0549	0.5945	6.8274	11.079	0.549	2.082

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey P, 0.05)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En cuanto a sanidad para las dos densidades se observa que son diferentes estadística y numéricamente y considerando que el rango va de 1 a 5, donde 1 es la planta más sana, esto significa que bajo estas densidades hay valores muy pequeños de plantas dañadas (Cuadro 8).

En la variable de peso fresco de campo, no existió diferencia estadística. La densidad de 100 mil p/ha., tiene mayor peso. Para el peso fresco de la muestra son significativamente diferentes. Para la densidad de 100,000 p/ha. es de 2,483.3 gr., y de 2,170.8 gr., para 130,000 p/ha.

En peso seco de la hoja, son significativamente diferentes. Teniendo que en la densidad de 100,000 p/ha., hay mayor peso con respecto a la de 130,000 p/ha. Para las variables de peso seco de tallo y mazorca no hay diferencia estadística. Teniendo en 100,000 p/ha., mayor peso en ambas variables.

Cuadro 8. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población para las variables evaluadas: sanidad, peso fresco (de campo), peso fresco de la muestra, peso seco de hoja, tallo y mazorca en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.

100,000	1.29 a	34.058 a	2483.3 a	213.60 a	214.69 a	228.61 a
130,000	1.04 a	31.483 a	2170.8 a	177.35 a	177.35 a	177.35 a
DSH	0.1702	1.739	215.58	23.185	32.874	35.328

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey P, 0.05)

En el cuadro 9, el rendimiento en fresco y seco bajo las dos densidades, estadísticamente son iguales, numéricamente son diferentes, donde la densidad de 100,000 p/ha., para peso fresco es mayor, superando a la de 130,000 p/ha por 1,823 Kg./ha. Para el peso seco la densidad de 130,000 plantas/ha resulto ser mayor superando a la densidad de 100,000 p/ha por 345 Kg./ha.

Cuadro 9. Comparación de medias (Tukey P, 0.05), del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población para las variables evaluadas: rendimiento fresco y seco en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.

Densidad (plantas/ha)	Rendimiento fresco (Kg./ha)	Rendimiento seco (Kg./ha)
100,000	85479 a	22892 a
130,000	83656 a	23237 a
DHS	4230.7	2137.8

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey P, 0.05)

4.4 Rendimiento de forraje fresco.

El híbrido PMM4 se comporto de manera semejante en ambas densidades de población, ya que la diferencia de 833 Kg./ha., entre uno y otro rendimiento así lo indica. El P-1001 se comportó de igual forma, con una diferencia entre rendimientos de 250 Kg./ha.. El genotipo P-1075D, se comporto de mejor manera en la densidad de 100 mil p/ha., teniendo una diferencia de 7,500 Kg./ha., entre uno y otro rendimiento (Cuadro 10).

El material 1075T, respondió de mejor manera en la densidad de 130 mil p/ha., superando con 3,074 Kg./ha., a la densidad más baja. El H-137, de igual manera obtuvo mayor rendimiento a 130 mil p/ha., con una diferencia de 2000 Kg./ha., entre una y otra densidad.

Por lo que respecta al genotipo V-107, la producción más alta se presentó a 100 mil p/ha., obteniendo 4,417 Kg./ha., más que en la de 130 mil p/ha.. El H-33 se rindió 8,817 Kg./ha., más que en la densidad de 130 mil p/ha.. En ambas densidades fue el menor de todos los rendimientos.

Cuadro 10. Rendimiento en fresco del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuautitlán, México 1995.

Genotipo	100 mil p/ha.	130 mil p/ha.
PMM4	99,500	100,333
P-1003	90,500	86,000
P-1001	85,916	86,000
P-107508	84,417	82,750
P-1075T	79,676	82,750
H-137	79,217	77,583
V-107	82,000	77,583
H-33	78,043	77,583

4.5 Rendimiento de materia seca.

El híbrido con mayor rendimiento a 100 mil p/ha., fue el PMM4, y en la densidad de 130 mil p/ha., fue el tercer mejor rendimiento, con 26,383 y 25,217 Kg./ha respectivamente. El P-1003 rindió mejor a la densidad de 100 mil p/ha., con 24,947 Kg./ha., siendo el segundo mejor rendimiento pero a 130 mil p/ha.. fue el quinto lugar con 23,291 Kg./ha. (Cuadro 11).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 11. Rendimiento de materia seca del Ensayo de Maíz como Forraje bajo dos densidades de población en Valles Altos, Cuauttlán, México 1995.

Densidad (p/ha.)	P	H
PMM4	26,383	25,217
P-1000	24,040	29,032
P-1001	24,040	29,032
P-1075D	21,684	20,066
H-33	21,684	20,066
P-130	20,015	22,373
P-1075T	20,015	22,373
V-107	19,755	22,373

El P-1001 con 24,040 Kg./ha., fue el tercer rendimiento en la densidad de 100 mil p/ha., y en 130 mil p/ha., es el mejor rendimiento con 29,032 Kg./ha.

El P-1075D fue indiferente a las densidades utilizadas, con 33 Kg./ha., de diferencia entre los rendimientos obtenidos. En ambas densidades ocupa el cuarto lugar, con 24,011 y 24,044 Kg./ha., su mejor producción de materia seca fue en 130 mil p/ha.

El testigo H-33 rindió 1,618 Kg./ha., más en la densidad de 100 mil p/ha. Con este rendimiento fue superado por cuatro de los materiales experimentales utilizados. Solo el P-1075T produjo 1,669 Kg./ha. por abajo del testigo.

El testigo H-137 se ve favorecido en la densidad de 130 mil p/ha., superando con 4,500 Kg./ha., la producción obtenida en la densidad de 100 mil p/ha. Este fue superado por el P-1001 y el PMM4 rindió 600 Kg./ha menos, esto en la densidad más alta.

La variedad V-107 es el rendimiento menor, con 19,733 Kg./ha., en la densidad de 100 mil p/ha., y 16,097 Kg./ha., en 130 mil p/ha., esta variedad rinde 3,636 Kg./ha., en la densidad más baja.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. DISCUSIÓN

Las diferencias altamente significativas entre los materiales evaluados se deben al comportamiento de los genotipos y su expresión depende del funcionamiento y la interacción de los procesos fisiológicos entre sí, así como del medio, como lo señala Martínez, (1986).

Para los materiales genéticos evaluados en este trabajo, no se detectó interacción con las densidades de población manejadas, no coincidiendo con el trabajo de Maldonado (1986), quién encontró una mejor respuesta a 120 mil p/ha., pero esto se explica con base a los diferentes híbridos en estudio, además de que la respuesta podría ser diferente al tratarse de grano y forraje.

Al respecto Bartolini, (1990) menciona que la densidad de las plantas esta correlacionada con el patrimonio genético de cada variedad y por lo tanto, varía de híbrido a híbrido.

La variable días a floración masculina permite definir que el PMM4, que obtuvo el máximo rendimiento, presenta un comportamiento tardío, con 95 días, semejante al de los testigos utilizados V-107 y H-137 con 97 y 92 días respectivamente, en contraste con otros materiales como el P-1003, P-1001, P.1075D, P-1075T que fueron 10 días más precoces lo cual representa una ventaja en los Valles Altos, si se toma en cuenta que el ciclo de cultivo esta fijado por la ausencia o presencia de heladas tempranas o tardías así como el de la época de lluvias, como lo menciona Tadeo (1994).

En el rendimiento de forraje fresco en el campo, el genotipo PMM4, P-1003 y P-1001, que tuvieron menos de una tonelada de diferencia de una densidad a otra, no conviene manejarlos a la

densidad de 130,000 p/ha., ya que solo se incrementaría el costo de producción, al utilizarse mayor cantidad de semilla, insumo que actualmente es caro, además del manejo agronómico de un mayor número de plantas lo que representa costos al emplearse insecticida, herbicida y otros insumos.

Los materiales que rindieron mejor a 130 mil p/ha., fueron el 1075T y el H-137, que superaron por más de 2 ton., a la densidad de 100 mil p/ha.. Coincidiendo con lo reportado por Amescua y Meza (1986), que al aumentar la densidad de población se eleva el rendimiento en fresco.

Los materiales: P-1075D, H-33 y V107, tienen mejor producción a la densidad de 100 mil p/ha., ya que producen arriba de 7 ton., con respecto a la densidad de 130 mil p/ha. No cumpliendo lo citado por Bartolini, (1990), en el sentido que híbridos precoces cultivados a altas densidades producen muy poco y los híbridos tardíos cultivados a bajas densidades producen por debajo de su potencial.

El material que obtuvo mayor rendimiento fresco, por comparación de medias, fue el PMM4 con 99,917 Kg./ha., superando a los materiales comerciales utilizados, como son el H-137, H-33 y la variedad V-107, las cuales rindieron 80,333 Kg./ha, 73,625 Kg./ha y 79,792 Kg./ha respectivamente. Los materiales P-1003, P-1001, P-1075D, P-1075T, superaron numéricamente a V-107 y estadísticamente a H-33.

En cuanto a rendimiento seco tenemos que los materiales que más peso tuvieron son el P-1001 y el PMM4, superando al resto de los materiales evaluados. Los genotipos: P-1075D, P-1003, H-137, P-1075T y H-33, son iguales estadísticamente. Y con el menor rendimiento de peso seco

esta el V-107. Dado que el rendimiento de materia seca faculta el aprovechamiento del maíz como forraje (Jugenheimer, 1990), los híbridos experimentales muestran su ventaja sobre los testigos.

El PMM4 presento una de las mayores alturas, teniendo un promedio de 2.94 m siendo solo un poco más alto el V-107, con 3.24 m.. Esto explica en parte el bajo rendimiento de materia seca que tuvo el V-107 y porque el P-1001 superó al PMM4; considerando que la producción de materia seca de tallos y hojas llega a un máximo, este se ve incrementado por el engrosamiento de la espiga (Duthil,1989).

Basándose en los datos obtenidos para la variable acame, el PMM4 presento un valor de 1 el cual indica tolerancia al acame. En cambio la Variedad V-107 presento un valor de 3.1 con lo que muestra su tendencia al acame.

Los demás materiales experimentales Pumas, también presentaron tolerancia al acame, con valores de 0.66 a 1 de tolerancia, que no se observó en los testigos. El híbrido H-137 tuvo un valor de 2 y 2.6 para el híbrido H-33. Esta respuesta los faculta como tolerantes a altas densidades y por tanto como susceptibles de ser empleados como forraje.

La incidencia de enfermedades es baja, en los materiales experimentales Puma, a diferencia de los materiales comerciales. Solo el híbrido P-1075T se comportó semejante al híbrido H-33, ambos con un valor de 1.1, específicamente con relación a incidencia de rayado fino. Pero el caso del híbrido H-137 y la variedad V-107 obtuvieron la peor resistencia a plagas y enfermedades con un valor de 2 ambos materiales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El híbrido experimental P-1001, presenta ventajas sobre el PMM4 ya que su ciclo es más corto, con lo que se evitan las frecuentes heladas en la zona de Valles Altos, tiene un porte más bajo con una mazorca de mayor tamaño, teniendo así un índice de cosecha más alto. Aún cuando el rendimiento en fresco no es tan alto como el PMM4, su rendimiento seco fue el más alto de los materiales evaluados, dicha característica es la que presenta mayor interés para fines forrajeros. Que como cita Martínez (1985) y Munger citado por Mascorro (1985), el rendimiento final de un cultivo se expresa en términos de materia seca total que tiene un valor económico.

En todo caso es conveniente la evaluación del PMM4 como forraje, por su alto rendimiento en fresco y su aceptable peso seco, su tolerancia al acame y resistencia a plagas y enfermedades, con un manejo adecuado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6. CONCLUSIONES

1. No se encontró diferencia estadística para el grupo de híbridos evaluados por efecto de emplear diferente densidad de población, tampoco se detectaron respuestas diferenciales de los genotipos a una u otra densidad, es decir a la interacción.
2. Dado que estadísticamente la respuesta fue similar entre 100 mil plantas por hectárea, con respecto a 130 mil plantas por hectárea en la productividad de forraje de los materiales evaluados, conviene utilizar la densidad de población de 100 mil plantas por hectárea.
3. El material de mayor rendimiento fresco fue numéricamente el PMM4 con 99,917 Kg./ha, sin embargo fue estadísticamente similar a P-1003 que rindió 90,625 Kg./ha, este último es diez días más precoz, lo cual podría ser una ventaja importante para evitar el daño por heladas.
4. Para el rendimiento de forraje seco se ubicaron en el primer grupo de significancia PMM4 (25,800 Kg./ha), P-1001 (26,536 Kg./ha), P-1075D (24,508 Kg./ha), P-1003 (24,119 Kg./ha), todos ellos fueron diferentes a los testigos H-33 y V-107, teniendo posibilidades de utilizarse como materiales forrajeros, para lo cual conviene que sean evaluados nuevamente para confirmar sus ventajas.
5. Por las características de altura de planta, días a floración, así como respuesta en rendimiento fresco y seco, el material P-1001 expresó posibilidades para su uso extensivo, por lo cual debe ser evaluado con mayor detenimiento para ratificar sus características y posibilidades.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7. BIBLIOGRAFIA

Adelana, B.O., Milbourn, G.M. 1972. The growth of Maize. II. Dry matter partition in the maize hybrids. *J. Agric. Sci. Cam* 78: 73-78.

Aldrich, S.R. Y Early R.L., 1994. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Argentina. pp 71-73, 226-273.

Amescua, G.E. Y A. Meza H., 1986. Rendimiento y calidad de forraje de híbridos comerciales y experimentales de maíz (*Zea mays* L.) para Valles Altos. Tesis de licenciatura. FES- UNAM, Cuautitlán Izcalli México. 68 p.

Alemán, D.C.A., 1981. Evaluación de seis cruza simples de maíz (*Zea mays* L.), sus progenitores y dos cruza de tres líneas en Apodaca N.L. Tesis de licenciatura. ITESM Monterrey, N.L. 64 p.

Arellano, J.L. 1982. Adaptabilidad en: Presentación sobre Metodologías de la Investigación en Maíz. SARH, INIA, Chapingo. Pp 26-28.

Arellano, J.L. 1989. Aspectos Comparativos de la Fisiología del Rendimiento de Grano en Cereales. Apuntes del Curso de Fisiotecnia. Ing. Agrícola. UNAM, FES-C. pp 96-101.

Bartolini, R., 1990. El Maíz. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp 27-36, 66,75,205,235.

Colegio de Postgraduados. 1977. Manual de Conservación del Suelo y del Agua. Chapingo, México.

De la Teja, A.,O. 1982. Estudio de las características edáficas de los suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Departamento de Ciencias Agrícolas. F.E.S. Cuautitlán UNAM. Cuautitlán México. 12 p.

Delorit, R.J. 1986. Producción Agrícola. Editorial Continental S.A. Decimoprimer impresión México. Pp 52-129, 735-753.

Diehl, R., J.M. Mateo Box, 1988. Fitogenotecnia General. Artes Gráficas, 2a edición. Madrid. Pp 313-615.

Duthil, J., 1989. Producción de Forrajes. Editorial Mundi-Prensa. 4ª edición. Madrid. Pp 227-233.

Espinosa C.A., 1982. Endogamia y Heterosis. En: Presentaciones sobre Metodologías de la Investigación en Maíz Pablo Aguilar Figueroa et al (eds) SARH INIA Chapingo, México. pp 20-22.

Espinosa, C.A., Tadeo R.T y Tapia N.A., 1999. Variedades mejoradas no convencionales de maíz para agro sistemas de mediana productividad. Agricultura Técnica en México. Vol. 25 No.2

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Julio-Diciembre 1999.

F.A.O., 1993. Alimentación y nutrición, Maíz en la nutrición humana, No25. Código F.A.O. 86 AGRIS: S01.

Fuentes G.G., 1990. Evaluación del rendimiento y eficiencia de diferentes niveles de fertilización nitrogenada en maíz forrajero (Zea Mays L.). Tesis de licenciatura FESC UNAM Cuautitlán Izcalli México. 133 p.

Gamez, A., J., Avila P., J.L. Arellano V. 1994. Hibridación en Maíz para Valles Altos de Gran Altura (25000-2800 msnm). En la Genética en Latinoamérica. Septiembre 25-30. Memorias del 1º Congreso de Genética México. p 385.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Copen. Dirección General de Publicaciones, 3ª edición. México. 246 p.

González, A. U. 1995. El maíz y su Conservación. Editorial Trillas S.A. México. pp 11-27, 30-42.

Hughes, H.D. Heath, M. Metcalfe, D.S. 1984. Forrajes. Trad Por J.L. D.L. Loma CECSA, 11ª impresión. CECSA. pp 47-69, 89-92, 105, 129,381.

INIFAP, 2001. En www.inifap.gob

Jugenheimer, W.R. 1990. Maíz Variedades Mejoradas, Métodos de Cultivo y Producción de semillas. Editorial Limusa. 4ª reimpresión. México. pp 33-51, 225-293.

Juscáfresca, B. 1985 Forrajes, Fertilizantes y Valor Nutritivo. Editorial AEDOS, Barcelona, España. pp 85-89.

Lang, A.L., J.W., Pendenton, G.H. Dungan. 1956. Influences of population and nitrogen levels on yield and protein oil contents of nine corn hybrids. Agron. Jomal. 48: 284-289.

Llanos, M. 1984. El Maíz y su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. pp 23-135, 243-253, 265-293.

Maldonado, S., G. G. 1986. Comparación de variedades mejoradas y experimentales de maíz (Zea mays L.) en altas densidades de población. Tesis de licenciatura. FES-UNAM. Cuautitlán Izcalli Edo. De México. 76 p

Márquez, S.F. 1988. Genotecnia Vegetal, Métodos, Teoría y Resultados. Editorial AGT. Editor S. A. México. pp 17-23, 129-137.

Martínez, E. 1985. Fisiología Vegetal. Apuntes de clase. Fesc UNAM Cuautitlán Izcalli México. pp 197-198.

Mascorro, G.J.O 1985. Efecto de tres termo-periodos sobre crecimiento, la floración y



componentes de rendimiento de una variedad de fríjol. 183 p.

Mendoza, O., L.E. 1970. Influencia del espaciamiento entre surcos población de plantas y fertilización sobre el rendimiento y características agronómicas de dos híbridos de maíz, bajo condiciones de riego, en Chapingo, México. Tesis Profesional, ENA, Chapingo México.

Mendoza, R.M. 1982. Variedades mejoradas de maíz para Valles Altos de la Mesa Central. En: Presentaciones sobre Metodología de la Investigación en Maíz. Pablo Figueroa et al (eds). SARH, INIA Chapingo, México. pp 14, 15.

Menera, G., C. 1998. Evaluación del rendimiento en materia seca verde y materia seca de híbridos de maíz (Zea mays L.) con fines forrajeros en Valles Altos. Tesis de licenciatura. FES-UNAM: Cuautitlán Izcalli Edo. De México. pp 19-24.

Meza, H., A. 1986. Rendimiento y calidad de forraje de híbridos comerciales y experimentales de maíz (Zea mays L.) para Valles Altos. Tesis de Licenciatura. FES UNAM. Cuautitlán Izcalli México. pp 13-17.

Paliwal, R.L., G. Granados, H.R.Lafitte, A.D. Violic. 2001. El Maíz en los Trópicos. Mejoramiento y Producción. FAO, 2001. Roma, Italia. (en www.fao.org).

Poehlman, J.M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. LIMUSA, 10ª reimpresión. México. pp 263-298.

Reyes, C. P. 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. AGT Editor S.A. México. pp 6-10, 18-20, 149-170.

Reyes, C., P. 1990. El maíz y su cultivo. AGT Editor S.A. México. pp23, 66, 174.

Robles, Z.R. 1990. Producción de granos y forrajes. UTEHA-Noriega Editores, 5ª edición México. pp 118-143.

SAGARPA, 2002. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 2000. México, 2002.

SAGAR, 2000. Anuario Estadístico de la producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 1999. México 2000.

Tadeo, M., A. Espinosa C., A. Piña V. y R. Martínez M. 1994. Capacidad productiva de híbridos de maíz PUMAS en una localidad de Valles Altos. En: La genética en Latinoamérica. Septiembre 25-30. Memorias 11. Congreso Latinoamericano de Genotecnia, México. P 385

Torres, F., Srinivasan y J. E. Lothrop, 1994. Mejoramiento para tolerancia a endocrina y utilización de heterosis en Maíz de Valles Altos. En: La genética en Latinoamérica-Septiembre 25-30 Memorias 11o. Congreso Latinoamericano de Genotecnia, México. p 355.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN