



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
" CUAUTITLAN "

TITULO : Rendimiento de materia seca de mijo proso (Panicum miliaceum L.), bajo diferentes niveles de fertilización, densidad de siembra y época de corte, comparado con el rendimiento de mijo cola de zorra (Setaria italica B.), en la F. E. S.- Cuautitlán.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N :
MARIO VILICAÑA BARRIOS
MIGUEL ANGEL CRUZ MARTINEZ

Director de la Tesis: ING. ALEJANDRO PORTUGAL GEDOVIVUS



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 está 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.

Índice

	Pags.
Resumen	1
I Introducción	3
II Objetivos generales	7
2.1 Objetivos específicos para el experimento I	7
2.2 Objetivos específicos para el experimento II	8
III Revisión de literatura	9
3.1 Historia de los mijos	9
3.2 Clasificación taxonómica	12
3.2.1 Descripción botánica	13
3.3 Importancia económica	16
3.3.1 Producción mundial	19
3.3.2 Regiones productoras	21
3.4 Aprovechamiento de los mijos	24
3.4.1 Consumo humano	24
3.4.2 Consumo animal	25
3.4.2.1 Uso como grano	25
3.4.2.2 Uso como forraje	26
3.5 Proceso productivo	28
3.5.1 Preparación del suelo	28
3.5.2 Siembra	28
3.5.2.1 Métodos de siembra	29
3.5.2.2 Densidad de siembra	29
3.5.2.3 Época de siembra	29
3.5.3 Riegos	30
3.5.4 Labores culturales	31
3.5.4.1 Escardas	31

3.5.4.2 Control de malezas	32
3.6 Fertilización	32
3.7 Control de plagas y enfermedades	33
3.8 Cosecha	35
VI Materiales y métodos	36
4.1 Materiales para el experimento I	36
4.1.1 Materiales para el experimento II	36
4.2 Localización geográfica	38
4.2.1 Vías de comunicación	39
4.2.2 Climatología	39
4.2.3 Precipitación	39
4.2.4 Temperatura	40
4.2.5 Siniestros climáticos	40
4.3 Características edáficas	41
4.3.1 Origen y formación de suelos	41
4.3.2 Desarrollo del suelo	41
4.3.3 Clasificación del suelo	41
4.3.4 Características físicas del suelo	42
4.3.5 Características químicas del suelo	43
4.3.6 Clasificación del suelo de acuerdo a su capacidad de uso agrícola	43
4.4 Diseños Experimentales	44
4.4.1 Diseño experimental (Experimento I)	44
4.4.2 Diseño experimental (Experimento II)	45
4.5 Procedimientos	46
4.5.1 Procedimiento diferencial del experimento I	47
4.5.2 Procedimiento diferencial del experimento II	49
V Resultados	50

5.1 Resultados del experimento I.....	52
5.2 Resultados del experimento II.	53
5.3 Gráfica 1.....	55
5.4 Gráfica 2.....	56
5.5 Cuadro 1.....	57
5.6 Cuadro 2.....	57
5.7 Cuadro 3.....	58
VI Análisis de resultados.....	59
6.1 Análisis de varianza del experimento I.....	59
6.2 Análisis de varianza del experimento II	59
6.3 Pruebas de Tukey	60
6.3.1 Prueba de Tukey aplicada al experimento I.....	60
6.3.2 Prueba de Tukey aplicada al experimento II.....	61
6.4 Costos de producción.....	62
6.4.1 Costos de producción para el experimento I.....	63
6.4.2 Costos de producción para el experimento II.....	63
VII Conclusiones y recomendaciones.....	65
7.1 Conclusiones y recomendaciones (Experimento I)	65
7.2 Conclusiones y recomendaciones (Experimento II).....	65
VIII Anexos	65
IX. Literatura citada.....	83

Resumen

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, del 28 de Mayo al 25 de Agosto de 1984. Consta de un par de experimentos bifactoriales que denominaremos en lo sucesivo Experimento I y Experimento II.

El primero de ellos, "Niveles de fertilización", contiene dos factores a evaluar; El factor nitrógeno define a cuatro niveles de fertilizante nitrogenado, "Sulfato de amonio", en dosis de 80, 120, 160 y 200 Kg/ha mientras que el factor fósforo define igualmente a cuatro niveles de aplicación de fertilizante fosfatado correspondientes a las dosis 20, 40, 60 y 80 Kg/ha de fósforo en forma de "Superfosfato simple".

El segundo experimento, "Epoca de corte-Densidad de siembra", contiene a los factores Epoca de corte, con sus respectivos cuatro niveles, corte al 10% de floración, 7 días después del 10%, 14 días después del 10% y 21 días después del 10% y al factor densidad de siembra que define a los niveles 18, 20, 22 y 24 Kg de semilla por hectárea.

El procedimiento agronómico fue idéntico para el testigo como para los experimentos salvo en los cuatro factores evaluados, es decir, preparación del terreno, aplicación de herbicidas y deshierbes que se aplicaron de manera general.

En ambos experimentos, siembra y fertilización, se hicieron con una cantidad de semilla y fertilizante dosificada por surco. La cosecha se hizo homogénea en su altura y rápidamente fue pesada para evitar las pérdidas de peso fresco debidas al medio ambiente.

Para obtener el rendimiento de materia seca se usó un método artificial de secado, es decir, se colocaron muestras de 1Kg de materia

verde de cada uno de los tratamientos en estufas a 65 C durante 72 horas y se pesaron.

Una vez obtenidos los resultados, estos se analizaron con los métodos de Análisis de varianza y prueba de Tukey por medio de comparaciones múltiples.

1.- Introducción

A los mijos se les ha considerado el cereal de los pobres (11) y son un cultivo relativamente desconocido en México. Los cereales en general, son la base de la alimentación humana y en muchos casos de la animal.

Según la FAO, 1972 y 1978, el papel de los cereales es sumamente importante como fuente concentrada de carbohidratos para hombres y animales y aquel no ha encontrado otras plantas que sean tan importantes para proveer proteínas vegetales como ellos.

Se afirma que alrededor de la mitad de la superficie cosechada en el mundo (716.6 millones de has) en 1971, fue cultivada con cereales y por instancias acordadas por la FAO se estimó que del total de plantas proteicas producidas en 1968 de 153.85 millones de toneladas, los cereales contribuyeron con 105.49 millones de toneladas.

La República Mexicana ha importado en los últimos años grandes volúmenes de maíz para satisfacer el consumo humano. No obstante es común encontrar cultivos de maíz forrajero, es decir que hay una sustitución del maíz de grano (consumo humano) por el maíz para consumo animal, por ello es importante encontrar cultivos capaces de producir forraje y que además no desplacen al maíz u otros cereales.

Los mijos como un cultivo forrajero pudieran ayudar a solucionar el problema, en base a su capacidad de producir en suelos pobres y a su precoz desarrollo.

El término mijo se refiere a cualquiera de las especies menores de cereales y zacates forrajeros usados para alimento o forraje (10, 13) y para describirlos se usan sinónimos como "granos vulgares" o "granos diversos" (13). Aunque K.O. Rachie, 1975, señala que los mijos han incluido dentro de sí a maíces y sorgos, acepta que el

maíz no concuerda con este papel y en cuanto al sorgo, no obstante que en muchos países se reporte la producción como un total entre mijos y sorgo, coincide con la FAO, 1972 y Samuel. A, 1969, en que es un error considerar mijo al sorgo.

La única característica que tienen en común los mijos es ser de ciclo anual (17). Según Leonard y Martin, 1963, los mijos incluyen a 6 géneros, L.N. Skeld, 1976, afirma que contienen por lo menos a 9 géneros y K.O. Rachie, 1975, afirma que son 10 géneros con 14 especies pero todos ellos coinciden en que Setaria italica y Panicum miliaceum son mijos.

Hasta ahora el más importante es el mijo perla Pennisetum thyphoides pues tiene el potencial mejor probado de todos los mijos, seguido de mijo proso Panicum miliaceum y mijo cola de zorra Setaria italica.

En general los mijos son importantes dada su capacidad de producir bajo condiciones adversas como sequía, suelos pobres e intenso calor (8,11,13), adicionando la ventaja de requerir un ciclo corto para su desarrollo (8,13) y necesitar pequeñas cantidades de semilla para su establecimiento (8). Puede decirse que en condiciones adversas los mijos producen más que cualquier cereal y en menos tiempo.

En general los mijos son usados como alimento humano, animal o de manera industrial y son particularmente importantes en Africa y Asia (13) aunque son cultivados en los 5 continentes. Los nombres comunes de los mijos son muy variados, mijo perla es también conocido como amento (5) y así podemos encontrar los sinónimos mijo de aceite de Nueva Zelanda, koda, de la India o zanja para Paspalum scrobiculatum dándose una situación similar en todas las especies de mijos, A los mijos de particular interés en este estudio se les conoce más comúnmente según K.O. Rachie, 1975, como:

Panicum miliaceum: mijo proso, común, francés, miliaceum, puerco o panicum y Setaria italica: mijo setaria; cola de zorra o italiano aunque otros autores (1,8,10) señalan que el mijo proso es llamado también mijo arbusto o hershey y el cola de zorra es sinónimo de mijo húngaro, alemán o de Siberia de acuerdo con su localidad de origen.

Por otra parte los avances en cuanto a producción generalmente se dan en cultivos situados en áreas con poca o ninguna limitación, así tenemos que FAO, 1978, reporta significativos avances en la producción de arroz y trigo hechos por el Centro Internacional del Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT) en México y el Instituto Internacional de Experimentación Arroceras (IRRI) en Filipinas que han colocado sus nuevas variedades de alto rendimiento en sitios con asegurada provisión de agua, de tal forma que esta tecnología es incapaz de beneficiar a muchos países de Africa y el Lejano Oriente que como señala Ortega. P, 1977, cultivan mijos en sitios con precipitaciones de 300 mm anuales.

Por ello la FAO, 1978, afirma que en la última década una nueva tecnología para maíz, sorgo y mijos, enfocada a aumentar su producción ha sido desarrollada y ha aumentado el rendimiento con híbridos y variedades sintéticas en 100% o más en muchos lugares de Europa, India y U.S.A. pero hace notar que en Africa y el Lejano Oriente el progreso ha sido lento debido a los complicados sistemas de mejoramiento que además requieren de personal altamente calificado. Toma en cuenta también que las variedades de alto rendimiento son más exigentes en sus requerimientos agronómicos que las variedades tradicionales.

El aumento de producción en U.S.A. y Europa, reafirman lo señalado

por Evans y Wardlaw, que escriben: "Los cereales fueron domesticados originalmente en latitudes bajas, pero su desarrollo agronómico sobresaliente se ha dado en altas latitudes, bajo días más largos y temperaturas más frías". No obstante en el caso de la India que no concuerda con tal afirmación, pudiera decirse que ésta es válida, pues la India es relativamente poco terreno comparada con toda África más el Lejano Oriente.

El mijo proso(16) promete aumentar la producción de grano en los límites húmedos de llanos centrales de muchos países entre los que pudiera estar México gracias tanto a su Orografía como a su Climatología. Situación similar se presenta con el mijo cola de zorra que ya aumentó la producción de grano en China (13).

Por ello, el cultivo de los mijos proso y cola de zorra aunque se enfoquen a la producción de forraje en México, por ser poco conocidos deberá iniciarse delimitando sus posibilidades mediante la experimentación en base a sus necesidades agronómicas. Wardlaw y Evans, señalan que en los niveles de rendimiento más bajos las prácticas agrícolas pueden ser el mayor requerimiento para progresar, pero que una vez superado este paso, el mejoramiento de la producción puede superarse mejorando otros aspectos como resistencia al acame, plagas, enfermedades u otro factor.

11.- Objetivos generales

- a) A través de los resultados experimentales encontrar las mejores condiciones de cultivo para ambas especies en la región y con los factores evaluados,
- b) Encontrar cual de estas especies tiene un rendimiento superior como forraje.
- c) Efectuar una comparación entre las especies mediante las características siguientes:
 - Rapidez para germinar.*
 - Cierre entre líneas.
 - Porcentaje de cobertura.
 - Competencia con plantas indeseables.**
 - Periodo vegetativo.*
 - Altura.
 - Resistencia a la sequía.**
 - Resistencia a vientos dominantes.**

Las evaluaciones se harán mediante los siguientes parámetros:

- | | |
|----------------|------------------------------|
| * R - Rápido. | ** 1 - Resistente. |
| I - Intermedio | 2 - Ligeramente susceptible. |
| L - Lento. | 3 - Susceptible. |

2.1 Objetivos específicos para el experimento 1.

- a) Evaluar el rendimiento de materia seca de mijo proso bajo diferentes niveles de fertilización, comparado con el rendimiento de mijo cola de zorra bajo condiciones de temporal en la F.E.S. Cuautitlán.
- b) Encontrar el óptimo nivel de fertilización en términos económicos para el mijo proso

2.2 Objetivos específicos para el experimento II.

- a) Evaluar el rendimiento de materia seca de mijo proso bajo diferentes densidades de siembra y épocas de corte, comparado con el rendimiento de mijo cola de zorra bajo condiciones de temporal en la F.E.S. Cuautitlán.

III.- Revisión de literatura

3.1 Historia de los mijos.

Los mijos fueron consumidos en diversas formas desde tiempos prehistóricos en Asia, Africa y Europa (13). Los mijos pueden estar entre los primeros cultivos cosechados ya que crecieron en la era del azadón precedente a la era del arado y fueron ampliamente cultivados en Europa durante la Edad Media, siendo uno de los principales alimentos de la población de escasos recursos en toda Europa (8,13).

No obstante, desde el siglo IX los mijos han sido gradualmente desplazados por el trigo, centeno, arroz, maíz y papa en Europa debido a que usualmente éstos últimos producen mayores rendimientos y por el desarrollo de la levadura para panificación, pues la harina de mijos es poco satisfactoria para tal uso. (8,13).

La producción y consumo de mijos persiste en grandes extensiones del Este de Europa, U.R.S.S., Africa y Asia donde se usan mijos con diversos propósitos mientras que en América y Oceanía la producción de mijos es usualmente restringida y su uso limitado a cosecha de emergencia de granos para alimentación animal (13).

El mijo cola de zorra es uno de los cereales cosechados más antiguos (13). Fue cultivado en China desde 2700 años AC (1,8,10). (Nai, 1963 y Chang, 1973) citados por Wet, Oestry y Cubero, 1976, reportan que fueron descubiertas jarras llenas de mijo cola de zorra en Pan-p'ó que datan de $(4115 \pm 110$ a 3635 ± 105 años AC) y que el cereal esta también presente en otros diversos sitios del área arqueológica de Yang-Shao en el sur del Shensi, Shensi y Kansu provincias de China. (Helbaek, 1960) citado por Wet, Oestry y Cubero, 1976, reporta que mijo cola de zorra es encontrado en áreas arqueológicas del sur de Europa que datan de 3000 años AC. (Neumesier, 1946) citado por Wet,

Oestry y Cubero, 1976, estima que en Baldeeg donde fueron encontrados granos de mijo cola de zorra, su antigüedad es superior a 1600 años AC.

Según Wet, Oestry y Cubero, 1976, la común raza moharia de mijo cola de zorra, cultivada en Europa durante el siglo IX, fue menos modificada que la altamente modificada raza máxima cultivada en China hasta nuestros días, lo cual sugiere un periodo de cultivación más largo en China que en Europa.

El cultivo de mijo cola de zorra probablemente se originó en el sur de Asia pero se ha dispersado en épocas tempranas al Oeste de Europa (10). (Dekraprevich y Kasparian, 1928) citados por Wet, Oestry y Cubero, 1976, sugieren que el mijo cola de zorra fue domesticado en China e introducido a Europa a través de la U.R.S.S.. No obstante, Wet, Oestry y Cubero, 1976, citan a (Clark, 1946 y Waterbolk, 1968) quienes sugieren que el conocimiento de la producción del cola de zorra como alimento fue introducido a Europa desde el Cercano Oriente en el tiempo en que este fue un cultivo común en la zona.

Por otra parte Wet, Oestry y Cubero, 1976, citan a (Van Zelst, 1970) que indica que Setaria italica fue colectada en el norte de Europa como un cereal silvestre y de ahí pasó a su cultivación en el sur. (Harlan, 1975 y Wet y Harlan, 1975) citados por Wet, Oestry y Cubero 1976, sugieren que el mijo cola de zorra pudo haber sido domesticado en más de una área diferente y posiblemente al mismo tiempo.

El mijo cola de zorra no ha sido identificado entre los restos de plantas de viejas comunidades agrícolas del Cercano Oriente (Draidwood, et al, 1971), India (Vishnu-Mittre, 1968) o Egipto (Woeing, 1886) citados por Wet, Oestry y Cubero, 1976. Sin embargo, parece que el cola de zorra fue ampliamente cultivado y cosechado en Euro-

pa solo durante la Edad de bronce y en esa ocasión sólo entre los Alpes en el sureste de Europa (Helbaek, 1960) citado por Wet, Oestry y Cubero, 1976.

En América las especies de *Setaria* fueron y son importantes fuentes de almidón entre diversas tribus de México. Unas especies no identificadas de *Setaria* fueron usadas como un cereal silvestre en el valle de Tehuacán durante tiempos prehistóricos (Smith, 1968) citado por Wet, Oestry y Cubero, 1976).

Según Martin, Warren y Stamp, 1876, el cola de zorra fue raramente cultivado en U.S.A. durante la época colonial y fue un cultivo algo importante en los estados centrales después de 1915. (Callen, 1965) citado por Wet, Oestry y Cubero, 1976, reporta que algunas especies de *Setaria* son cultivadas en Tamaulipas y (Callen, 1967) citado por los mismos, señala que durante los 2000 años que éste fue extensivamente usado, el tamaño del grano se incrementó.

(Melojec y Boessmeck, 1962) citados por Wet, Oestry y Cubero, 1976, reportan que entre sitios arqueológicos de Europa los mijos cola de zorra y proso fueron establecidos en asociaciones con uno o más cultivos del Cercano Oriente. (Heer, 1866 y Werth, 1937) citados por Wet, Oestry y Cubero, 1976, reportan que restos de mijo cola de zorra y proso son también comunes en grandes áreas de Australia y de Suiza.

El mijo proso, *Panicum millaceum*, ha sido cultivado desde tiempos prehistóricos como un grano para alimentación humana. Registros de cultivo en China lo mencionan desde hace 20 siglos o más (10), sin embargo (Ho, 1975) citado por Wet, Oestry y Cubero, 1976, reporta que fue cultivado en China en el sur de Shansi por lo menos 5000 años AC y dada la abundancia de este cereal en almacenamiento y los

implementos asociados a la labranza se cree que fue tanto, cultivado como cosechado en la naturaleza.

(Netolitaki, 1914) citado por Wet, Oestry y Cubero, 1976, afirma que el proso fue rápidamente cultivado con amplitud en el centro y norte de Europa durante el siglo III AC, quizá debido a su mejor adaptación a climas extremos con respecto al cola de zorra.

El origen del mijo proso es desconocido pero es probablemente nativo de Arabia y Egipto (1,15) centro y este de Asia (8), De ahí se extendió a India, China, Japón, U.R.S.S. y probablemente al mediterráneo. El nombre de proso se originó en la U.R.S.S. y según Samuel, Q, 1969, fue cultivado en el sur de Europa y Asia menor desde tiempos antiguos y granos de proso han sido encontrados cerca del lago suizo Dwellers.

El proso es el verdadero mijo de los antiguos romanos que lo denominaron "millium" (1,8) y fue según Martin, Warren y Stamp, 1976, introducido a U.S.A. desde Europa durante el siglo XVIII. Este fue muy poco cultivado a lo largo de las costas del Atlántico pero fue asunto mayor importancia en los estados del centro y norte después de 1875 cuando fue introducido a las Dakotas.

3.2. Clasificación taxonómica.

	<u>Mijo proso</u>	<u>Mijo cola de zorra</u>
<u>Reino</u>	Plantae	Plantae
<u>Subreino</u>	Embriobionta	Embriobionta
<u>División</u>	Embriophyta	Embriophyta
<u>Clase</u>	Monocotiledonea	Monocotiledonea
<u>Orden</u>	Glumiflorales	Glumiflorales
<u>Familia</u>	Gramineae	Gramineae

	<u>Mijo proso</u>	<u>Mijo cola de zorra</u>
<u>Subfamilia</u>	Panicoidae	Panicoidae
<u>Tribu</u>	Paniceae	Paniceae
<u>Género</u>	Panicum	Setaria
<u>Especie</u>	miliaceum	italica

3.2.1 Descripción botánica.

Según K.O. Rachie, 1975, el término mijo se refiere a 10 géneros y 14 especies todos los cuales son algunos miembros de los zacates de la familia gramíneas cuyo nombre más común y científico son:

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre científico</u>
Mijo perla	<u>Pennisetum thyphoides.</u>
Mijo cola de zorra	<u>Setaria italica Beauv.</u>
Mijo pequeño	<u>Panicum miliare Lam.</u>
Mijo finger o ragí	<u>Eleusine coracana Gaertn.</u>
Mijo proso	<u>Panicum miliaceum Linn.</u>
Mijo zanja o koda	<u>Paspalum scrobiculatum Linn.</u>
Mijo japonés	<u>Echinochloa frumentacea Link.</u>
Mijo arrocillo o Shama	<u>Echinochloa colona Linn.</u>
Mijo australiano	<u>Echinochloa descompositum.</u>
Mijo cabeza café	<u>Panicum ramosa Linn.</u>
Teff	<u>Eragrostis tef (Zucc).</u>
Mijo hambiento o Fonio	<u>Digitaria iburra Stapff.</u> <u>Digitaria exilis Stapff.</u>
Mijo faenas rápidas o Adlay	<u>Coix iachryma jobi Linn.</u>

Así mismo K.O. Rachie, 1975, reporta que 2 subfamilias y 4 tribus abarcan a los 10 géneros de mijos, siendo la principal la tribu paniceae con 7 géneros y 9 especies dentro de las cuales están las 5

especies más importantes de mijos (perla, proso, cola de zorra, japones y zanja o koda).

Sin embargo Litzengerger, 1974, agrega a los 5 mijos nombrados al mijo cabeza café como importante. Evans y Wardlaw sostienen que todas las especies de mijos son susceptibles al frío y que los mijos cola de zorra, proso, finger y probablemente el perla son plantas del tipo C-4.

En general, afirman Hulse, Laing y Pearson, 1980, que los mijos son semillas pequeñas, zacates cerealeros anuales, muchos de ellos adaptados a climas cálidos y secos. Según Wet, Oestry y Cubero, 1976, los cultivares de mijo cola de zorra fueron reconocidos por Lúneo en 1753 como Panicum italicum. Una segunda especie, Panicum germanicum fue posteriormente descrita y distinguida como una especie con ramificaciones y panículas cortas. Ambas taxas fueron transferidas a Setaria y combinadas como Setaria italica L Beauv por Beauvois en 1812 quién también transfirió a Panicum viride a Setaria.

Espontáneamente Setaria viridis fue clasificada dentro de cultivares de Setaria y (Li Pao y Li, 1942) citados por Wet Oestry y Cubero, 1976, demostraron que estas 2 especies cruzadas producen híbridos fértiles.

Reportan Wet, Oestry y Cubero, 1976, que en Afganistán S viridis y S italica están integradas morfológicamente y se diferencian en cultivo por espontaneidad sólo por el grado de eficiencia natural para dispersarse por semilla, siendo Setaria italica una especie que difiere de otros cola de zorra por tener perdida la habilidad de dispersarse eficientemente de manera natural por semilla.

El cola de zorra esta completamente domesticado y depende del hombre para situarse en un habitat.

(Dekrapreleevich y Kasparian, 1928; Maissurian, 1929 y Scheibe, 1943) citados por Wet, Oestry y Cubero, 1976, reconocen razas primitivas de Setaria agrupadas como raza moharia y las razas modernas agrupadas como raza máxima que es la actualmente cultivada.

El mijo cola de zorra es una hierba anual de tallo delgado, frondoso y erecto (2,8,10). Las plantas varían en altura de 90 a 150 cm (1), de 30 a 150 o 180 cm (8) o de 30 a 150 cm (10). No obstante Leonard y Martin, 1963, señalan que la altura depende de la variedad y la época.

La inflorescencia del cola de zorra es una densa, cilíndrica y elongada panoja de 5 a 30 cm de longitud (1,2,5,8). La espiga consiste de una delgada y muy reducida gluma, una segunda gluma larga, una lema estéril de textura ligera y una flor fértil con su lema y palea endurecidas. La espiga está rodeada de uno o varios tipos de pelos cerdosos (5,8).

El color de las semillas puede ser blanco, crema, amarillo pálido, naranja rojizo, púrpura, negro y/o combinaciones de estos colores (1,5,8,10). Las semillas pueden variar de 2 a 3 mm de longitud y de 1 a 2 mm de ancho (5,8) y la cariopsis se libera cuando es tallada severamente, el peso de 1000 granos fue de 2.0 gramos (8). Los mijos cola de zorra son ampliamente autofecundados solo con 0-10% de cruce natural (10) y según K.O. Rachie, 1963, madura en alrededor de 100 días.

El mijo proso es una planta pequeña (2,8,15,17), de enraizamiento superficial (17), su altura varía de 30 a 120 cm (8), de 90 a 120 cm (1,15), no muy frondoso (2), de ramificación suelta (17), con tallos y hojas pubescentes (8,10). El tallo es fuerte y erguido desde la base con 1 a 4 pulgadas de grueso (8) y junto con su envoltura ex-

terna son verdes y algunas veces amarillentos o verde-rojizo cuando la semilla madura (8,10). La hoja de la vaina está cubierta con pequeñas protuberancias de cada una de las cuales se levanta un fuerte vello (8). La inflorescencia del proso es una panícula suelta y abierta (8,17), sin embargo Martín, Warren y Stamp, 1976, señalan que las variedades de proso están divididas en 3 grupos basándose en la forma de la panícula que puede ser dispersa, suelta y oblicua o compacta y erecta.

La longitud de la panoja varía de 10 a 30 o hasta 45 cm, contiene numerosas ramas ascendentes, muy escabrosas y soportan espiguillas cerca de los extremos. Una espiga simple consiste de 2 desiguales glumas, una lema estéril y una fértil.

La flor fértil consta de una lema y una palea (8). El grano tiene cerca de 3 mm de largo por 2 de ancho (15) o 2.25 a 2.5 mm de largo y cerca de 2 mm de ancho (8), son ovalados y redondeados en el lado dorsal y dieron un peso de 5 g por millar (8). La semilla del proso está poco apretada en su envoltura (10), su color varía de blanco a crema, amarillo, verde, rojo, café, negrusco o listado. La flor del proso es autofecundada pero es frecuente el cruzamiento natural (8,10).

3.3 Importancia económica.

Los mijos son pequeños granos de cereal que se consumen como alimento por millones de personas en el mundo (8). En Turquía, India, Afganistán, Iran, Irak, China, Japón y en la región africana del Sahelo-Sudán al sur del Sahara en donde estos son cultivados en suelos demasiado pobres o climas demasiado secos como para alguna otra cosecha (2). Los mijos como un grupo tienden a crecer favora-

blemente con estaciones cortas más cálidas y suelos pobres que aquellos que se consideran deseables para maíz y sorgo, no obstante hay una considerable variación de comportamiento entre el grupo (4).

En general los mijos son importantes para capitalizar un periodo de humedad corto (9), debido a su precocidad y resistencia a condiciones adversas del medio ambiente, así mismo son útiles para lograr algún tipo de cosecha cuando por cualquier circunstancia se ha perdido la cosecha principal en algunas regiones, pues las especies de mijo individualmente son capaces de adaptarse a nichos ecológicos particulares donde a causa de alguna limitante son más productivos que otros cultivos (13).

Según L.N. Skold, 1976, cerca de 250 millones de personas en los países menos desarrollados dependen de los mijos como principal artículo alimenticio, los mijos ocupan 70 millones de hectáreas y se producen 45 millones de toneladas de grano para un posible rendimiento de 10 bu/acre, si bien esta es una burda estimación.

Hulse, Laing y Pearson, 1980, reportan que ha sido estimado que al menos 500 millones de personas de países en desarrollo padecen de baja humedad crónica y que muchas de esas personas viven en áreas donde sorgo y mijos son importantes alimentos que hasta ahora contribuyen con 100 millones de toneladas para el presupuesto global de alimentos.

No obstante L.N. Skold, 1976, reporta que los mijos tienen escasa significancia en la producción mundial de grano y contribuyen con menos del 4% del total de la producción. Esto es una cantidad de grano suficiente para alimentar a 400 millones de personas en un año y en lugares como la India donde los cereales contribuyen con 80-90% de las calorías consumidas (13).

Leonard y Martin, 1963 y K.O Rachie, 1975, reportan que los mijos han perdido mucha importancia en los últimos 10 siglos, sin embargo Leonard y Martin, 1963, afirman que al suroeste de la U.R.S.S. el mijo crece en regiones donde sería casi imposible el cultivo de otro cereal. También es importante su cosecha en la India donde mucha gente depende de la llegada del monzón, que ocurre demasiado tarde para cultivar otros cereales de primavera y en Japón donde el mijo se cultiva en áreas montañosas donde la estación es demasiado fría, corta y seca para la producción de arroz.

Según Hulse, Laing y Pearson, 1980, el mejoramiento del rendimiento potencial como de las características nutricionales del grano pueden contribuir a evitar o minimizar los problemas de desnutrición en regiones áridas y semiaridas, razón por la cual se han iniciado trabajos de mejoramiento en el ICRISAT (Instituto de experimentación alimentaria para los trópicos semiaridos) en la India, contando ya con una colección de mijos representativa de 14000 genotipos.

Señala Litzenberger, 1974, que la importancia de los mijos estriba en su manejo sumamente flexible que les permite evadir la sequía. No obstante, también es de gran importancia su ciclo corto de desarrollo pues Ortega P.R, indica que los mijos podrían ser una alternativa en valles altos donde las heladas tardías frecuentemente exterminan a cultivos tradicionales dejando poco tiempo a resiembras para completar su ciclo y exponiéndolas a heladas tempranas, esto reafirma a K.O Rachie, 1963, quien asegura que el mijo proso frecuentemente es sembrado en periodos de escases, cuando la cosecha principal se ha perdido a causa del medio ambiente.

Indica Ortega P.R, 1977, que los mijos pueden ser una alternativa en la amplia superficie semiafida de México. No obstante, señala

K.O. Rachie, 1963, que en el nuevo mundo las cosechas de mijo son escasas y que en su mayor parte están destinadas al forraje, quizá debido a que como indican Leonard y Martin, 1963, el hombre prefiere consumir otros alimentos diferentes a los mijos.

Es muy factible el uso de los mijos como forraje en México pues su consumo como grano es un tanto desconocido y se cuenta con la superficie al parecer susceptible de ser cultivada.

3.3.1 Producción mundial.

Los mijos son ampliamente cultivados en Asia y Africa donde estadísticas de área y producción confiables son difíciles de obtener (5).

Las estadísticas de producción de mijo para muchas regiones frecuentemente están incompletas y en ocasiones mijos y sorgos se hayan combinados e incluidos como granos forrajeros (13).

Aunque la producción de mijos ha ido declinando proporcionalmente, como otros cereales, sobre todo en los últimos 1000 años y particularmente en regiones desarrolladas (Europa), las estadísticas disponibles indican considerable estabilidad de la producción durante los últimos 30 años (13). El promedio anual mundial de producción de mijos fue estimado en cerca de 44 millones de toneladas de grano promediadas en un periodo de 5 años de 1967 a 1971 y sobre 63.8 millones de has, lo cual comprende 10.6% de los campos dedicados al cultivo de cereales, pero solo alrededor de 4% de la producción de grano (13).

Otros datos sobre producción indican 26164759 toneladas por año en el periodo 1934-1938 (8), 25 millones de toneladas sobre 48 millones de has en el periodo 1969-1971 (11), 17 millones de toneladas sobre 34 millones de has en 1968 (5), 31.7 millones de toneladas sobre

53.8 millones de has en 1970 (10) y 34.3 millones de toneladas sobre 53.8 millones de has en el periodo 1977-1979 (15).

Es notoria la gran disparidad de los datos. Por ello K.O. Rachie, 1975, señala que quizá esto se deba a la poca frecuencia con que los mijos entran en canales de comercialización, a que su consumo sea local aún cuando se comercialicen y a la tendencia a cultivarlos en áreas remotas. Se ha sugerido que las estimaciones de producción pueden ser conservadores en un rango de 20 a 25%, particularmente en las tierras continentales de China. Una descripción más detallada de la producción de mijos se exhibe en el anexo 1.

En cuanto a la distribución de los mijos producidos K.O. Rachie, 1975, señala que el 85% se usa en alimentación humana, 6% como semilla o desperdiciada y 9% como grano forrajero.

Reportan Martin, Warren y Stamp, 1976, que cerca del 40% de la producción mundial consiste en mijo perla, 24% de mijo cola de zorra, 5% de mijo proso, 11% de mijo finger y el resto con otras especies. K.O. Rachie, 1975, reporta 46% de área y 40% de la producción para mijo perla, 24% de la producción para mijo cola de zorra y una área y producción respectivamente de 14 y 15% para mijo proso, y 8 y 9% para mijo finger.

El incremento en la producción de cereales en Asia, Africa y a nivel mundial es importante para identificar el progreso en el mejoramiento de estos, sobre todo en mijo ya que K.O. Rachie, 1975, reporta un incremento por 11 millones de has y 14 millones de toneladas correspondientes a un 24 y 47% respectivamente de 1962-1966 a 1967-1971, no obstante que el área sembrada con mijos declina en Africa y la U.R.S.S. pero sin bajar mucho su producción. El incremento de la producción mundial de cereales puede observarse en el anexo 2.

3.3.2 Regiones productoras.

Los mijos, dada su capacidad productiva en habitats con limitantes tienden a ser cultivados como grupo o especies individuales mayormente en una región que en otra. Los mijos son poco cultivados a excepción de partes de Asia, Africa y la U.R.S.S. (10). No obstante que la cosecha y cultivo mundial de mijo es amplio en China, India, Unión Soviética y varias regiones de Africa a lo largo de la región sur del Sahara y en el este del continente (13).

Una idea de la regionalización de los mijos establecidos puede obtenerse analizando lo siguiente: Según la FAO, 1972, datos de 1968 indican que Asia y Africa unidas alcanzaron un 90 y 80% del área y producción mundial respectivamente. K.O. Rachie, 1975, agrega que la región centro-este de Asia contribuye con alrededor del 65% de la producción mundial de mijo, donde China, India y Pakistán ostentan juntas, más de la mitad de la producción mundial y unidas a la región de Manchuria, U.R.S.S. y las posesiones francesas al oeste de Africa el 90% de la misma. Asia sin contar a la U.R.S.S. es la más importante región cultivadora de mijos; Según (8,11) China e India en 1959-1961 obtuvieron unidas el 56% de la producción mundial y el 68% de la misma según (13) en el periodo 1967-1971.

Según K.O. Rachie, 1975, Asia y Africa incluyendo a la U.R.S.S. ostentan cerca del 90% de la producción mundial y si se les resta a la U.R.S.S., China y la región de Manchuria, el resto de las naciones de estos 2 continentes contribuyen con cerca de la mitad de la producción. Una visión de la producción mundial de mijos en general, por regiones se presenta en el anexo 3.

Los países más importantes en producción de mijo son China, India, Nigeria, U.R.S.S., Etiopía, Niger, Chad, Mali y Tanzania que produ-

cen unidos 42.34 millones de toneladas de grano en 63.08 millones de hectáreas anuales, equivalentes al 93% del área y producción en el mundo. Productores secundarios son todos los demás países de Asia y Africa incluyendo a Pakistán, Corea del norte, Uganda, Alto Volta, Senegal y Sudán con una producción de 253000 toneladas anuales sobre 378000 has para un total de 5.6 y 5.5% de la producción y área mundial respectivamente (13).

En China el mijo cola de zorra es la especie más importante (8,13), China unida a la región de Manchuria producen 85% del total de cola de zorra (13). Es ampliamente cultivado en las provincias de Hopei, Shangtung, Honan y Shansi (13,17) y en general en el norte de China donde se establece tanto en regiones planas como montañosas (13), el mijo proso es el segundo en importancia en este país (17).

En India, FAO, 1972, reporta 17 millones de hectáreas dedicadas al cultivo de mijos, siendo la especie más importante según K.O. Rachie 1975, el mijo perla. No obstante K.O. Rachie, 1975, señala que en la India el cola de zorra crece en climas secos, pero por requerir buenos suelos no se cultiva extensivamente aunque es un cultivo importante en ciertas secciones de las planicies bajas de Dekan y tierras altas de Andra Pradesh, Karnataka y Tamil Nadu mientras que el mijo proso es principalmente cultivado en el sur de la India, al sur del río Krishna, aunque puede ser cultivado en localidades dispersas del centro y en las áreas accidentadas del norte.

Sin embargo K.O. Rachie, 1963, señala que las principales provincias productoras de mijo proso en la India son Punjab, Mysore, Madras, Uttar Pradesh, Madhya Pradesh, Maharashtra y Andra Pradesh.

En la U.R.S.S. el mijo proso es la especie más importante (13), se cultiva en el sur, este y centro (8), generalmente al sur de Siberia

o sea al norte de las fronteras con Turquía y la región de Mongolia. La segunda especie en importancia es el mijo cola de zorra (13). En el este de Europa se cultivan actualmente muy poco los mijos pero el mijo proso y en menor escala el perla, aún se cultivan en la parte europea de la URSS, Rumania, Polonia y Yugoslavia, menores cantidades se cultivan en Francia, Alemania, Bulgaria, Austria, Hungría y España.

En Senegal, Alto Volta, Pakistán y Sudán la especie más importante es el mijo perla, En Etiopía el tef, en Uganda el mijo finger y en Japón y posiblemente Corea del norte el más importante es el mijo cola de zorra (13).

En U.S.A. se dedican anualmente 480000 has al cultivo de mijos, cerca de la mitad de la superficie es sembrada con mijo perla, un cuarto con mijo proso, es decir 112000 has, un sexto con mijo cola de zorra (80000) has y el resto con mijo cabeza café y japonés (10), para una cosecha aproximada de 15000 toneladas de grano aparte de la producción de forraje (8).

No obstante Leonard y Martin, 1963, indican que el proso es sembrado en no más de 60000 has y (16) que su área va de 160000 a 200000 has. Según K.O. Rachie, 1975, la mayor parte de la producción de cola de zorra en U.S.A. proviene de Texas, Kansas, Oklahoma, Nebraska, Colorado, Indiana, Missouri, Tennessee e Illinois mientras que el proso se produce en Nebraska, Colorado, Dakota del norte y Dakota del sur y el mijo japonés se da en Pennsylvania, New York y Iowa. Un panorama general de la importancia de cada especie de mijo en algunas de las regiones productoras puede verse en el anexo 4.

3.4 Aprovechamiento de los mijos

Según K.O. Rachie, 1875, algunos estudiosos piensan que los mijos fueron de las primeras plantas cultivadas y que fueron usadas en China, India y Egipto antes de que apareciera la escritura, Los usos principales de los mijos son:

3.4.1 Consumo humano.

Los mijos han sido utilizados en la alimentación humana desde tiempos prehistóricos (8,10,13). Actualmente su uso ha declinado, pero aún siguen siendo consumidos por el hombre en diferentes formas (1, 2,7,8,9,11,12,13,15,17).

Como harinas base de panes, galletas y pasteles (2,8,9,12,13), en forma de granos germinados para mejorar sus cualidades nutritivas (13), como pastas cuando los granos son remojados y macerados forman pudines, gachas y potajes (8,9,12,13), en bebidas sin alcohol como brebajes y atoles (8,13), en bebidas alcoholicas como cervezas y vinos regionales (9,13,19) y como ingredientes en diversos platillos en los que generalmente es cocinado de manera similar al arroz (10,13,19).

Menciona K.O. Rachie, 1975, que el mijo cola de zorra es considerado en la India como un alimento sagrado para ceremonias religiosas o festivas y es frecuentemente prescrito en las dietas de inválidos y mujeres embarazadas. K.O. Rachie, 1963, indica que las preparaciones a base de mijo cola de zorra son nutritivas y fácilmente digeribles por lo que es muy estimado para pacientes y enfermos pediátricos.

La información sobre preparaciones alimenticias con mijos, según K. O. Rachie, 1975, son limitadas y fueron obtenidas en la colecta sis-

temática de mijos y maíz en la India en 1952-1956, por el colegio estatal de Dakota del sur y por el Instituto central de experimentación alimentaria en Missoure en combinación con el colegio hogar de ciencias "Shri Avinashilingam" de Coimbatore en India, resultando que el número de preparaciones es elevado, Otro uso de los mijos radica en la fabricación de escobas (13).

3.4.2 Consumo animal.

El grado de utilización de los mijos en la dieta animal depende de la disponibilidad de otros alimentos tanto para animales como para hombres. La tendencia del consumo es que a mayor disponibilidad de alimentos para el hombre, mayor consumo de mijos para los animales. Según L.N. Skold, 1963, el uso de mijo cola de zorra en la U.R.S.S. no es predecible con las referencias disponibles. Sólo en el caso de U.S.A. se observa según K.O. Rachie, 1875, que el uso de los mijos está confinado al consumo animal, no obstante señala que con todo y la variabilidad en el consumo de los mijos se piensa que en los principales países productores, la mayor parte de los mijos son consumidos por el hombre. Sin embargo el consumo animal existe y puede dividirse en:

3.4.2.1 Uso como grano.

Principalmente se usa el grano de mijo en alimentación de aves de corral y ornato, ya sea el mijo únicamente o mezclado con otros granos en alimentos comerciales (5,8,10,13,15,19). En forma secundaria se usan mijos para alimentar otro tipo de ganado, principalmente en los Estados Unidos (5,7,8,13).

Según K.O. Rachie, 1975, el mijo cola de zorra tiene la ventaja so-

bre el mijo proso, pues produce tanto grano como excelente forraje. No obstante Martín, Warren y Stamp, 1976, afirman que el proso es fácilmente consumido por toda clase de ganado lo cual es un fundamento para usarlo como grano forrajero, además muestra un valor alimenticio cercano al 95% del de maíz o cebada, para cerdos y aves de corral, pero solo un 90% o menos del valor del maíz para engordar ganado vacuno y ovino.

Sin embargo la FAO, 1972, señala que el contenido mineral y de grasas del mijo proso es superior que el de otros mijos y también al sorgo y trigo. Más aún, Litzenberger, 1974, señala que los granos de mijo tienen un alto contenido de almidón, 55 a 65% y hasta ahora sirven como alimentos energéticos.

El contenido de proteína y su calidad difiere grandemente entre especies, pero estas son deficientes en el aminoácido esencial Lisina similarmente a otros granos. No obstante las semillas son usualmente pequeñas y el germen que es rico en proteína no se separa del resto de la semilla, conservandose así íntegro su valor alimenticio. Análisis de valor nutritivo de mijos se observan en los anexos 5-7.

3.4.2.2 Uso como forraje.

No existe información disponible sobre la superficie cultivada y producción de forraje de mijos. K.O. Rachie, 1975, señala que una vez cosechado el grano, es común el consumo de rastrojo de mijos por el ganado en las áreas productoras. Los mijos son usualmente forrajes de corte y pueden ser consumidos como forraje propiamente dicho o como heno y ensilados (8,13).

La composición del forraje en fresco y seco varía considerablemente dependiendo de la época de cosecha, especie y condiciones en que se

corte o use para pastoreo el forraje (13).

Según K.O. Rachie, 1975, el mijo japonés en heno resultó notablemente alto en contenido de proteína y fibra y sustancialmente bajo en celulosa cruda. Mijo perla en pastura y ensilado fue alto en proteína, lípidos y calcio y bajo en fibra cruda y mijo cola de zorra fue relativamente alto en proteínas, extracto libre de nitrógeno y potasio.

Un análisis con plantas de mijo cola de zorra recién cortadas fue hecho por V.E. Azcarte, 1954, las plantas se secaron a 65°C y se tamizaron con tamiz de 1 mm, obteniéndose un heno de color verde intenso y olor agradable, los resultados mostrados en el anexo 8, indican que según la tabla de valores para gramíneas forrajeras, la muestra 1, en prefloración incipiente, resultó ser excelente para engorda y crecimiento. La muestra 2, en floración, muy buena para engorda y crecimiento y la muestra 3, en floración avanzada es excelente para crecimiento.

La razón nutritiva de esta planta es estrecha y bastante buena para una gramínea forrajera. Una comparación entre el valor nutritivo del cola de zorra y alfalfa puede verse en el anexo 9.

El mijo proso es considerado como un forraje pobre (8,13) y también la paja del mismo (12). Aunque ocasionalmente el proso es cortado en verde y secado, es un heno pobre debido a lo burdo de sus tallos y vellosidad de sus envolturas (10), Pero es un alimento alcanzable en periodos de sequía (12) y medianamente palatable (13).

En U.S.A. este mijo se usa para alimentar al ganado (5), a pesar de las desventajas que presenta, es fácilmente consumido por toda clase de ganado aunque mostró un valor alimenticio de solo 90% o menos del de maíz para engordar ganado vacuno u ovejas (10). Valores ana-

líticos de henos de mijo cola de zorra y proso son presentados en el anexo 10.

3.5. Proceso productivo.

3.5.1 Preparación del suelo.

El mijo cola de zorra (8), debe ser sembrado en un suelo bien preparado con anterioridad, La preparación del suelo es similar a la de los cultivos de primavera (arar, rastrear, nivelar, surcar, según el caso), cuidando el tener un terreno libre de malezas (10).

El mijo proso requiere una cama de siembra buena y firme (10). Para mantener libre de malezas al cultivo durante la germinación, el terreno es preparado mediante rastra, arado u otra forma (15).

3.5.1 Siembra.

La siembra del mijo cola de zorra ocurre en lugares con clima templado (8). Pero requiere de temperaturas moderadas (2). Aunque puede sembrarse en regiones frías (5).

El cola de zorra requiere de suelos fértiles aunque puede sembrarse en terrenos pobres (8). Se siembra también donde el periodo de lluvias es corto, desde el nivel del mar hasta 2000 m SNM (5,8).

El mijo proso se siembra más al norte que cualquier otro mijo, además está adaptado a regiones frías donde el régimen de lluvias es bajo (5) y también se puede sembrar en zonas templadas, más que en tropicales (17). Además el proso está adaptado a regiones donde las siembras de primavera de granos menores son medianamente exitosas (10), esta planta puede ser sembrada hasta 50° de latitud norte, desarrollándose bien en lugares con tierra caliente (15).

3.5.2.1 Método de siembra.

El mijo cola de zorra y el mijo proso pueden sembrarse en surcos o al boleó. La siembra por surco es más utilizada (15), la producción de heno de cola de zorra se inicia sembrando las semillas a una profundidad de 1 pulgada o menos en suelos húmedos (8). El proso se siembra a 1-2 cm de profundidad en un buen suelo (2).

El mijo proso y el cola de zorra pueden ser sembrados en hileras para permitir labores culturales, depositando la semilla en el fondo del surco o en el lomo, a chorrillo (9).

3.5.2.2 Densidad de siembra.

El cola de zorra debe ser sembrado en un rango de 25-30 lb/acre, es decir, 28-33 Kg/ha si la siembra es al boleó, para cultivos en hilera de 4-5 lb/acre, o sea, 4.4-5.6 Kg/ha (10). De 25 a 40 lb/acre son recomendados para áreas de amplia lluvia, mientras que Leonard y Martin, 1963, recomiendan de 25 a 30 lb/acre para estas zonas, para zonas áridas y semiáridas libres de malezas, 15-20-lb/acre son suficientes (15,8).

El mijo proso es sembrado con una cantidad ordinaria de semilla y con 30-35 lb/acre o menos es suficiente en suelos limpios de regiones áridas (10), En U.S.A. la cantidad recomendada es de 20-40 lb/acre, en el este de Colorado con 35 lb/acre se tienen rendimientos satisfactorios (8).

3.5.2.3 Época de siembra.

El mijo cola de zorra es usualmente cultivado como una cosecha loguable puesto que madura en 75-90 días. Puede ser sembrado cuando la fecha es demasiado tardía para otros cultivos (10). Leonard y Martin

reafirman lo anterior asegurando que se siembra tardíamente cuando una emergencia de cosecha en los Estados Unidos.

Las semillas de cola de zorra se deben sembrar cuando el suelo este cálido (10). Este mijo puede sembrarse 2-3 semanas después de que el maíz sea sembrado en la localidad (8) y para las fechas tardías deben considerarse 60-70 días antes de que se presenten las heladas tempranas y puede ser sembrado tan tarde como el 1 de agosto, además en Colorado y lugares donde el periodo de cultivo es corto este mijo se siembra entre el 15 de Mayo y el 1 de Julio, teniendo que haber suficiente humedad en el suelo para que las semillas germinen.

El mijo proso en las grandes planicies se puede sembrar tardíamente hasta Julio 1, produciendo buenas cosechas con el agua almacenada en el suelo, más 2-3 cm de lluvia adicional (17).

Martin, Warren y Stamp, 1976 y Samuel, A, están de acuerdo en el retraso de la siembra de este mijo al máximo para evitar el peligro de heladas tardías. En U.S.A. se siembra a fines de Mayo, en Junio o a principios de Julio. Se reporta que al este de Colorado se siembra entre el 15 de Junio y el 1 de Julio (15). Además Leonard y Martin, 1963, mencionan que en Michigan el proso es sembrado entre el 1 y 20 de Junio o con el tiempo suficiente para que la semilla madure antes de que haya mal tiempo.

3.5.3 Riegos.

El mijo cola de zorra puede ser cultivado donde el periodo de lluvias es corto, no tolera riegos cortos o largos periodos de sequía (8). Este mijo se sitúa en condiciones de baja a moderada lluvia, de 20-30 pulgadas, los rendimientos son por lo menos 2 veces más altos bajo irrigación, en algunas partes de Madras y Cuajart el cola de

zorra se cultiva bajo riego en el periodo de Marzo-Abril (12).

El mijo proso tiene menor requerimiento de agua que cualquier cultivo de grano, es menos resistente a la sequía que otras variedades bien adaptadas (10), aunque Arnon y Mill, 1972, no están de acuerdo, ya que por el sistema radicular del proso afirman que si bien este es resistente a la sequía, su tipo de raíz no se desarrolla bien bajo condiciones de stress de agua. Aún así, el proso posiblemente ostenta un requerimiento más bajo de agua que otros cereales (8).

La producción de mijo proso en U.S.A. es de 40-45 lb/acre, dándole al cultivo 13 pulgadas de agua, comparado con el trigo de invierno que necesita 15-18 pulgadas (16).

3.5.4 Labores culturales.

Las prácticas culturales para el mijo cola de zorra son las mismas que se realizan en el mijo proso (2).

Martin, Warren y Stamp, 1976, indican que las prácticas culturales para mijo proso son:

- Escardas o aporques.
- Eliminación de malezas que crezcan en el cultivo y alrededor del mismo mediante control químico o con deshierbes.
- Riegos, si es que el cultivo va a contar con riego.
- Fertilización, en caso de que el cultivo se fertilize.
- Combate de plagas y enfermedades.

3.5.4.1 Escardas.

Se pueden realizar de 1 a 2 aporques, el primero cuando el cultivo tenga aproximadamente 15 cm de altura y el segundo antes de la floración (10).

3.5.4.2 Control de malezas.

El mijo cola de zorra generalmente se siembra con una disciplina ordinaria, dado que con espacios cerrados se ayuda al cultivo para el control de malezas. Las plantas deben estar espaciadas no más de 2 pulgadas entre sí, en cultivos de hilera (10).

Para el mijo proso con el uso de herbicidas preemergentes se reduce la competencia y para esto se aplican 5-7 a 10-12 lb/acre de herbicidas con un ancho en la banda de aplicación de 6-8 a 10-12 pulgadas. La razón por la cual se aplica en banda angosta es porque así se previene bien la competencia, con una mayor economía en la aplicación, se recomienda aplicar los productos ya existentes en el mercado y hacerlo cuando no haya sol (16).

En el INIA controlaron las malezas mediante una aplicación de Gesaprim 50 a una dosis de 0.8 Kg/ha y paso de minicultivadora denominada "torito", completando con un deshierbe, utilizando azadón al pie de la planta, recalcando que la maleza se evitó en una primera siembra con la aplicación de Gesaprim 50 en preemergencia, lo cual causó reacciones negativas al cultivo por lo que en una segunda siembra se aplicó Hierbamina a una dosis de 1 Lt/ha (11).

3.6 Fertilización.

Como regla general los fertilizantes no se usan para mijo en las grandes planicies de muchos países. En el este, las aplicaciones de nitrógeno y fósforo han aumentado los rendimientos, pero parece ser más económico para el uso de fertilizantes, su aplicación a otras cosechas en rotación (15).

El requerimiento de nitrógeno suplementado a los mijos en suelos francos y francos sedimentarios es menor que 25 lb/acre, el trigo

requiere hasta de 60 lb/acre de nitrógeno (16).

En el INIA se utilizó la fórmula de fertilización 50-50-00 usando nitrato de amonio y superfosfato simple (11).

3.7 Control de plagas y enfermedades.

En el INIA se reportó un severo ataque al mijo proso por gusano soldado (Spodoptera exigua), que fue controlado mediante una aplicación de una mezcla de Folidol y Sevín disueltos en agua (11).

Enfermedades del mijo cola de zorra.

- Tizón o mildiú vellosos (Ustilago cremari), es muy común en mijo cola de zorra en Asia y Africa, es muy aguda en países asiáticos especialmente para las regiones en que las esporas en época de invierno las encontramos en exceso en el suelo. Las plantas afectadas regularmente son atrofiadas, mientras las cabezas son frecuentemente anormales en la forma. El tizón de las plantas tiene un color amarillento en las cabezas primero y después se va tornando oscuro hasta la caída de las cabezas.

La enfermedad es evidente en las cabezas en forma pareja, antes de la emergencia de la espiga. Las brácteas que encierran una gran cantidad de esporas aparecen blancas o traslúcidas, La cariopsis es reemplazada por más esporas oscuras. En muchos casos el grano de la cabeza es destruido, entonces las brácteas liberan las esporas mientras la planta llega a la maduración, sólo en algunos casos una gran cantidad de esporas persiste en el grano una vez trillado.

La rotación de cultivos es una medida de control recomendada especialmente en áreas donde las esporas persisten en el suelo. La semilla es tratada con mercurio orgánico volátil es generalmente un medio de prevención efectivo.

- Mildiú veloso (Sclerospora graminicola), destruye al mijo cola de zorra especialmente en algunos países de Asia. Se ha reportado su presencia en India, China, Japón y Corea, Las plantas enfermas son enanas, también presentan malformaciones en las brácteas florales, otro síntoma es el fracaso en el desarrollo del grano. Una franja amarillo-verdosa puede correr a todo lo largo de la hoja en plantas enfermas. Una infección secundaria consiste en lesiones localizadas cloróticas. Probablemente el mejor método de control es el tratamiento de la semilla con mercurio orgánico.

- Mancha bacterial (Pseudomona alboprecipitans), los síntomas más comunes son pequeñas manchas verde grisáceo con pigmentaciones café siendo la enfermedad de mayor importancia en U.S.A.

Enfermedades del mijo proso (8).

- Tizón de la cabeza (Sphaceloteca destruens), esta enfermedad se presenta en proso. Las primeras evidencias son cuando las panojas emergen, ya que las panojas afectadas son notablemente cortas y frecuentemente se manifiesta solo más allá de la envoltura de las hojas y en el grano, el tizón lo encierra con una membrana blanquecina. Las panojas afectadas se asemejan a un furúnculo masoso elongado. El tizón generalmente es rupturado antes de la cosecha. La enfermedad se controla tratando la semilla con mercurio orgánico espolvoreado.

- Franja bacteriana (Phytomona panici), las plantas afectadas presentan empapadas de líquido las panojas y bandas brillantes color café en hojas, vainas y tallos, El tallo principal es muerto en algunas plantas, en otras la cabeza y en el interior de la espiga se encuentra una gran cantidad de goma exudada. El desarrollo de la enfermedad en proso, se inicia en la semilla y no existen reportes referentes a medidas de control.

3.8 Cosecha.

Para obtener la mejor calidad de heno de mijo cola de zorra, éste se debe cortar cuando aparecen las primeras panículas (2,10). Esto hace que el heno sea más palatable que cuando el cultivo se corta una vez maduro (2).

Para cosechas de grano se usa un juntador, el mijo se divide en manojos que se atan y colocan en posición vertical hasta que la semilla se separa de la panícula o pueda restregarse de la misma. Frecuentemente la cosecha es secada al sol y la semilla trillada con una combinada con juntador accesorio (8,10). No obstante, por combinaciones directas es posible obtener semilla por fraccionamiento antes de que los últimos granos hayan madurado (8).

El mijo está listo para cosecharse cuando las semillas en más de la mitad de las panojas están maduras (10). En este estado las plantas aún están verdes por lo que deben colocarse en hileras al momento de cosecharlas. El mijo proso (10) no está adaptado a combinaciones directas de cosecha porque:

- a) Se rompe después de madurar.
- b) Por la posición del cultivo a la cosecha.
- c) La paja tiene mucha humedad al momento de cosechar.

El mijo proso madura 60-75 días después de sembrado, sólo que esta maduración no es uniforme y frecuentemente se encuentran granos maduros en la cima de las cabezas y tienden a quebrarse antes de que las semillas bajas y panojas laterales hayan madurado. Las espigas y panojas son todavía verdes cuando las semillas exteriores de las panojas han madurado. La cosecha se corta de golpe para permitir la cura (separación del rastrojo) pues la cosecha después es trillada con una combinada con recolector accesorio (8,15).

IV.- Materiales y métodos

4.1 Materiales para el experimento I.

- Superficie: 1515.12 m².
- Semilla de mijo proso: 2.212 Kg.
- Fertilizantes: 75.526 Kg de sulfato de amonio
29.648 Kg de superfosfato simple.
- Tractor.
- Rastra.
- Surcadora.
- 2 azadones.
- Mochila de aspersión.
- Volaton 2.5%: 3.1 Kg.
- Gesaprim 50: 153 gramos.
- Herbamina: 153 ml.
- 60 metros de cordel.
- 64 costales.
- Balanza granataria.
- Balanza analítica.
- 256 bolsitas de plástico.
- Flexómetro.
- 8 botes de 250 ml.
- 64 bolsas de papel.
- 4 estufas.
- Patio de secado.

4.1.1 Materiales para el experimento II.

- Superficie: 1542.12 m².

- Semilla de mijo proso: 2.323 Kg.
- Fertilizantes: 64.733 Kg de sulfato de amonio.
22.119 Kg de superfosfato simple.

- Tractor.
- Rastra.
- Surcadora.
- 2 azadones.
- Mochila de aspersión.
- Volaton 2.5%: 3.1 Kg.
- Gesaprim 50: 153 gramos.
- Hierbamina: 153 ml.
- 60 metros de cordel.
- 16 costales.
- Balanza granataria.
- Balanza de tisco (250 Kg).
- Balanza analítica.
- 256 bolsitas de plástico.
- Flexómetro.
- 2 botes de 250 ml.
- 64 bolsas de papel.
- 4 estufas.
- Patio de secado.

Es necesario aclarar que el testigo, mijo cola de zorra, fue común para ambos experimentos y requirió a su vez del siguiente material:

- Superficie: 200 m².
- Semilla de mijo cola de zorra: 400 gramos.
- Fertilizantes: 1.171 Kg de sulfato de amonio.

411 gramos de superfosfato simple.

- Tractor.
- Rastra.
- Surcadora.
- 2 azadones.
- Mochila de aspersión.
- Volaton 2.5%: 401 gramos.
- Gesaprim 50: 20 gramos.
- Hierbamina: 20 ml.
- Balanza granataria.
- Balanza analítica.
- 15 bolsitas de plástico.
- 2 botes de 250 ml.
- 2 costales.

4.2 Localización geográfica.

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se encuentra ubicada en la cuenca del valle de México, al este de la cabecera del municipio de Cuautitlán, Estado de México.

El municipio de Cuautitlán se extiende aproximadamente entre los 99°37' y 99°45' de latitud norte y entre los 99°07' y 99°14' de longitud oeste y limita, al sur, con el municipio de Tultitlán, al norte, con el de Teoloyucan, al noreste, con el de Zumpango y al oeste con el de Tepotzotlán.

El municipio está comprendido dentro de la provincia geológica del eje Neovolcánico; las elevaciones que se pueden observar al oeste y suroeste forman parte de las estribaciones de las sierras de Monte alto y Monte bajo. Al suroeste, la sierra de Guadalupe separa el valle de Cuautitlán del valle de Tlalnepantla.

El río Cuautitlán, que se origina en la presa de Guadalupe, atraviesa el municipio en dirección suroeste-noroeste y las aguas de esta presa, junto con las de las presas de la Piedad y el Muerto son utilizadas para el riego en los cultivos de la zona (14).

La altitud media que se reporta para la cabecera municipal, Cuautitlán de Romero Rubio y para el área de estudio es de 2250 metros sobre el nivel del mar.

4.2.1 Vías de comunicación.

La Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán se encuentra ubicada en la carretera Cuautitlán-Teoloyucan a la altura del Km 36.5 de la autopista México-Querétaro.

A la Facultad se llega por la autopista México-Querétaro, por el acceso después del puente Cuautitlán-Aurora, por la Av. Jesús Jiménez Gallardo; por el puente de Cuautitlán de Romero Rubio; por el pueblo de Cuautitlán de Romero Rubio o por el puente de Tepetzotlán, continuando por la carretera Cuautitlán-Teoloyucan.

4.2.2 Climatología.

De acuerdo al sistema de Köpen modificado por García, el clima en la región de Cuautitlán corresponde al $C(w_0)$ (w) b (i') templado, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano y seco invierno (menos de 5% de la precipitación anual) con verano largo y fresco y temperatura extremosa con respecto a su oscilación (14).

4.2.3 Precipitación.

La zona de estudio presenta un régimen de lluvias de verano, contenida entre los meses de Mayo a Octubre, con invierno seco.

La precipitación media anual es de 605 mm, siendo Julio el mes más lluvioso, con 126.9 mm y febrero es el mes más seco, con 3.8 mm. Las probabilidades de lluvia en esta zona son menores de 50%, por lo que es indispensable contar con riego (14).

4.2.4 Temperatura.

La temperatura media anual es de 15.7°C, con una oscilación media mensual de 6.5 °C; siendo Enero el mes más frío, con una temperatura promedio de 11.8°C y Junio el mes más caliente, con 18.3 ° C.

La temperatura máxima promedio es de 26.5°C, durante el mes de Abril, seguido por Mayo y Junio.

La temperatura mínima promedio es de 2.3 °C en Enero de 2.9 °C en Febrero, aunque se pueden presentar temperaturas bajo 0 °C durante las noches o al amanecer en estos meses.

El promedio de horas frío en esta zona oscila entre 800 y 820 al año y su mayor frecuencia se tiene en Enero (238) mientras la menor se da en Noviembre (170).

La constante térmica o grados calor en la zona es en promedio de 1250 grados calor anualmente; su mayor concentración se obtiene en los meses de Junio, Julio y Agosto (14).

4.2.5 Siniestros climáticos.

En esta zona, el promedio anual de días con helada es alto (64 días) y la temporada de heladas empieza en el mes de Octubre, terminando en el mes de Abril (primera quincena), siendo más frecuentes durante los meses de Diciembre, Enero y Febrero. Pueden presentarse heladas tempranas entre el 8 y 10 de Septiembre y heladas tardías hasta el mes de Mayo.

La frecuencia de granizadas en la zona de Cuautitlán es muy baja y se pueden presentar principalmente durante el verano. Datos concretos sobre climatología de la zona para la temporada en que se llevaron a cabo los experimentos se presentan en el anexo II.

4.3 Características edáficas.

4.3.1 Origen y formación de suelos.

Los suelos de la F.E.S. Cuautitlán, como la mayor parte de los suelos de la zona, son de formación aluvial y se originaron a partir de depósitos de material ígneo derivado de las partes altas que circundan la zona.

4.3.2 Desarrollo del suelo.

Los suelos son relativamente jóvenes, en proceso de desarrollo, presentan un perfil de apariencia homogénea en el que no se aprecian fenómenos de iluviación o eluviación muy marcados, por lo que es difícil diferenciar horizontes de diagnóstico a simple vista. Son suelos profundos, con más de 1 metro de profundidad.

4.3.3 Clasificación del suelo.

De acuerdo al sistema de Clasificación FAO-DETNAL (S.P.P., 1981), estos suelos han sido clasificados como Vertisoles pélicos (Vp). Son suelos que presentan una textura fina, arcillosos, pesados, difíciles de manejar por ser plásticos y adhesivos cuando están húmedos y duros cuando se secan. Forman grietas profundas cuando se secan y pueden ser impermeables al agua de riego o lluvias.

De acuerdo con el sistema de clasificación de la 7^a aproximación,

estos suelos han sido clasificados (Flores, R.D. 1981) dentro del Orden Inceptisol, Suborden Andep, Gran grupo Umbrandept, como Umbrandepts mólico vérticos (18).

Son suelos jóvenes que están en proceso de formación, a partir de depósitos de material reciente; no presentan fenómenos de iluviación e interperismo o eluviación muy marcados. Presentan un horizonte superficial oscuro, relativamente grueso, con estructura bien desarrollada, ph mayor de 6 y una relación C:N entre 10 y 12 en suelos cultivados, con un alto contenido de material amorfo como el alofano en su fracción arcillosa (18).

4.3.4 Características físicas del suelo.

De manera general se pueden mencionar las siguientes características tomando en cuenta que las muestras se tomaron a 30 cm de profundidad en el suelo.

- Profundidad efectiva: más de 1 metro.
- Color en humedo: Negro a gris oscuro con, cromas 10 YR.
- Textura: Textura fina: Arcilla a migajón arcilloso (Franca-arcillosa)
- Estructura: Bien desarrollada, en bloques angulares y bloques sub-angulares, de tamaño fino.
- Consistencia: Dura a ligeramente dura en seco, consistencia frías-ble en humedo.
- Adhesividad y plasticidad: Fuertemente adhesivos y plásticos a moderadamente adhseivos y plásticos.
- Densidad aparente: Densidad aparente baja, de 0.89 a 1.24 g/cc.
- Densidad real: Densidad real baja, de 1.91 a 2.50 g/cc.
- Porosidad: Poros pequeños y abundantes, 50% en promedio.

- Drenaje interno: Suelos drenados, drenaje bueno a lento.
- Presencia de raíces: Raíces finas escasas hasta 1.30 - 1.40 metros de profundidad (18).

4.3.5 Características químicas del suelo.

En general, se pueden mencionar las siguientes características, las muestras corresponden a una profundidad de 0-30 cm,

- Conductividad eléctrica en el extracto de saturación: Menos de 1 milimho/cm a 25 °C.
- Presencia de carbonatos: Reacción negativa al HCL diluido.
- Reacción del suelo a ph: El ph de estos suelos varía entre ligeramente ácido a neutro, de 6 a 7, con agua en relación 1:2.5 (Colegio de Postgraduados, 1977).
- % de materia orgánica: Varía de alto a medio, de 2.11 a 4.32%.
- C.I.C.T.: Alta, de 30 a 35 meq/100 g.
- Nitrógeno total: Es muy variado debido a las diferentes labores culturales a que se ven sometidos estos suelos.
- Fósforo disponible: En general son ricos en fósforo disponible para las plantas, entre 180 y 250 Kg de P/ha. Parece ser que son altamente fijadores de P.
- Potasio fácilmente asimilable: Son ricos en potasio fácilmente asimilable por vegetales, aproximadamente 2500 Kg/ha.

Resultados de un análisis fisicoquímico de los suelos del campo 4 de la F.E.S. Cuautitlán pueden verse en el anexo 12.

4.3.6 Clasificación del suelo de acuerdo a su capacidad de uso agrícola.

De acuerdo con el sistema de clasificación del suelo por capacidad

de uso, empleado por el Departamento de Agricultura de U.S.A. modificado por DETENAL (Colegio de Postgraduados, 1977), los suelos de la F.E.S. Cuautitlán pueden considerarse de la clase 1.

Los suelos de la clase 1 son aquellos que presentan muy pocas o ninguna limitación para su uso y si estas existen son fáciles de corregir.

4.4 Diseños experimentales.

Para ambos experimentos se usó un diseño experimental bifactorial. Para ambos experimentos la superficie utilizada fue la misma así como al acondicionamiento, las dimensiones de la parcela experimental pueden verse en el anexo 13.

Se contó en total con 64 parcelas experimentales correspondientes a 16 tratamientos con 4 repeticiones cada uno por experimento.

Dentro de cada parcela experimental, constituida por 4 surcos, se consideraron los 2 surcos centrales ($8,64 \text{ m}^2$) como área útil, pues los 2 surcos exteriores sólo tuvieron como objeto evitar el efecto de orilla.

El tratamiento testigo, se colocó en una parcela de 200 m^2 , esta tuvo 15 surcos de 18.52 m de largo y 72 cm de ancho y su ubicación, alejada de las anteriores parcelas, tuvo como finalidad evitar los posibles cruzamientos.

4.4.1 Diseño experimental (experimento 1).

En este se contempló como factor 1 a nitrógeno (N) y como factor 2 a fósforo (P), los niveles de cada uno de ellos fueron:

Factor N° 1

$N_1; N_2; N_3; N_4$

Factor N° 2

$P_1; P_2; P_3; P_4$

Dichos niveles de fertilización corresponden a:

Niveles de fertilización.

Factor nitrógeno (N).	Factor fósforo (P)
N ₁ : 80 Kg de N/ha.	P ₁ : 20 Kg de P/ha.
N ₂ : 120 Kg de N/ha.	P ₂ : 40 Kg de P/ha.
N ₃ : 160 Kg de N/ha.	P ₃ : 60 Kg de P/ha.
N ₄ : 200 Kg de N/ha.	P ₄ : 80 Kg de P/ha.

La distribución de tratamientos para el experimento I puede apreciarse en el anexo 14.

4.2.2 Diseño experimental (experimento II).

En este se contempló como factor 1 a Época de corte (C) y como factor 2 a Densidad de siembra (D), los niveles de cada uno de ellos fueron:

<u>Factor N° 1</u>	<u>Factor N° 2</u>
C ₁ ; C ₂ ; C ₃ ; C ₄	D ₁ ; D ₂ ; D ₃ ; D ₄

Dichos niveles de época de corte y densidad de siembra, corresponden a:

Épocas de corte y densidades de siembra.

Factor época de corte (C).	Factor densidad de siembra (D)
C ₁ : Corte con 10% de floración.	D ₁ : 18 Kg de semilla/ha.
C ₂ : Corte 7 días después de C ₁ .	D ₂ : 20 Kg de semilla/ha.
C ₃ : Corte 7 días después de C ₂ .	D ₃ : 22 Kg de semilla/ha.
C ₄ : Corte 7 días después de C ₃ .	D ₄ : 24 Kg de semilla/ha.

La distribución de tratamientos para el experimento II puede apreciarse en el anexo 15.

4.5 Procedimientos.

Inicialmente las actividades para ambos experimentos, fueron idénticas, sólo posteriormente cada uno tomó su propio desarrollo, presentamos a continuación una secuencia de la parte de desarrollo igual para ambos experimentos y el desarrollo del tratamiento testigo por ser común a los experimentos I y II, posteriormente presentaremos las partes diferenciales entre estos mismos.

- 2 de Febrero de 1984. Obtención de la semilla de mijo proso, en cantidad de 10 Kg, esta fue conseguida a través del Ing. Ricardo Cazares G, ya que esta se encontraba en el almacén de avios de la F.E.S. Cuautitlán.
- 6 de Febrero. Limpieza de la semilla de mijo proso.
- 13 de Febrero. Creación del diseño experimental.
- 7 de Mayo. Preparación del terreno, se le dieron 3 pasos de rastra a los 2 lotes (Parcelas experimentales) que habían sido barbechados con anterioridad por el personal de la F.E.S.C.
- 15 de Mayo. Se surcaron los terrenos a 72 cm de distancia y se delimitaron las parcelas con las calles.

El procedimiento para el tratamiento testigo fue:

- 27 de Marzo. Obtención de la semilla de mijo cola de zorra en cantidad de 400 gramos, esta fue donada por el Dr. Uriel Maldonado, director del C.I.A.M.E.C.
- 7 de Mayo. Preparación del terreno, se le dieron 3 pasos de rastra estando este previamente barbechado.
- 15 de Mayo. Se surco el terreno a 72 cm de distancia.
- 21 de Mayo. Se peso la semilla de mijo cola de zorra con balanza analítica, formadose 15 bolsas de 26.7 gramos de semilla.
- 22 de Mayo. Se aforaron 2 botes de 250 ml, uno para el fertilizan-

te nitrogenado y otro para el fosfatado.

- 24 de Mayo. Se fertilizó el terreno, dando por surco 218.17 g de sulfato de amonio, es decir, la mitad de nitrógeno mientras que el fósforo se aplicó en su totalidad, es decir, 150.12 g por surco de superfosfato simple y además se aplicó Volaton 2.5% a una dosis de 20 Kg/ha.

- 28 de Mayo. Siembra del terreno por surco con las bolsitas de semilla preparadas con anterioridad.

- 3 de Julio. Aplicación del herbicida Gesaprim 50 en una dosis de 1 Kg/ha.

- 11 de Julio. Aplicación del herbicida Hierbamina a una dosis de 1 Lt/ha.

- 16 al 22 de Julio. Deshierbe manual, ya que los herbicidas aplicados no tuvieron los efectos deseados.

- 17 de Julio. En esta fecha se presentó una granizada y un viento muy fuertes, estos perjudicaron 2/3 del cultivo de cola de zorra y ante esta situación se acordó que las plantas que quedaron en pie se usarían para obtener semilla para su multiplicación puesto que ya no eran útiles como testigo.

- 24 de Julio. Se aplicó la segunda parte de la fertilización nitrogenada, cabe mencionar que ese día cayó una fuerte granizada que nos impidió aporcar, quedando esta actividad sin realizar.

4.5.1 Procedimiento diferencial del experimento I.

- 21 de Mayo. Se pesó la semilla de mijo proso por surco con balanza analítica, formandose 256 bolsas con 8.64 g de semilla.

- 22 de Mayo. Se aforaron 8 botes de 250 ml, uno para cada diferente dosis de fósforo y nitrógeno.

- 24 de Mayo. Se fertilizó el terreno, aplicando una dosis de sulfato de amonio de 84.294 g por surco para el nivel N_1 , para el nivel N_2 se aplicaron 126.43 g, para el nivel N_3 168.588 g, y para el nivel N_4 270.71 g, estas dosis comprenden la mitad del nitrógeno mientras que el fósforo se aplicó en su totalidad, dosificandose en 43.2 g de superfosfato simple por surco para el nivel P_1 , para el nivel P_2 86.4 g, para el nivel P_3 129.6 g y para el nivel P_4 172.8 g, además se aplicó Volaton 2.5% en dosis de 20 Kg/ha.

- 28 de Mayo. Siembra del terreno con las bolsitas de semilla preparadas con anterioridad.

- 3 de Julio. Aplicación del herbicida Gesaprim 50 a una dosis de 1 Kg/ha.

- 11 de Julio. Aplicación del herbicida Hierbamina a una dosis de 1 Lt/ha.

- 15 al 22 de Julio. Deshierbe manual, ya que los herbicidas aplicados no tuvieron los efectos deseados.

- 24 de Julio. Se aplicó la segunda parte de la fertilización nitrogenada, cabe mencionar que ese día cayó una fuerte granizada que nos impidió aporcar, quedando esta actividad sin realizar.

- 16 al 24 de Agosto. En este lapso se cosecharon y pesaron las plantas de mijo proso.

- 17 al 27 de Agosto. Secado de las plantas de mijo proso, se tomó una muestra de 1 Kg de cada tratamiento y se secó a 65 °C en estufa durante 3 días.

- 20 al 30 de Agosto. Pesaje de la materia seca contenida en las muestras de 1 Kg de materia fresca tomadas.

La duración del experimento 1, fue del 7 de Mayo en que se preparó el suelo al 30 de Agosto en que se completaron los resultados.

4.5.2 Procedimiento diferencial del experimento II.

- 21 de Mayo. Se pesó la semilla de mijo proso con balanza analítica con el fin de sembrarla por surco, formandose para el nivel D₁ 64 bolsas con 7.776 g de semilla, para el nivel D₂ 64 bolsas con 8.64 g de semilla, para el nivel D₃ 64 bolsas con 9.504 g, y para el nivel D₄ 64 bolsas con 10.368 g.
- 22 de Mayo. Se aforaron 2 botes de 250 ml, uno para el fertilizante fosfatado y otro para el nitrogenado.
- 24 de Mayo. Se fertilizó el terreno, aplicando por surco 126.43 g de sulfato de amonio y 86.4 g de superfosfato simple, correspondientes a la totalidad del fósforo y la mitad del nitrógeno, simultáneamente se aplicó Volaton 2.5% en dosis de 20 Kg/ha.
- 28 de Mayo. Siembra del terreno con las bolsitas de semilla preparadas con anterioridad.
- 3 de Julio. Aplicación del herbicida Gesaprim 50 en una dosis de 1 Kg/ha.
- 11 de Julio. Aplicación del herbicida Hierbamina en una dosis de 1 Lt/ha.
- 16 al 22 de Julio. Deshierbe manual, ya que los herbicidas aplicados no tuvieron los efectos deseados.
- 24 de Julio. Se aplicó la segunda parte del fertilizante nitrogenado, cabe mencionar que ese día cayó una fuerte granizada que nos impidió aporcar, quedando esta actividad sin realizar.
- 1 de Agosto. Se alcanzó el 10% de floración, cabe mencionar que esta se inició el 19 de Julio, considerando esta floración como establecimiento del cultivo se procedió a dar el primer corte.
- 2 al 4 de Agosto. Secado de las muestras de 1 Kg de materia verde tomadas del primer corte a 65 °C en estufa.

- 8 de Agosto. Se realizó el segundo corte.
- 9 al 11 de Agosto. Secado de las muestras del segundo corte de igual forma que en el corte 1.
- 15 de Agosto. Se realizó el tercer corte.
- 16 al 18 de Agosto. Secado de las muestras del tercer corte de igual forma que en el corte 1.
- 22 de Agosto. Se realizó el cuarto y último corte.
- 23 al 25 de Agosto. Secado de las muestras del cuarto corte de igual forma que en el corte 1.

La duración del experimento II fue del 7 de Mayo en que se preparó el suelo al 30 de Agosto en que se completaron los resultados.

En los anexos 16 y 17 pueden observarse los cronogramas de cultivo de mijo proso y cola de zorra para los 2 experimentos.

V.- Resultados.

5.1 Resultados del experimento I.

Experimento bifactorial "Niveles de fertilización".

Rendimiento en Ton/ha de materia verde.

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	VI
n ₁ p ₁	19.849	20.977	20.254	20.584
n ₂ p ₁	21.585	22.395	21.064	20.977
n ₃ p ₁	22.279	23.148	22.308	22.685
n ₄ p ₁	23.611	23.090	23.755	23.437
n ₁ p ₂	21.903	20.688	21.556	22.106
n ₂ p ₂	23.726	22.337	24.016	22.511
n ₃ p ₂	24.855	24.536	23.292	23.663
n ₄ p ₂	26.244	26.012	26.024	26.764
n ₁ p ₃	22.106	22.048	21.730	21.498
n ₂ p ₃	23.482	23.437	23.119	23.755
n ₃ p ₃	25.028	26.649	25.913	24.189
n ₄ p ₃	25.752	26.475	25.694	25.375
n ₁ p ₄	21.672	20.977	21.701	22.164
n ₂ p ₄	22.251	22.945	23.292	23.234
n ₃ p ₄	23.639	24.739	25.057	25.086
n ₄ p ₄	24.797	24.826	25.462	25.781

Experimento bifactorial "Niveles de fertilización"

Rendimiento en Ton/ha de materia seca.

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	IV
n ₁ P ₁	3.181	3.365	3.243	3.397
n ₂ P ₁	3.524	3.657	3.439	3.425
n ₃ P ₁	3.671	3.814	3.676	3.789
n ₄ P ₁	3.903	3.815	3.926	3.872
n ₁ P ₂	3.547	3.350	3.494	3.581
n ₂ P ₂	3.927	3.694	3.976	3.724
n ₃ P ₂	4.176	4.121	3.913	3.978
n ₄ P ₂	4.472	4.436	4.431	4.562
n ₁ P ₃	3.645	3.637	3.583	3.544
n ₂ P ₃	4.078	4.050	3.998	4.106
n ₃ P ₃	4.417	4.712	4.588	4.267
n ₄ P ₃	4.581	4.711	4.570	4.513
n ₁ P ₄	3.755	3.638	3.763	3.844
n ₂ P ₄	3.901	4.024	4.087	4.075
n ₃ P ₄	4.215	4.413	4.469	4.473
n ₄ P ₄	4.470	4.476	4.591	4.656

5.2 Resultados del experimento II.

Experimento bifactorial "Epoca de corte-Densidad de siembra".

Rendimiento en Ton/ha de materia verde.

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	IV
c ₁ ^d ₁	18.501	20.399	17.001	18.663
c ₂ ^d ₁	26.041	24.884	20.399	20.826
c ₃ ^d ₁	22.279	22.713	26.417	27.922
c ₄ ^d ₁	26.764	22.858	28.066	22.945
c ₁ ^d ₂	16.931	21.990	17.623	16.174
c ₂ ^d ₂	23.582	22.135	19.965	21.122
c ₃ ^d ₂	21.701	22.660	24.797	23.871
c ₄ ^d ₂	24.594	23.639	25.607	23.003
c ₁ ^d ₃	23.134	22.337	21.384	16.811
c ₂ ^d ₃	26.909	24.305	19.097	23.871
c ₃ ^d ₃	21.267	26.041	25.173	29.045
c ₄ ^d ₃	26.764	23.292	29.224	25.810
c ₁ ^d ₄	20.397	21.376	22.471	21.912
c ₂ ^d ₄	23.437	21.238	19.675	21.701
c ₃ ^d ₄	22.858	21.411	23.437	24.913
c ₄ ^d ₄	23.871	25.173	26.186	23.292

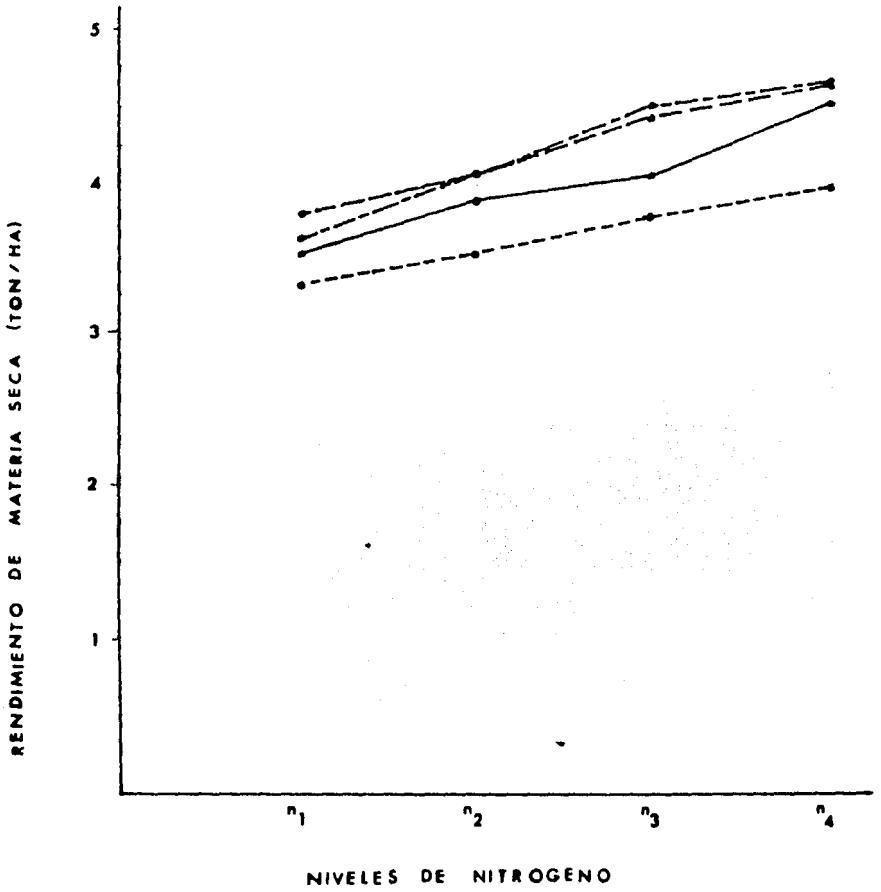
Experimento bifactorial "Epoca de corte-Densidad de siembra"

Rendimiento en Ton/ha de materia seca.

Tratamiento	Repeticiones			
	I	II	III	IV
c ₁ ^d ₁	2.831	3.121	2.517	3.397
c ₂ ^d ₁	4.244	4.055	3.321	3.393
c ₃ ^d ₁	3.763	3.837	4.462	4.717
c ₄ ^d ₁	4.602	3.929	4.756	3.945
c ₁ ^d ₂	2.556	3.321	2.692	2.442
c ₂ ^d ₂	3.799	3.562	3.211	3.400
c ₃ ^d ₂	3.630	3.804	4.155	3.997
c ₄ ^d ₂	4.205	4.042	4.381	3.982
c ₁ ^d ₃	3.420	3.303	3.141	3.489
c ₂ ^d ₃	4.810	3.864	3.033	3.793
c ₃ ^d ₃	3.535	4.334	4.189	4.769
c ₄ ^d ₃	4.563	3.967	4.984	4.392
c ₁ ^d ₄	3.323	3.365	3.247	3.176
c ₂ ^d ₄	3.694	3.343	3.093	3.418
c ₃ ^d ₄	3.792	3.352	3.893	4.137
c ₄ ^d ₄	4.063	4.285	4.462	3.962

GRAFICA 1

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (EXPERIMENTO 1)

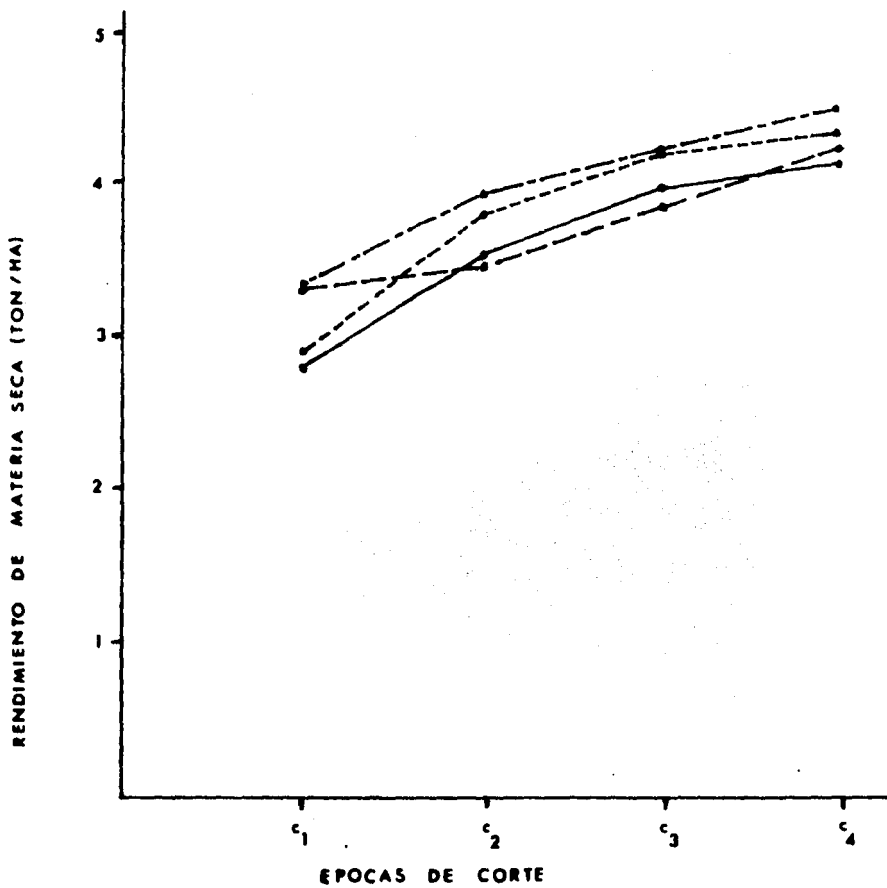


NIVELES DE FOSFORO

P₁ --- P₃ - · -
P₂ — P₄ ····

GRAFICA 2

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (EXPERIMENTO II)



DENSIDADES DE SIEMBRA

d₁ ————

d₂ ————

d₃ ————

d₄ ————

La comparación de los resultados de rendimiento de materia seca de mijo proso con el testigo, mijo cola de zorra, no fue posible realizarla debido a la pérdida parcial de este último y a su utilización posterior, como parcela de reproducción de semilla.

Por ello se muestra a continuación un cuadro de rendimientos de mijo cola de zorra, obtenido de Leonard y Martin, 1963.

Cuadro 1. "Fechas de siembra y producción de mijo cola de zorra en U.S.A." (Promedios de producción por hectáreas).

F de Siembra	Producción de heno (Ton)	Producción de semilla (bu)
Mayo 15	2.636	17.30
Junio 1	2.371	16.55
Junio 15	2.224	12.60
Julio 1	1.640	14.08
Julio 15	1.003	12.10
Agosto 1	0.190	2.47

Considerando que un heno tiene como mínimo 8-10% de humedad, la materia seca contenida en los henos sembrados el 15 de mayo y 1 de Junio puede ser como máximo de:

Cuadro 2. "Rendimiento de materia seca de mijo cola de zorra en U.S.A. para las fechas de siembra Mayo 15 y Junio 1".

Fecha de siembra	Materia seca (Ton/ha)
Mayo 15	2.3724 hasta 2.42512
Junio 1	2.1339 hasta 3.18132

Es necesario aclarar que los anteriores cuadros, a falta de información más completa, serán tomados en consideración para elaborar las conclusiones (algunas), por ello su confiabilidad no es absoluta ya que no conocemos la forma en que se cultivaron tales henos.

La comparación de algunas características entre las especies de mijo se muestra a continuación. Obsérvese el significado de los parámetros evaluativos en Objetivos generales.

Cuadro 3. "Comparación de algunas características entre mijo proso y mijo cola de zorra".

Características.	M proso	M cola de zorra
Rapidez para germinar*	R	R
Cierre entre líneas*	I	L
Porcentaje de cobertura	85-90	65-70
Periodo vegetativo*	R	I
Altura en cm a:		
30 días de la siembra	5	4
45 días de la siembra	22	15
momento de cosechar	105	65
Resistencia a la sequía**		
con plantas menores de 15 cm	2	2
con plantas mayores de 15 cm	1	1
Competencia con plantas indeseables**		
con plantas menores de 15 cm	3	3
con plantas mayores de 15 cm	2	2
Resistencia a vientos dominantes**	1	3

VI.- Análisis de resultados.

6.1 Análisis de varianza (Experimento I).

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft (05)	Ft (01)
N	3	6.5306	2.1768	144.1589	2.80	4.22
F	3	2.2961	0.7653	50.6821	2.80	4.22
NxP	9	1.7531	0.1947	12.894	2.08	2.80
Trats	15	10.5798	0.7053	46.7086	1.88	2.44
Error	48	0.7292	0.0151			
Total	63	11.3090				

6.2 Análisis de varianza (Experimento II).

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft (05)	Ft (01)
C	3	13.7556	4.5855	32.2282	2.80	4.22
D	3	1.4459	0.4819	3.4920	2.80	4.22
CxD	9	1.0441	0.1160	0.8405	2.08	2.80
Trats	15	16.2466	1.0831	7.8485	1.88	2.44
Error	48	6.6243	0.1380			
Total	63	22.8709				

Si $F_c > F_t (05)$: Se dice que existen diferencias significativas entre tratamientos.

Si $F_c > F_t (01)$: Se dice que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Al haber diferencias, tanto significativas como, altamente significativas se procedió a efectuar las pruebas de la significación entre las diferencias de los tratamientos, mediante comparaciones múltiples.

6.3. Pruebas de Tukey

6.3.1. Prueba de Tukey aplicada al experimento I.

	n_4p_3	n_4p_4	n_3p_3	n_4p_2	n_3p_4	n_2p_3	n_3p_2	n_2p_4	n_4p_1	n_2p_2	n_1p_4	n_3p_1	n_1p_3	n_2p_1	n_1p_2	n_1p_1	
	4.5937	4.5482	4.4960	4.4752	4.3925	4.0580	4.0470	4.0217	3.8790	3.8302	3.7500	3.7250	3.6022	3.5112	3.4937	3.2715	
n_1p_1	3.2715	1.3222	1.2767	1.2245	1.2037	1.1210	0.7865	0.7755	0.7502	0.6075	0.5587	0.4785	0.4535	0.3307	0.2397	0.2222	-----
n_1p_2	3.4937	1.1000	1.0545	1.0023	0.9815	0.8988	0.5643	0.5533	0.5280	0.3853	0.3365	0.2563	0.2313	0.1085	0.0175	-----	
n_2p_1	3.5112	1.0825	1.0370	0.9848	0.9640	0.8813	0.5468	0.5358	0.5105	0.3678	0.3190	0.2388	0.2138	0.0910	-----		
n_1p_2	3.6022	0.9915	0.9460	0.8938	0.8730	0.7903	0.4558	0.4448	0.4195	0.2768	0.2280	0.1478	0.1228	-----			
n_3p_1	3.7250	0.8687	0.8232	0.7710	0.7502	0.6675	0.3330	0.3220	0.2967	0.1540	0.1052	0.0250	-----				
n_1p_4	3.7500	0.8437	0.7982	0.7460	0.7252	0.6425	0.3080	0.2970	0.2717	0.1290	0.0802	-----					
n_2p_2	3.8302	0.7635	0.7180	0.6658	0.6450	0.5623	0.2278	0.2168	0.1915	0.0488	-----						
n_4p_1	3.8790	0.7147	0.6692	0.6170	0.5962	0.5135	0.1790	0.1680	0.1427	-----							
n_2p_4	4.0217	0.5720	0.5265	0.4743	0.4535	0.3708	0.0363	0.0253	-----								
n_3p_1	4.0470	0.5467	0.5012	0.4490	0.4282	0.3455	0.0110	-----									
n_2p_3	4.0580	0.5357	0.4902	0.4380	0.4172	0.3345	-----										
n_3p_4	4.3925	0.2012	0.1557	0.1035	0.0827	-----											
n_4p_2	4.4752	0.1185	0.0730	0.0208	-----												
n_3p_3	4.4960	0.0977	0.0522	-----													
n_4p_4	4.5482	0.0455	-----														
n_4p_3	4.5937	-----															

Nota: Los valores arriba de la línea "A" son significativos para la prueba de Tukey o DMSII y superiores a 0.3170.

Línea "A" 

6.3.2. Prueba de Tukey aplicada al experimento II

	$c_4^d_3$	$c_4^d_1$	$c_3^d_3$	$c_3^d_1$	$c_4^d_4$	$c_4^d_2$	$c_3^d_2$	$c_2^d_3$	$c_3^d_4$	$c_2^d_1$	$c_2^d_2$	$c_2^d_4$	$c_1^d_3$	$c_1^d_4$	$c_1^d_1$	$c_1^d_2$
	4.4765	4.3080	4.2067	4.1947	4.1930	4.1400	3.8965	3.8750	3.7935	3.7532	3.4930	3.3870	3.3380	3.2777	2.8312	2.7527
$c_1^d_2$	2.7527	1.7238	1.5553	1.4540	1.4420	1.4403	1.3875	1.1438	1.1223	1.0408	1.0050	0.7403	0.6343	0.5853	0.5250	0.0785
$c_1^d_1$	2.8312	1.6453	1.4768	1.3755	1.3635	1.3618	1.3088	1.0653	1.0438	0.9623	0.9220	0.6618	0.5558	0.5068	0.4465	-----
$c_1^d_4$	3.2777	1.1988	1.0303	0.9290	0.9170	0.9153	0.8623	0.6188	0.5973	0.5158	0.4755	0.2153	0.1093	0.0603	-----	-----
$c_1^d_3$	3.3380	1.1385	0.9700	0.8687	0.8567	0.8550	0.8020	0.5585	0.5370	0.4555	0.4152	0.1550	0.4900	-----	-----	-----
$c_2^d_4$	3.3870	1.0895	0.9210	0.8197	0.8077	0.8060	0.7530	0.5095	0.4880	0.4065	0.3662	0.1060	-----	-----	-----	-----
$c_2^d_2$	3.4930	0.9835	0.8150	0.7137	0.7017	0.7000	0.6470	0.4035	0.3820	0.3005	0.2602	-----	-----	-----	-----	-----
$c_2^d_1$	3.7532	0.7233	0.5548	0.4535	0.4415	0.4398	0.3868	0.1433	0.1218	0.0403	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$c_3^d_4$	3.7935	0.6830	0.5145	0.4132	0.4012	0.3995	0.3465	0.1030	0.0815	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$c_2^d_3$	3.8750	0.6015	0.4330	0.3317	0.3197	0.3180	0.2650	0.0215	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$c_3^d_2$	3.8965	0.5800	0.4115	0.3102	0.2982	0.2965	0.2435	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$c_4^d_2$	4.1400	0.3365	0.1680	0.0667	0.0547	0.0530	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$c_4^d_4$	4.1930	0.2835	0.1150	0.0137	0.0017	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$c_3^d_1$	4.1947	0.2818	0.1133	0.0120	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$c_3^d_3$	4.2067	0.2698	0.1013	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$c_4^d_1$	4.3080	0.1685	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
$c_4^d_3$	4.4765	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Nota: Los valores arriba de la línea "A" son significativos para la prueba de Tukey o DMSH y superiores a 0.9584.

LINEA "A" _____

6.4 Costos de producción.

Tomando en cuenta que los costos de producción de miijo proso son los mismos para ambos experimentos, salvo en el caso de los fertilizantes, daremos en seguida una serie de costos de las labores realizadas y productos aplicados en común. Nótese que no se incluye el costo de la semilla puesto que este no está determinado debido a la inexistencia de semilla comercial.

Labor o producto aplicado.	Costo/ha
Barbecho y cruza.	\$ 5200
Rastreo (3 pasos).	\$ 6200
Surcado.	\$ 4000
Volaton 2.5% (20 Kg/ha).	\$ 11000
Fertilización (2 jornales).	\$ 1600
Siembra (2 jornales).	\$ 1600
Gesaprim 50 (1 Kg/ha).	\$ 1470
Aplicación de Gesaprim 50.	\$ 2500
Hierbamina (1 Lt/ha).	\$ 870
Aplicación de Hierbamina.	\$ 2500
Deshierbe manual (10 jornales).	\$ 8000
Cosecha (4 jornales).	\$ 3200
	<hr/>
Subtotal (K)	\$ 48140

Nota: El valor del jornal en la zona es de \$ 800.

A continuación se dará el costo de producción por tratamiento, para ello sumaremos el costo (K), equivalente a \$ 48140, más el costo de los fertilizantes.

6.4.1 Costos de producción para el experimento I.

Trats	(VF)	(VF + K)	Prod media (Ton/ha)	Costo/Ton.
n ₁ p ₁	3740	51880	3.2715	15858.17
n ₂ p ₁	5240	53380	3.5112	15202.78
n ₃ p ₁	6741	54881	3.7250	14733.15
n ₄ p ₁	8241	56381	3.8790	14534.93
n ₁ p ₂	4479	52619	3.4937	15061.11
n ₂ p ₂	5979	54119	3.8302	14129.55
n ₃ p ₂	7480	55620	4.0470	13743.51
n ₄ p ₂	8980	57120	4.4752	12763.67
n ₁ p ₃	5218	53358	3.6022	14812.61
n ₂ p ₃	6718	54858	4.0580	13518.48
n ₃ p ₃	8219	56359	4.4960	12535.36
n ₄ p ₃	9719	57859	4.5937	12595.19
n ₁ p ₄	5957	54097	3.7500	14425.86
n ₂ p ₄	7457	55597	4.0217	13824.25
n ₃ p ₄	8958	57098	4.3925	12998.97
n ₄ p ₄	10458	58598	4.5482	12883.78

Clave: (VF) = Valor del fertilizante en pesos.

(VF + K) = Costo total de producción/tratamiento en pesos.

Prod media (Ton/ha), en peso seco.

Costo/Ton, en pesos.

6.4.2 Costos de producción para el experimento II.

Para este caso, las variables son época de corte y densidad de siembra. El costo del corte (cosecha) no varió con la época, en tanto que el costo de la semilla usada, naturalmente será mayor mientras mayor sea la densidad usada.

El costo de producción general para este experimento, es equivalente al del tratamiento n_2p_2 (120-40-00) del experimento I pues se usó la misma dosis de fertilización en todo el experimento II, este costo fue de \$ 54119 al que habrá que añadirse el costo de la semilla que variará según la densidad de siembra aunque este aumento, por el momento no puede definirse.

Los costos de fertilizantes se obtuvieron de la lista oficial de precios de FERTIMEX, los de los agroquímicos del local 129, sección "F" de la Central de Abastos y los de las labores de campo por entrevistas y son válidos para el periodo Mayo-Agosto de 1985.

VII.- Conclusiones y recomendaciones.

7.1 Conclusiones y recomendaciones (experimento I).

- 1.- Las diferencias en el rendimiento de cultivos forrajeros de mijo proso, serán menores mientras menor sea la dosis de fertilización que se aplique en ellos.
- 2.- Estadísticamente la mejor dosis de fertilización para producción de forraje de mijo proso es la 200-60-00.
- 3.- Desde el punto de vista económico, la mejor dosis de fertilización para cultivos forrajeros de mijo proso es la 160-60-00.
- 4.- Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, el mijo proso demostró estar más adaptado a la zona que el mijo cola de zorra.
- 5.- Considerando los datos mostrados en el cuadro 2, podemos afirmar que el mijo proso rinde por lo menos un 25% más que el mijo cola de zorra, siempre y cuando el proso haya sido fertilizado con una dosis mínima de 80-20-00.
- 6.- El mijo proso, respecto al mijo cola de zorra, es más resistente a los vientos, de mayor altura, de periodo vegetativo más corto, cubre más terreno y cierra mejor entre líneas de cultivo.
- 7.- Son necesarios estudios posteriores en los que se evalúe el contenido nutricional del mijo proso, respecto a la dosis de fertilización para saber si existe interacción entre esos factores y así sentar las bases al posible mejoramiento.

7.2 Conclusiones y recomendaciones (experimento II).

- 1.- El rendimiento del mijo proso como forraje, está más relacionado con la época de corte que con la densidad de siembra.

- 2.- El aumento en el rendimiento de cultivos forrajeros de mijo proso, será mayor mientras más tardía sea la época de corte siempre y cuando esta se encuentre entre las evaluadas.
- 3.- Los mejores rendimientos de mijo proso se obtuvieron con una cantidad de semilla de 18 a 22 Kg/ha.
- 4.- Considerando los datos mostrados en el cuadro 2, podemos afirmar que el mijo proso rinde 14% más que el mijo cola de zorra sin importar la época de corte y densidad de siembra usadas, siempre y cuando estas se encuentren entre las evaluadas.
- 5.- En estudios posteriores, será necesario analizar el comportamiento de la época de corte con respecto a la palatabilidad del forraje y su digestibilidad, puesto que mientras más se acerca el mijo proso a la madurez, su tallo es más fibroso, seco y duro y de manera similar se comportan las hojas, no obstante que el proceso en ellas sea menos notorio.

VIII.- Anexos

Anexo. 1. Area proyectada y producción de mijo proso en los países productores más importantes en los periodos de 5 años (A = 1948 - 1952) y (B = 1967-1971).

País	Area en miles		Rendimiento en		Producción en	
	de has		(Q/ha)		miles de tons	
	A	B	A	B	A	B
U.R.S.S.	3767	3183.8	4.5	8.94	1075	2853.4
Camerún	654	538.0	5.7	7.20	371	385.6
Chad	1030	1015.8	6.4	6.84	655	693.2
Etiopía	3397	3973.0	5.1	8.30	1727	2583.0
Mali (U)	1268	1194.0	5.4	6.80	682	805.0
Niger	1058	2082.0	3.5	4.70	371	965.2
Nigeria	3240	3312.0	5.4	8.06	1760	2677.0
Senegal	782	1061.0	3.9	5.20	308	562.0
Sudán	352	654.0	5.2	5.84	181	386.0
Uganda	448	541.8	7.4	11.40	330	618.2
Alto Volta	653	763.2	3.4	4.90	221	373.0
India	16605	19954.0	3.7	4.90	6064	9796.0
Pakistán	918	760.0	3.7	4.60	342	353.4
Yemen (U)	416	372.6	17.4	13.40	724	500.00
República popu- lar de China (U)	27720	29225.2	5.0	7.00	13855	20778.8

Nota: (U) = Inespecificado, reporte de producción de sorgos y mijo en conjunto.

Fuente: K.O. Rachie, 1975.

Anexo 2. Incremento en la producción mundial de cereales en 1967-71 con respecto a 1948-52.

Cultivos	Producción mundial 1967-71 en millones de toneladas	Incremento en % con respecto a 1948-52.
Trigo	323.5	89.0
Arroz	294.7	76.0
Maíz	270.8	93.6
Cebada	135.7	128.7
Sorgo-mijo	89.5	88.9

Fuente: K.O. Rachie, 1975.

Anexo 3. Estimación de la producción mundial de todos los mijos en los periodos de 5 años 1962-1966 y 1967-1971 por regiones.

Región	Area (Millones de has)		Producción (Millones de Ton)	
	1962-1966	1967-1971	1962-1966	1967-1971
América	0.42	0.41	0.37	0.46
África	17.21	13.73	9.88	8.35
Europa sin la				
U.R.S.S.	0.05	0.04	0.06	0.04
U.R.S.S.	3.66	3.18	2.68	3.06
Asia sin la				
U.R.S.S.				
a) India	18.58	19.65	7.67	8.90
b) China	15.27	29.90	8.09	20.76
c) Resto de				
Asia	1.85	1.44	1.11	1.49
Australia	0.03	0.03	0.03	0.03

Fuente: K.O. Rachie, 1975.

Anexo 4. Principales regiones productoras de algunas diferentes especies de mijos.

Especie	Región	Porcentaje de	
		Area	Producción
	Sur de Asia (India)	46.6	38.8
	Oeste y norte de Africa	37.0	44.4
Pennisetum	Centro de Africa	6.2	8.3
Thyphoides	Este de Africa	7.5	5.2
	Total	97.3	96.7
Setaria	Este de Asia (China)	85.8	88.9
Italica	Sur de Asia	11.3	7.3
	total	97.1	96.2
Panicum	U.R.S.S.	42.1	52.9
miliaceum	Este de Africa	46.0	35.1
	total	88.1	88.0
Eleusine	Sur de Asia	63.5	61.6
coracana	Este de Africa	23.7	24.8
	total	87.2	86.4
Eragrostis t	Etiopia	100.0	100.0
Digitaria sp	Este y norte de Africa	100.0	100.0
Pspalum s	Sur de Asia	95.0	95.0

Fuente: K.O. Rachie 1975.

Anexo 5. Valores analíticos del grano de mijo cola de zorra y mijo

proso en porcentaje.

Científico	Húmedad	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Ceniza
P. miliaceum	11.3	9.45	3.80	61.1	10.70	3.55
P. miliaceum	8.9	12.75	3.35	71.2	8.95	3.80
P. miliaceum	12.0	11.10	3.70	62.9	7.70	2.60
S. italica	10.8	11.30	5.20	61.6	7.70	3.40
S. italica	11.1	11.30	5.90	60.8		3.45
S. italica	12.0	11.00	4.00	63.0	7.00	3.00

Fuente: K. O. Rachie, 1975

Anexo 6. Contenido de vitamina en mijo y otros cereales (por 100 g).

Cereal	Vit. A U.I	Tiamina mg	Riboflavina mg	Ac. Nicotínico mg	Vit. C. mg
Mijo perla	220	0.33	0.16	3.2	0
Mijo cola de zorra	54	0.50	0.08	0.7	0
Mijo proso	0	0.20	0.18	2.3	0
Mijo finger	70	0.42	0.10	1.1	0
Mijo Japonés	0	0.33	0.10	1.7	0
Mijo pequeño	0	0.30	0.09	3.2	0
Sorgo	0	0.37	0.28	1.8	0
Arroz semi cocinado	0	0.21	0.09	3.8	0
Trigo entero	108	0.45	0.12	5.0	0
Maíz seco	1502	0.42	0.10	1.4	0

Fuente: K.O Rachie, 1975.

Anexo 7. Análisis de granos descascarados de mijo proso y mijo cola de zorra.

Cultivo	Húmedad	Proteína	Grasa	Minerales	Fibra	CHOSs	Cal/100g
Cola de zorra	11.2%	12.3%	4.3%	3.3%	8.0%	60.9	331
Mijo proso	11.9%	12.5%	1.1%	1.9%	7.2%	70.4	341

Nota: CHOSs = Otros carbohidratos.

Fuente: K.O. Rachie, 1975.

Anexo 8. Resultados de un análisis químico en tres diferentes muestras de mijo cola de zorra.

Determinación	Muestras		
	1	2	3
Cenizas %	10.65	11.49	12.03
Grasas %	2.69	1.80	1.84
Proteína %	16.50	15.10	11.65
Fibra %	26.74	27.30	26.85
Hidratos de carbono %	43.42	44.31	42.64
Materia total digerible%	58.83	56.53	55.70
Proteína digerible%	14.09	12.12	13.69
Calcio (Ca) %	0.25	0.29	0.29
Fósforo (P) %	0.28	0.27	0.31
Relación nutritiva	1:3.17	1:3.66	1:3.07

Fuente: Azcarte, V.E., 1954.

Anexo 9. Análisis químico comparativo de calidad entre las harinas de heno de alfalfa y mijo cola de zorra.

Determinación	Harina de heno de alfalfa	Harina de heno de cola de zorra.
Proteína %	19.53	16.50
Fibra %	24.53	26.74
Materia total digerible	52.37	58.83
Calcio (Ca) %	1.85	0.25
Proteína digerible	16.74	14.09
Fósforo (P) %	0.26	0.28
Relación nutritiva	1:2.12	1:3.17

Fuente: Azcarte, V. E., 1954.

**Anexo 10. Composición de diferentes estados de forraje para mijo
proso y mijo cola de zorra.**

A) Análisis de materia seca en % del total incluyendo humedad residual.

Nombre

Científico	EF	MS	Y	L	CC	EN	C	Ca	P	K
------------	----	----	---	---	----	----	---	----	---	---

Setaria

italica	Heno	87.6	8.2	2.7	25.3	44.7	6.7	0.29	0.16	1.7
---------	------	------	-----	-----	------	------	-----	------	------	-----

Panicum

miliaceum	Heno	90.3	9.3	2.2	23.3	47.6	7.3			
-----------	------	------	-----	-----	------	------	-----	--	--	--

B) Análisis de materia fresca expresado en % del total incluyendo humedad.

Nombre

Científico	EF	MS	Y	L	F	EN	C	Ca	P	K
------------	----	----	---	---	---	----	---	----	---	---

Setaria

italica	GN	29.9	2.9	0.8	9.4	14.3	2.5	0.10	0.06	0.58
---------	----	------	-----	-----	-----	------	-----	------	------	------

miliaceum	PS	24.7	2.0	0.6	7.4	12.9	1.8			
-----------	----	------	-----	-----	-----	------	-----	--	--	--

Claves de cuadro:

EF, Estado del forraje.

Ca, Calcio

MS, Materia Seca.

P, Fósforo

Y, Proteína

K, potasio.

L, Lípidos.

F, fibra cruda

CC, Celulosa cruda.

GN Grano

EN, Extracto libre de nitrógeno

PS, Pastura

C, Ceniza

Fuente: K. O. Rachie 1975.

Anexo 11, Datos climatológicos proporcionados por el Servicio
 Meteorológico Nacional.

Estación Tepetzotlán, 1984.

Datos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto.
a) Temperaturas (° C)					
Máxima extrema	31.0	30.0	27.0	25.0	24.0
Mínima extrema	3.0	5.0	5.0	8.0	7.0
Media mensual	17.5	16.4	16.9	16.3	16.1
b) Lluvia (mm)					
Máxima en 24 hrs.	0.3	42.2	16.8	25.0	7.3
Media mensual	0.0	2.0	3.4	7.3	5.5.
Total mensual	0.3	61.4	102.5	227.6	171.6
c) Evaporación (mm)					
Máxima en el mes	9.1	8.1	5.2	6.7	5.6
Mínima en el mes	4.4.	1.4	1.5	1.1	0.5
Media mensual	6.6	4.5	4.2.	3.4	3.3
Total mensual	199.4	142.2	126.4	105.2	102.6
d) Número de días con:					
Lluvia de 0.1 mm ó mas	1	11	16	20	18
Lluvia inapreciable	1	0	1	0	1
Tempestad eléctrica	0	0	0	0	0
Niebla o neblina	0	1	0	5	3
Helada	0	0	0	0	0
Nevada	0	0	0	0	0
Granizo	0	0	0	0	0
Despejados	25	12	10	8	9
Medio nublados	5	12	13	12	18
Nublados	0	7	7	11	4
e) Viento dominante *					
	W ₁	W ₁	E ₁	NW ₁	NW ₁

Anexo 11, Continuación

Estación Huehueteca, 1984.

Datos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
a) Temperatura (° C)					
Máxima extrema	31.5	31.0	26.5	25.6	24.0
Mínima extrema	2.0	5.0	4.0	9.5	7.0
Media mensual	17.5	16.5	17.3	16.2	16.1
b) Lluvia (mm)					
Máxima en 24 hrs	1.0	15.0	27.3	40.0	22.0
Media mensual	0.1	1.2	3.8	7.6	2.4
Total mensual	2.6	38.0	114.7	235.1	74.7
c) Evaporación (mm)					
Máxima en el mes	13.4	11.6	13.4	87.0	7.5
Mínima en el mes	3.7	1.2	1.5	1.2	1.8
Media mensual	9.1	6.3	5.4	4.6	4.2
Total mensual	272 .5	196 .4	162 .0	143.1	131.5
d) Número de días con:					
Lluvia de 0.1 mm o más	2	9	15	19	14
Lluvia inapreciable	0	3	3	0	4
Tempestad eléctrica	0	0	0	0	0
Niebla o neblina	0	0	0	1	4
Helada	2	0	0	0	0
Nevada	0	0	0	0	0
Granizo	0	0	0	0	0
Despejados	27	17	8	6	7
Medio nublados	3	6	10	3	5
Nublados	0	8	12	22	19
e) Viento dominante	SE ₁	N ₁	NE ₁	SE ₁	SE ₁

Anexo II, Continuación.

Estación Presa las ruinas, 1984.

Datos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
a) Temperatura (°C)					
Máxima extrema	32.0	29.0	27.0	24.0	24.0
Mínima extrema	4.0	4.0	4.0	8.0	1.0
Media mensual	17.0	15.5	16.7	15.9	15.6
b) Lluvia (mm)					
Máxima en 24 hrs	0.0	18.2	18.0	26.2	33.8
Media mensual	0.0	1.1	2.4	5.7	7.3
Total mensual	0.0	33.7	72.9	176.0	227.7
c) Evaporación (mm)					
Máxima en el mes	12.1	9.8	10.7	10.5	10.7
Mínima en el mes	2.3	1.1	0.5	1.4	0.2
Media mensual	7.6	5.0	4.7	4.6	4.8
Total mensual	230.5	157.5	141.7	143.9	149.8
d) Número de días con:					
Lluvia de 0.1 mm o más	0	7	13	17	20
Lluvia inapreciable	0	8	3	4	2
Tempestad eléctrica	0	0	0	0	0
Niebla o neblina	0	0	0	0	0
Helada	0	0	0	0	0
Nevada	0	0	0	0	0
Granizo	0	0	0	0	0
Despejados	30	12	10	4	8
Medio nublados	0	16	2	8	3
Nublados	0	3	18	19	24
e) Viento Dominante	N ₀	N ₀	N ₀	N ₀	N ₀

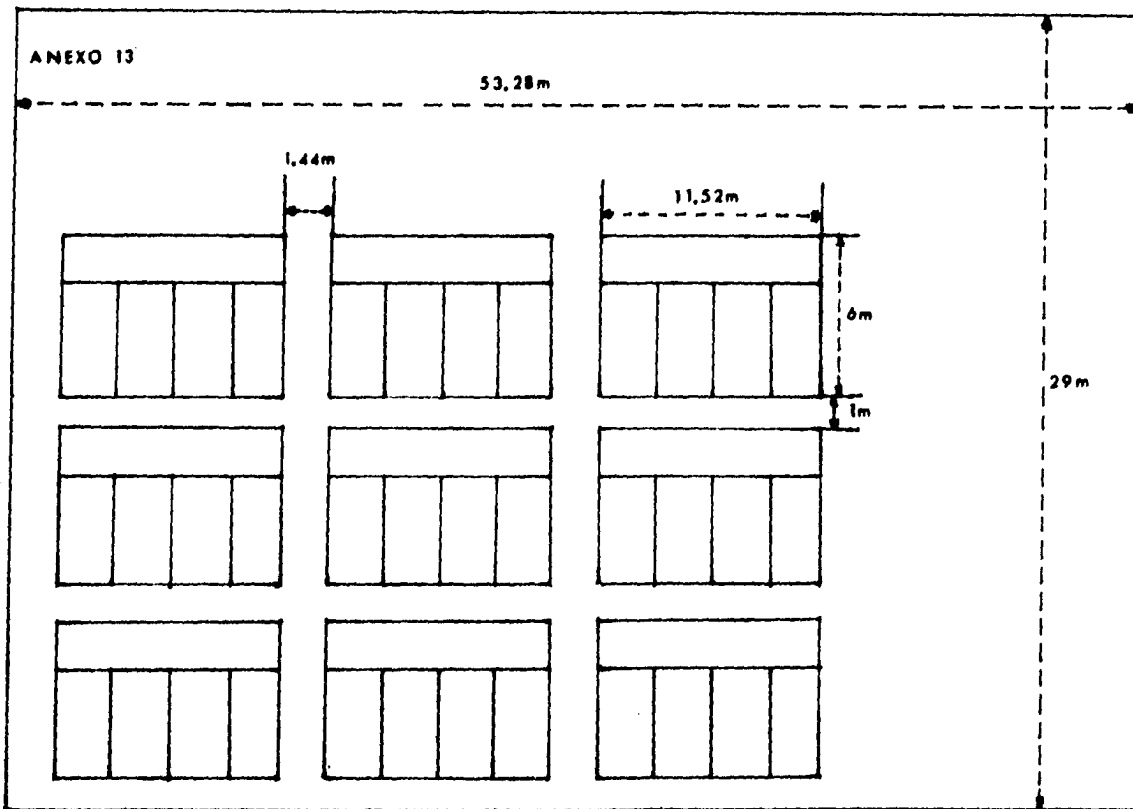
Anexo 12. Análisis fisicoquímico de los suelos del campo 4 de la

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

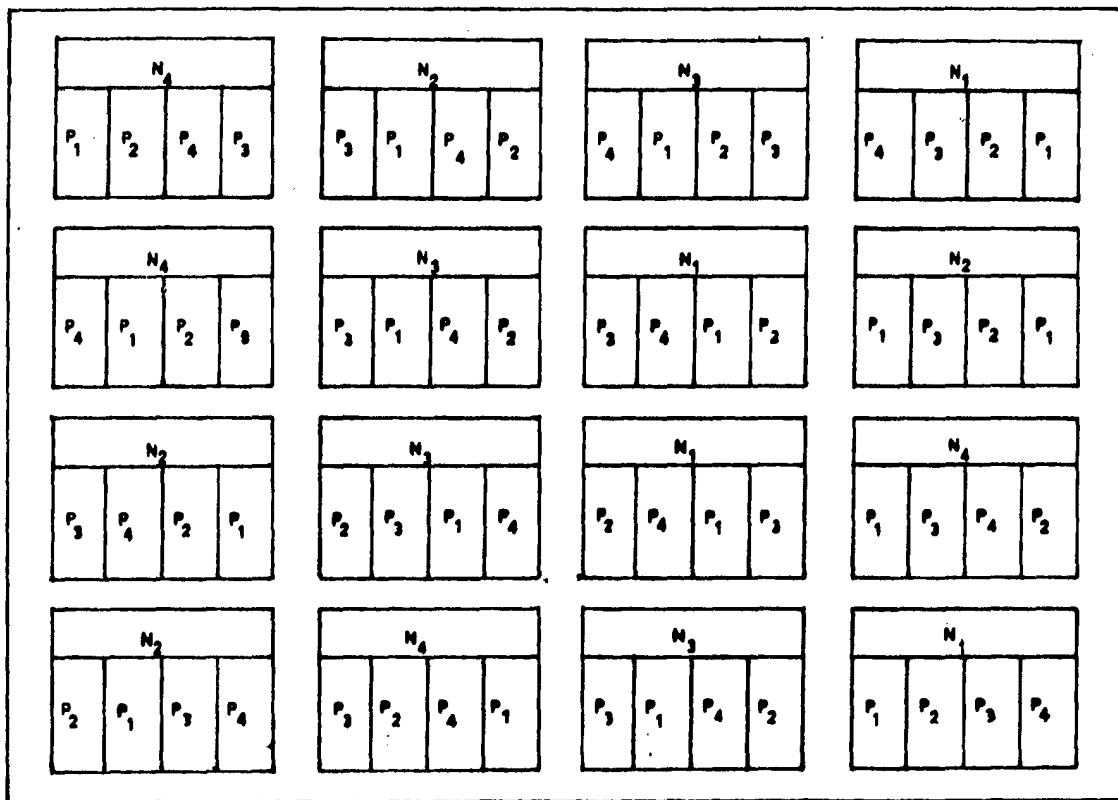
Parcela	An.			Textura	pH	Dens		M.P.
	%Arc.	%Lim.	%Are.		H ₂ O	apar.	real	
No.	%Arc.	%Lim.	%Are.		1:2.5	g/cc.	g/cc.	
1	50	26	24	Arcilla	6.4	1.04	2.35	3.40
2	66	6	28	Arcilla	6.3	1.15	2.40	2.48
3	40	24	36	Arcilla	6.5	1.14	2.44	2.11
4	44	32	24	Arcilla	6.6	1.15	2.30	3.40
5	34	42	24	Mig-Arcill	6.8	1.14	2.10	5.25
6	44	34	22	Arcilla	6.9	1.15	2.18	3.21
7	42	30	28	Arcilla	7.0	1.15	2.10	3.52
8	54	30	16	Arcilla	6.9	1.15	2.25	1.37
9	46	34	20	Arcilla	6.8	1.24	2.35	1.93
10	44	32	24	Arcilla	6.5	1.19	2.22	0.63
11	40	26	34	Mig-Arcill	6.2	1.13	2.15	2.11
13	44	34	22	Arcilla	6.5	1.24	2.50	2.85
14	30	36	34	Mig-Arcill	6.5	1.08	2.45	3.15
17	30	32	38	Mig-Arcill	6.8	1.16	2.20	3.57
18	36	34	30	Mig-Arcill	6.8	0.89	2.40	2.15
21	28	38	34	Mig-Arcill	6.5	1.05	2.10	3.04
22	30	42	28	Mig-Arcill	6.0	1.10	2.02	3.04
23	36	34	30	Mig-Arcill	6.1	1.02	1.91	3.92
25	38	36	26	Mig-Arcill	6.0	1.15	2.00	3.74
26	40	38	22	Mig-Arcill	6.6	0.99	2.20	3.57

Nota: Este análisis fue realizado en Diciembre de 1981.

Fuente: Teja (de la) A, Orlando, 1982.

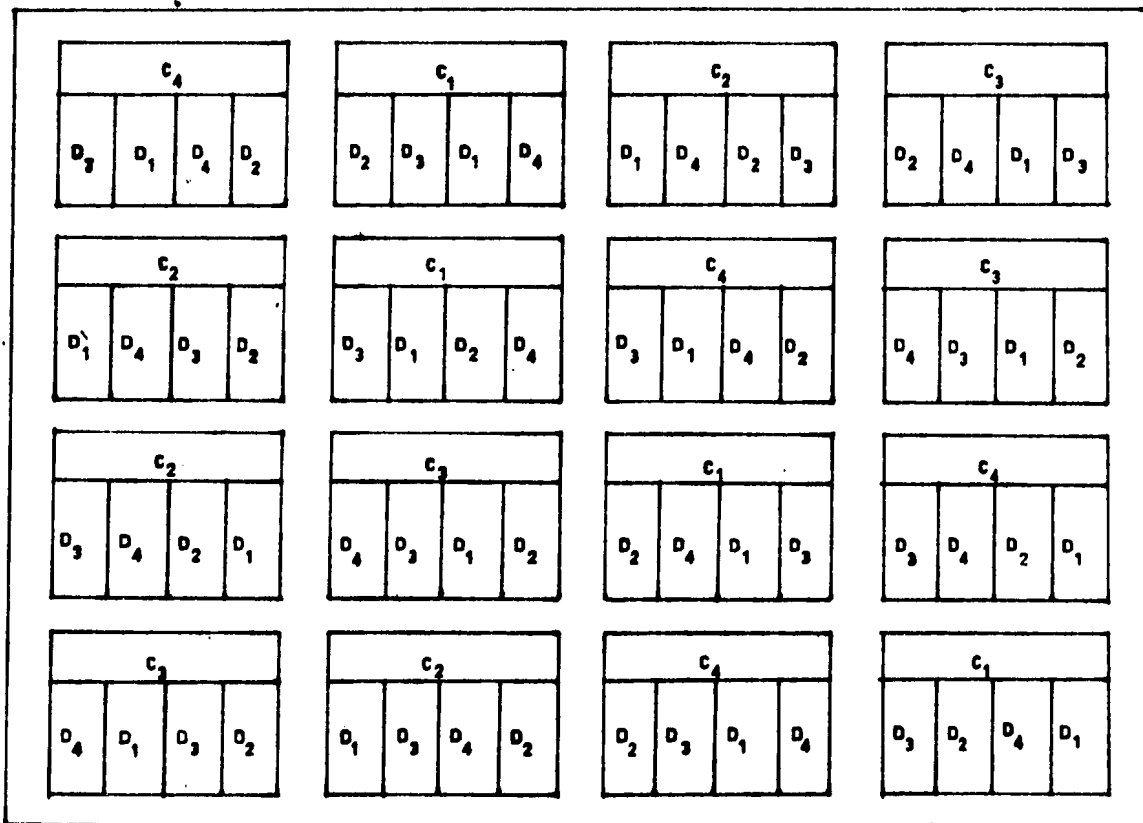


CROQUIS EN EL QUE SE INDICAN LAS DIMENSIONES
DEL TERRENO



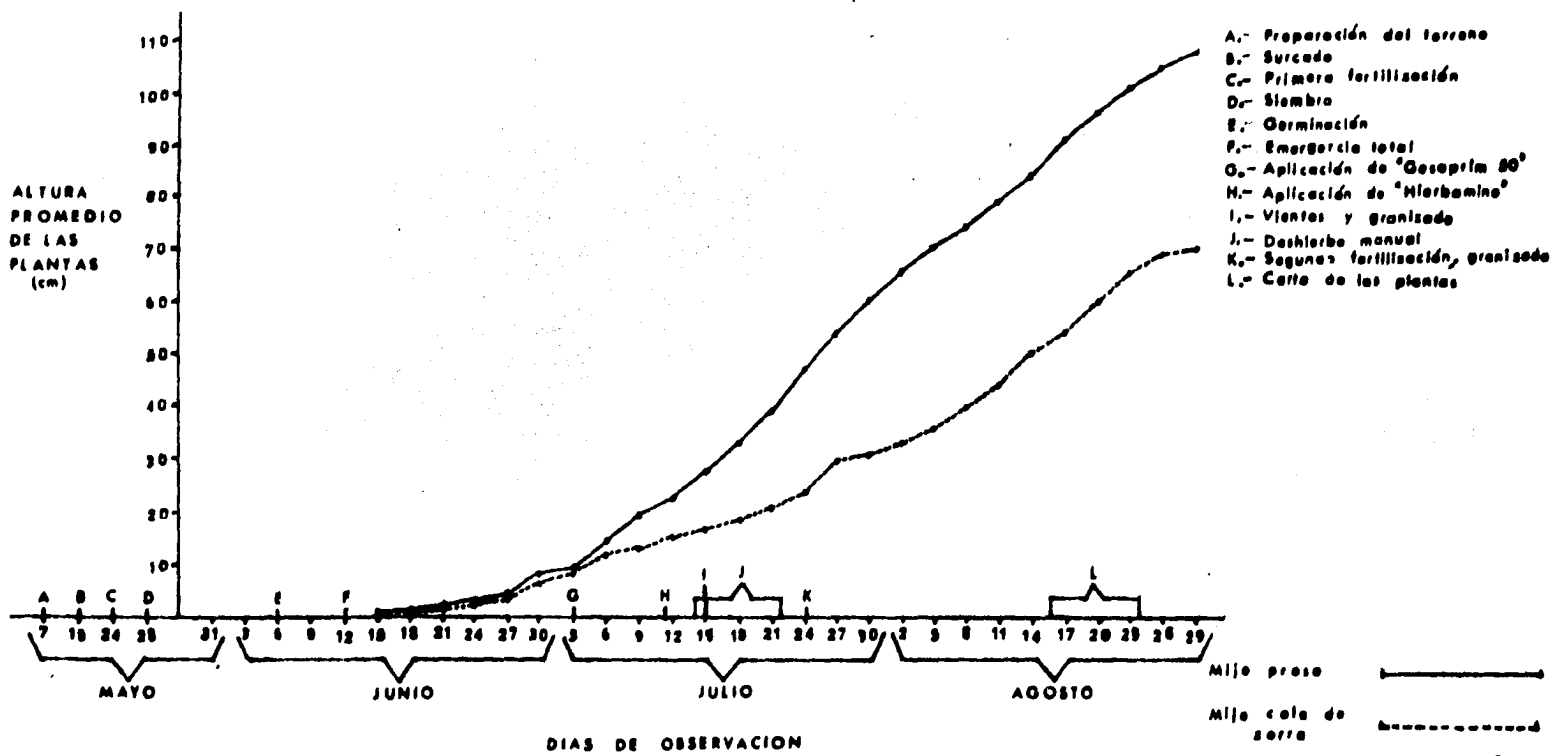
CROQUIS EN EL QUE INDICA LA DISTRIBUCION DE LOS
TRATAMIENTOS EN EL TERRENO
(EXPERIMENTO 1)

(N): NITROGENO
(P): FOSFORO



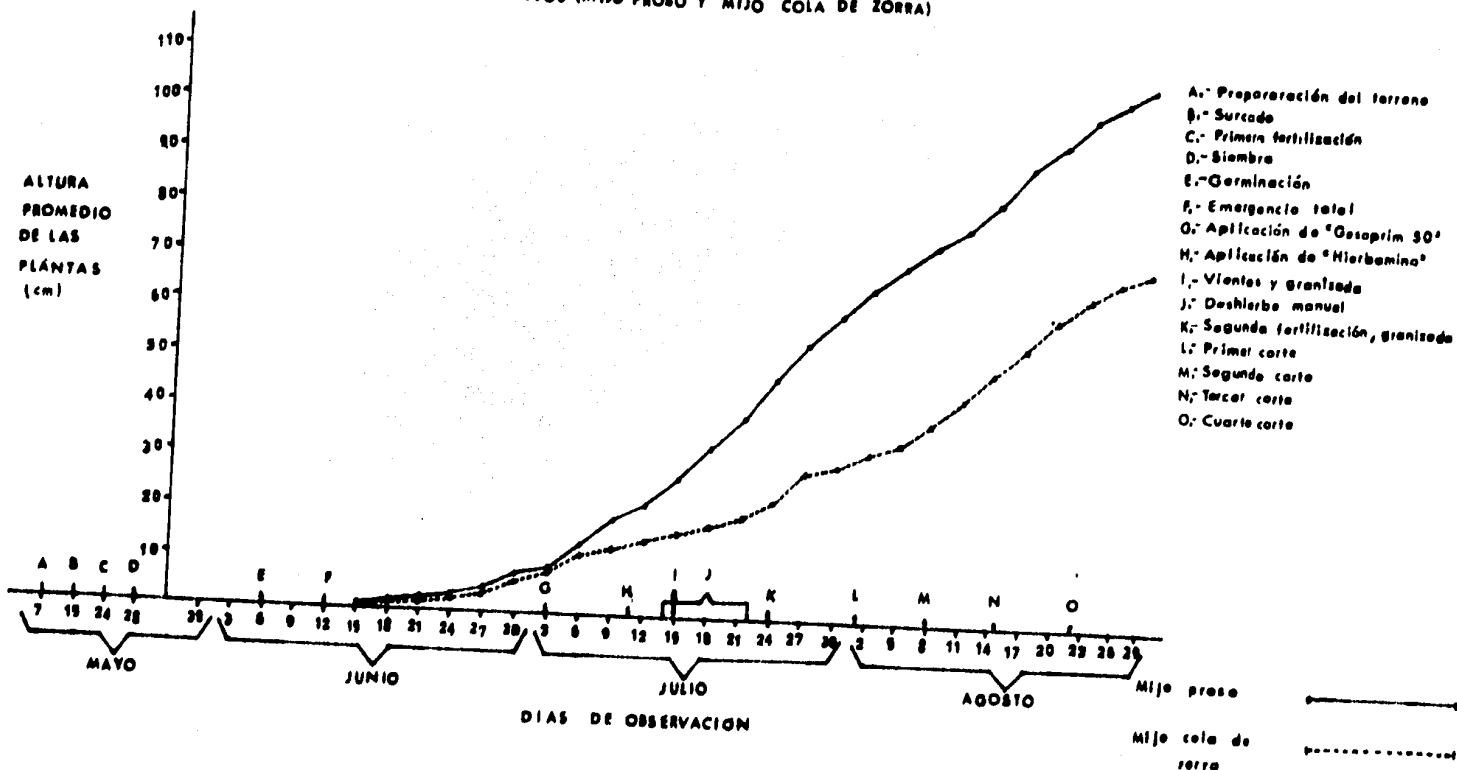
CROQUIS EN EL QUE SE INDICA LA DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL TERRENO (EXPERIMENTO II)

(C): EPOCA DE CORTE
(D): DENSIDAD DE SIEMBRA



ANEXO 17

CRONOGRAMA DE LOS CULTIVOS (MIJO PROSO Y MIJO COLA DE ZORRA)



IX Literatura citada.

- 1.- Academic Press New York, Plants consumed by man, Book "B" pp 18, U.S.A., 1975
- 2.- Arnon, I., Mill, L., Crop production in dry regions, Vol-2, pp 92, 135-137, London 1972.
- 3.- Azcarte, V.E., Observaciones químicas sobre el valor del panizzo como material forrajero, Agro (Venezuela), 9 (29) pp 17-18, 1954.
- 4.- Evans, L.T., Wardlaw, I.F., Aspectos de la fisiología comparativa del rendimiento de grano en cereales, advances in Agronomy, 28: 301-350, CSIRO, Camberra, A.C.T. Australia.
- 5.- FAO, Improvement and production of maize, sorghum and millets, Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp 17-19, 25-28, 1972.
- 6.- FAO, Production yearbook, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Vol. 32, Rome, 1978
- 7.- Hulse, H.J., Laing, E.M. Pearson, O.E., Sorghum and the millets, their composition and nutritive value, Academic Press, U.S.A., 1980
- 8.- Leonard, W.H., Martin, J.H., Cereal crops, Research agronomist, Agricultural Research Service U.S.D.A., Boltsville Maryland The Mac Millan. Co., pp 740-755, 1963.
- 9.- Litzenberger, C.S., Guide for field crops in the tropics and the subtropics, Edited by Steve A Eberhart, Iowa State University, Agricultural Research Service, U.S.A. 1974.

- 10.- Martin, J.H., Warren, L.H., Stamp. D. L., Principles of field crop production, The Mac Millan Co., Third edition, 1976
- 11.- Ortega Paczka Rafael, Reorganización del mejoramiento genético del maíz en el INIA, Memoria del primer seminario sobre Agroecosistemas de México, Chapingo Méx, 1977.
- 12.- Rachie, K.O., Report on the systematic collection of sorghums millets and maize in India. The Rockefeller Fundation, New Delhi, 1963.
- 13.- Rachie, K.O., The millets (Importance, utilization and outlook), International crops research institute for the semi arid tropics 1975.
- 14.- Reyna T, Teresa Características climático frutícolas en Cuautitlán Estado de México, Boletín del Instituto de Geografía - Vol 8, México 1978.
- 15.- Samuel, A., Matz, P.H.D., Cereal science, West port Connecticut, The Avi publishing company, pp 224-229, 1969
- 16.- Senft, D.H., Proso millet a forgotten grain, Agricultural Research Service of U.S., Vol 26 (9), pp 5, (Mar, 1978)
- 17.- Skold, L.N., Crop tolerance to suboptimal land conditions, American society of agronomy, Special publication, number 32, Crop science society of american and soil science society of american (ASA), pp 63-69 1976.
- 18.- Teja (de la) A, Orlando, Estudio de las características edáficas de los suelos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Departamento de ciencias agrícolas U.N.A.M. 1982.

19.- Wet (de), J.M.J., Oestry-Stidd, L.L., Cubero, J.I., Origins and evolution of foxtail millets (Setaria italica), Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliqueé, - 26 (1), pp 53-64, Crop eval, Lab. Dep Agron, III, Univ, Urbana, U.S.A. 1976.