

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE SIETE LINEAS DE MIJO (Setaria italica)  
PARA GRANO, BAJO 2 NIVELES DE FERTILIZACION  
NITROGENADA, EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA



Guatemala, agosto de 1990

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

D.L.  
01  
T(1238)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Anibal B. Martínez M.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez G.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Efraín Medina G.
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez Estrada
VOCAL CUARTO:	P.A. Hernán Perla González
VOCAL QUINTO:	P.A. Marco Tulio Santos
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

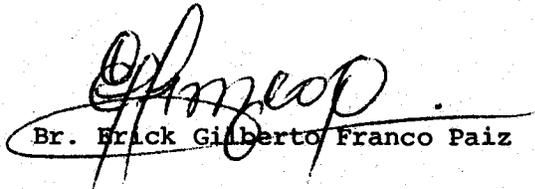
Guatemala,  
27 de agosto de 1990

Señores  
Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Presente

Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Universidad de San - Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE SIETE LINEAS DE MIJO (Setaria italica) PARA GRANO BAJO DOS NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA, EN LA ALDEA SAN JUAN ZACAPA".

Atentamente,

  
Br. Erick Gilberto Franco Paiz

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES:

Gilberto Franco Paiz  
Gloria Paiz de Franco

A MI ESPOSA:

Kotty Trabanino Miranda de Franco

A MI HIJO:

Erick Alejandro Franco Trabanino

A MIS HERMANOS:

Luis Fernando,  
Ana María,  
Roxana Nineth,  
Delmi Amarilis,  
Daniel Antonio,  
Miguel Gustavo Franco Paiz

A MIS SOBRINOS:

Luisa Fernanda y  
José Manuel

A LA FAMILIA JUAREZ PAIZ

A MIS TIAS

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

## I N D I C E

	PAGINA
I      INTRODUCCION	1
II     HIPOTESIS	2
III    OBJETIVOS	3
IV     JUSTIFICACION	4
V      REVISION DE LITERATURA	5
1. Agua	5
2. Lixiviación del nitrógeno	5
3. Volatilización del nitrógeno	6
4. Formas de aplicación	7
5. Fuentes de nitrógeno	7
La producción del mijo	9
1. Tipos de mijo, su origen y clasificación	9
2. Clasificación botánica del mijo	9
3. Descripción botánica	10
3.1 Mijo Cola de Zorra ( <u>Setaria italica</u> )	10
3.2 Mijo Proso ( <u>Panicum miliaceum</u> )	10
4. Cómo se desarrolla la planta de mijo	10
4.1 Mijo perla	10
4.2 Mijo Cola de Zorra	12
5. Prácticas culturales	12
5.1 Preparación de la tierra	12
5.2 La siembra	12
5.3 Control de malezas	12
5.4 Utilización de agua	13
5.5 Fertilización	14
5.6 Control de enfermedades	15
5.7 Control de insectos	15
5.8 Utilización	15

	PAGINA
6. Importancia económica y difusión	17
7. Características ecológicas	17
<b>VI MATERIALES Y METODOS</b>	<b>21</b>
1. Descripción del área	21
1.1 Características geográficas	21
1.1.1 Ubicación	21
1.1.2 Superficie y distribución política	21
1.2 Población	21
1.3 Características fisiológicas	21
1.4 Zona de vida	22
2. Análisis previos	26
3. Manejo de experimento	28
3.1 Preparación del terreno	28
3.2 Fertilización pre-siembra	28
3.3 Siembra	28
3.4 Descripción de variedades	28
3.4.1 IPM-1089	28
3.4.2 IPM-1093	28
3.4.3 Texas Tech # 473	29
3.4.4 Choise Yellow	29
3.4.5 Choise Blanco	29
3.4.6 IPM-996-1	29
3.4.7 Texas Tech # 465	30
3.5 Fertilización post-siembra	30
3.6 Control de malezas	30
3.7 Control de plagas	30
3.8 Factores a evaluar	30
3.9 Tratamientos	31
3.10 Diseño experimental	32
3.11 Trazo del experimento	33
3.12 Variables respuesta	33

	PAGINA
3.12.1 Rendimiento de grano en kg/ha	33
3.12.2 Altura de planta	33
3.12.3 Tamaño de panoja	34
3.12.4 Porcentaje de acame	34
3.12.5 Excursión	34
VII RESULTADOS Y DISCUSION	35
1. Rendimiento en kg/ha	35
2. Altura de planta en cm	38
3. Tamaño de panoja	41
4. Porcentaje de acame	42
5. Excursión	45
VIII CONCLUSIONES	49
IX RECOMENDACIONES	50
X BIBLIOGRAFIA	51
XI ANEXO	53

## INDICE DE CUADROS EN EL TEXTO

CUADRO No.		PAGINA
1	Composición química del grano de mijo	16
2	Composición química de la masa verde y heno del mijo	17
3	Influencia de la rotación de cultivos en el rendimiento de grano del cultivo del mijo ( <u>Setaria italica</u> ) en kg/ha	20
4	Número y superficie de fincas por tipo de explotación (año 1990) de la aldea San Juan, departamento de Zacapa	24
5	Resultados del análisis físico-químico del suelo del área en estudio	27
6	Producciones medias de grano de siete líneas de mijo bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en kg/ha	35
7	Análisis de varianza para la variable rendimiento en kg/ha de grano de siete líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada	36
8	Prueba de Tukey para el rendimiento (kg/ha) de siete líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada	37
9	Altura media de planta para las 7 líneas de mijo, bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm	38

CUADRO No.		PAGINA
10	Análisis de varianza para la variable altura de planta en cm de las 7 líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada	39
11	Prueba de Tukey para altura de planta de 7 líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada	40
12	Tamaño medio de panoja de 7 líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm	41
13	Análisis de varianza para la variable tamaño de panoja de 7 líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm	42
14	Porcentaje de acame medio de 7 líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada	43
15	Análisis de varianza para la variable porcentaje de acame de 7 líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada	44
16	Prueba de Tukey para la variable porcentaje de acame de 7 líneas de mijo bajo dos niveles de fertilización nitrogenada	45
17	Excursión media para las siete líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm	46

## CUADRO No.

## PAGINA

18	Análisis de varianza para la variable excersión de 7 líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada	47
19	Prueba de Tukey para la variable excersión de 7 líneas de mijo ( <u>Setaria italica</u> ) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm	48

## INDICE DE CUADROS DEL ANEXO

CUADRO No.		PAGINA
1	Distribución de parcelas en el campo	54
2	Cronograma de actividades	55
3	Datos primarios generados durante la ejecución del proyecto	57

## INDICE DE FIGURAS DEL ANEXO

FIGURA No.		PAGINA
1	Distribución de la precipitación en el área (Climadiagrama)	56

EVALUACION DE SIETE LINEAS DE MIJO (Setaria italica)  
 PARA GRANO, BAJO 2 NIVELES DE FERTILIZACION  
 NITROGENADA, EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA

EVALUATION OF SEVEN MILLET LINES (Setaria italica) FOR  
 GRAIN, UNDER TWO LEVELS OF NITROGENIZED FERTILIZATION  
 IN THE VILLAGE OF SAN JUAN, ZACAPA

R E S U M E N

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar la producción de grano, altura de planta, tamaño de panoja, excursión y porcentaje de acame de siete líneas de mijo (Setaria italica) para grano; que incluyeron los materiales IPM-1089, IPM-1093, IPM-996-1, Texas Tech # 473, Texas Tech # 465, Choise Yellow, Choise Blanco; sometidos a dos niveles de nitrógeno (21 y 41 kg/ha).

El experimento se concluyó en la aldea San Juan del departamento de Zacapa, zona que se caracteriza por altas temperaturas ( $28^{\circ}\text{C } \bar{X}$  anual) y por una precipitación escasa y errática (500 mm anuales concentrados en los meses de junio y septiembre), causas por las que los cultivos no completan su ciclo vegetativo en forma satisfactoria, por lo que se obtienen rendimientos bajos o negativos.

El tiempo de duración del experimento fue de agosto a noviembre de 1989, utilizándose un diseño experimental en bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas; se contó con 14 tratamientos y 4 repeticiones. El área experimental fue de 386.4 metros cuadrados, la parcela grande de  $42 \text{ m}^2$  (niveles de nitrógeno), la pequeña bruta de  $6 \text{ m}^2$  (líneas de mijo) y la pequeña neta de 4 m lineales (surco central).

A todos los tratamientos se les aplicó al momento de la siembra 22.72 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y 39 kg/ha de potasio, los niveles de nitrógeno (21 y 41 kg/ha) se aplicaron en banda al momento del aporque 20 días después de la siem

bra.

Durante el desarrollo del cultivo, se realizó un control de malezas en forma manual, cuando el cultivo estaba pequeño y la segunda en forma mecánica cuando se efectuó el aporque, además, se realizó un control de plagas, - siendo la plaga predominante el gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), - el cual para su control se aplicó Volatón granulado al 2.5% a razón de 12.8 kg/ha.

La información en base a la cual se evaluaron los resultados fue: rendimiento de grano en kg/ha, altura de planta en cm, tamaño de panoja en cm, - excursión en cm y porcentaje de acame.

Se midieron las diferentes variables dentro de la parcela útil y los - datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, el que detectó, diferencias entre niveles de nitrógeno, así como también entre líneas de mijo.

La prueba de Tukey permitió establecer que los materiales de mijo Texas Tech #465 y Texas Tech # 473 fueron superiores que el resto de los materiales en cuanto a producción de grano y altura de planta se refiere; se determinó también que las líneas Choise Yellow y Choise Blanco junto a las dos anteriores, respondieron satisfactoriamente, obteniéndose mejores resultados - en porcentaje de acame y excursión.

Con el nivel de nitrógeno de 41 kg/ha se obtuvieron los mejores resultados cuando se midió el rendimiento en kg/ha y altura de planta en cm, no existiendo significancia entre los dos niveles (21 y 41 kg/ha) al momento de medir las variables, tamaño de panoja, excursión y porcentaje de acame.

## I. INTRODUCCION

Guatemala tiene muchas zonas agrícolas que ahora son improductivas. El uso intenso de los terrenos y las condiciones climáticas en determinadas regiones han hecho esteril los suelos, como resultado, algunos de los cultivos tradicionales -maíz, frijol y otros-, ya no son rentables para el agricultor.

Los efectos colaterales de la situación provocan un desequilibrio en la vida del sector campesino. La economía doméstica, el desarrollo de los pueblos, la dieta alimenticia y otros rubros útiles para la existencia humana en el campo, se ven afectados severamente.

Por esta razón surge la necesidad de buscar nuevos cultivos, con el fin de que sean adaptables a los climas y mas productivos. Tal medida por supuesto conlleva sacar a flote la producción agrícola que ha tenido un notable descenso y hacer producir las tierras sin uso agrícola.

En ese sentido en Guatemala han comenzado a trabajar varias entidades - que promueven cultivos nuevos, entre éstas está el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), el cual impulsa una serie de cultivos nuevos, entre los cuales podemos mencionar el Mijo (Setaria italica).

En el presente estudio se evaluó dicho cultivo, consistiendo el experimento en la evaluación de 7 líneas de Mijo (Setaria italica), bajo 2 niveles de fertilización nitrogenada, llevándose a cabo en la aldea San Juan, del municipio y departamento de Zacapa.

El Mijo es una especie de pasto, cuyas semillas sirven en forma directa para alimento del hombre, las aves y los porcinos, además que se pueden utilizar en la fabricación de concentrado.

## II. HIPOTESIS

Las líneas IPM-996-1, IPM-1089, IPM-1093, Texas Tech # 465, Texas Tech # 473, Choise Yellow y Choise Blanco, tendrán diferentes comportamientos en el rendimiento, altura de planta, tamaño de panoja, excursión y el porcentaje de acame bajo dos niveles de fertilización nitrogenada.

### III. OBJETIVO

Determinar el comportamiento de las líneas IPM-1093, IPM-1089, IPM-996-1, Texas Tech # 465, Texas Tech # 473, Choise Blanco y Choise Yellow - del cultivo del mijo (Setaria italica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada.

#### IV. JUSTIFICACION

El departamento de Zacapa se caracteriza por altas temperaturas ( $28^{\circ}\text{C}$   $\bar{x}$  anual) y por una precipitación escasa y errática (500 mm anuales, concentrada en los meses de junio y septiembre), (ver Fig. 1 del anexo); causas que limitan el buen desarrollo de los cultivos y por ende una mínima producción ocasionando por tal causa un ingreso neto bajo o negativo, principalmente en el cultivo del maíz, el cual su cultivo está relegado básicamente a las siembras de temporal. La mayoría de agricultores a fin de asegurarse su alimento, siembran el maíz (Zea mays L.) asociado con el sorgo (Sorghum vulgare); si no se dá el sorgo, se dá el maíz o viceversa; una de las maneras de cómo se puede escapar al problema de la sequía es utilizando variedades precoces (menores de 3 meses), otra, que el cultivo requiera menos agua en su ciclo, el sorgo necesita menos que el maíz (250 mm para producir grano), aún con este requerimiento hay años que no da grano porque el agua que cae es menor, es por ésto que se ve con gran futuro para esta zona el cultivo del Mijo (Setaria italica), el cual posee un ciclo vegetativo corto, por lo que escapa a la sequía, lográndose dos cosechas de temporal por año, además su requerimiento de agua es de 80 mm para producir grano.

## V. REVISION DE LITERATURA

Batholomew (3), indica que un cultivo generalmente recobra solamente - el 50 a 60% del nitrógeno aplicado. El 50 ó 40% restante se pierde por lixivación o por volatización.

Entre los factores limitantes en el uso de nitrógeno se tiene:

### 1. AGUA

El grado de absorción de nitrógeno soluble del suelo por las plantas, - depende principalmente de la disponibilidad de agua en éste. El agua es tá relacionada directamente con el transporte del nitrógeno del suelo a los límites de la raíz (1).

Dos pasos están comprometidos en la absorción de nitrógeno del suelo por la planta. El primero, es el movimiento del nitrógeno del suelo hacia - las superficies de absorción de la raíz. El segundo es la entrada del - nitrógeno a la planta. En situaciones de campo, el factor más limitante para la utilización del nitrógeno por la planta es la falta de humedad - del suelo para producir transporte rápido del nutriente hacia las raíces. Cuando la humedad del suelo es adecuada, el movimiento del nitrógeno se realiza a través de los procesos de difusión y flujo de masa. Cuando - falta la humedad, el flujo de masa se interrumpe, debido a que el movimiento de agua en el suelo no ocurre (3).

Cuando las condiciones de humedad son desfavorables, el transporte de - nutrientes se detiene y la absorción de nitrógeno es igualmente restringida (7).

### 2. LIXIVIACION DEL NITROGENO

Batholomew (3), dice que el desplazamiento vertical del nitrógeno por - el agua, fuera de la zona radicular del cultivo, se denomina lixivación. Esta lixivación transporta al nitrógeno hacia las aguas subterráneas y

de drenaje. Este proceso de pérdida es probablemente la razón principal de la reducida utilización del nitrógeno por las plantas. El grado y la severidad de lixiviación vertical depende de la infiltración de agua en el suelo, de su capacidad de retención de humedad y de la capacidad de transpiración del cultivo que se encuentra en el sitio específico bajo estudio. En algunas regiones, las pérdidas de nitrógeno por lixiviación ocurren frecuentemente durante el crecimiento del cultivo. Estas pérdidas pueden ser seriamente aumentadas por la irrigación y lluvias prolongadas.

### 3. VOLATILIZACION DEL NITROGENO

Los procesos de pérdida de nitrógeno del suelo por volatilización, pueden ocurrir por volatilización de amoníaco y por denitrificación (6) Volk (18), indicó la posibilidad de que ocurriera pérdidas gaseosas de amonio, aún en suelos que son moderadamente ácidos o muy ácidos, cuando la capacidad de intercambio es baja.

La hidrólisis de la urea aumenta el pH de los suelos, en algunos casos puede llegar hasta un pH 9. El amonio se puede volatizar a pH mayores de 7. Parece ser que el factor más limitante que controla la pérdida de amonio de los suelos es su capacidad de intercambio de bases. Un aumento en el pH produce un aumento en las pérdidas (6).

El proceso de denitrificación ocurre cuando el nitrógeno del suelo se convierte en óxidos gaseosos que se pierden a la atmósfera. Los microbiólogos han considerado que la reducción del nitrógeno por procesos microbiológicos, constituye la forma más importante de pérdida de nitrógeno del suelo por volatilización. La denitrificación y otros procesos volátiles de pérdida de nitrógeno ocurren en el suelo y son responsables de la ineficiencia en la utilización de este elemento. Sin embargo, a excepción de condiciones de suelos anormales, las pérdidas por volatilización generalmente son de 5 al 15% del nitrógeno disponible en el transcurso de una estación de cultivo (3).

#### 4. FORMAS DE APLICACION

El agricultor puede controlar hasta cierto punto la eficiencia del fertilizante a través de la utilización de métodos de aplicación adecuados -- (12). La mayoría de las raíces de los cultivos se encuentran en los 20 centímetros superiores del suelo. Si durante el cultivo las condiciones de humedad son adecuadas y hay movimiento rápido del agua a través de la zona radicular, cualquiera de las formas de aplicación de nitrógeno sería adecuado. Es decir si se evita el deslave y lixiviación y las condiciones de humedad son adecuadas, la colocación no es un factor crítico que afecte el rendimiento de las plantas, siempre que los parámetros de intensidad y capacidad de población sean los adecuados para que las raíces del cultivo exploren completamente el volumen del suelo disponible.

En algunos casos se han obtenido rendimientos máximos y pérdidas mínimas de nitrógeno, cuando el fertilizante se aplica inmediatamente antes que se inicie la etapa de crecimiento acelerado de la planta, lo cual ocurre con el maíz aproximadamente al mes de emergencia ( 4, 5, 9).

Pawson (16), encontró en Africa que el nitrógeno aplicado seis semanas - después de la siembra resultaba significativamente superior al aplicado antes o al momento de la siembra. Sin embargo, es evidente que el mejor sistema dependerá de las características del suelo y del régimen de lluvias para un cultivo específico. También hay que hacer notar que la aplicación de nitrógeno no se debe retardar tanto que cause daño a la planta ción por insuficiencia de este nutriente o por el equipo y/o personal que se utilice en la fertilización.

#### 5. FUENTES DE NITROGENO

Se puede aplicar cualquier forma de nitrógeno inorgánico al Mijo, que será transformado invariablemente a nitratos a través del proceso de nitrificación. Cuando las condiciones del suelo no son favorables a la nitrifi-

ficación, las formas de fertilizantes con nitrato serán más eficientes - que las que contienen compuestos amoniacales. La eficiencia de la urea - es igual que la de otros fertilizantes, exceptuando aquellos casos donde las reacciones de la hidrólisis se detienen (humedad inadecuada, suelos - arenosos y pobres en materia orgánica y pH desfavorables), o cuando existen condiciones que favorecen la pérdida de urea por volatilización (con- diciones alcalinas, aplicaciones sobre tejido necrótico). ( 5 ).

El sulfato de amonio causa una reacción más ácida que la urea o el nitra- to de amonio al aplicarse al suelo y por lo tanto, puede ser menos efecti- vo en suelos ácidos. El sulfato de amonio puede producir mayores rendi- mientos cuando se aplica a suelos deficientes en azufre. En general, el valor por unidad de nitrógeno favorece a los materiales más concentrados, tales como la urea 46%. El sulfato de amonio tiene bajo contenido de ni- trógeno (21%), lo cual aumenta los costos de transporte por unidad de nu- trientes ( 6 ).

## LA PRODUCCION DE MIJO

### 1. TIPOS DE MIJO, SU ORIGEN Y CLASIFICACION

El mijo es importante en Asia, Africa, la Unión Soviética y los Estados Unidos de América, especialmente en zonas áridas o semi-áridas. En 1982 la producción mundial era de 29 millones de toneladas métricas en 43 millones de hectáreas, 0.67 t/ha (FAO, 1982). Los países más productores son China, India y la Unión Soviética. Aproximadamente 40% de la producción mundial de mijo consiste de mijo perla (Pennisetum glaucum), 24% de mijo cola de zorra (Setaria italica), 15% de mijo proso (Panicum miliaceum), 11% de mijo dedo (Eleusine coracana), y 10% de otras especies como mijo cabeza café (Panicum ramosum), mijo corral japonés (Echinochloa frumentaceae), mijo Koda (Paspalum scrobiculatum), Echinochloa colonum, Panicum miliare, Digitaria exilis, Digitaria iburna y Teff (Eragrostis tef.). El género Eleusine es de la tribu Chloriden; Eragrostis de la tribu Festuceae, y los otros de la tribu Paniceae. Entonces mijo es un término aplicado a varias especies de pasto, cuyas semillas son cosechadas para alimento (2).

### 2. CLASIFICACION BOTANICA DEL MIJO

Familia:	Gramineae
Sub-familia:	Panicoideae
Tribu:	Paniceae
Sección:	Penicillaria
Género:	Setaria
Especie:	<u>Italica</u>

El mijo se originó en Asia (Ferraris, 1973) y está adaptado a varias partes de Africa, Asia, la Unión Soviética y Estados Unidos.

El mijo se cultiva en áreas semi-áridas con lluvia entre 125 mm y 900 mm. Cuando se cultiva para forraje, se necesita aproximadamente 500 mm de llu

via y para grano, ésta baja como a 80 mm (11) Normalmente, se cultiva en áreas demasiado secas para maíz y sorgo. También, como es de ciclo corto se adapta mejor que el sorgo en zonas con estaciones cortas de lluvia. - El cultivo rinde bien entre 0 y 2300 msnm y crece mejor bajo temperaturas altas. Aunque el mijo crece mejor bajo buenas condiciones de clima y -- suelo, se adapta a suelos relativamente pobres y demasiado secos para otros cultivos.

### 3. DESCRIPCION BOTANICA

#### 3.1 Mijo cola de zorra (Setaria italica):

Es anual, con tallo erecto y una altura de 30 a 150 cm. La inflo-- rescencia es una panícula llevando grupos de panículas pequeñas. - Hay cerdas en la base de cada panícula pequeña. La semilla tiene - palea y lema de color crema, verde, amarillo, rojo, café o morado, después de la trilla. Las flores son 90-95% auto-polinizadas.

#### 3.2 Mijo proso (Panicum miliaceum):

El tallo es leñoso, hueco y de entre 30 a 122 cm de altura; el diá-- metro es como el de un lápiz. Tallo y hojas son con pelos. Lema y palea salen con el grano después de la trilla, pero un poco más -- sueltos que las de cola de zorra. La panícula de éste, es abierta, amplia o compacta y erecta; la autopolinización es alrededor de 60-70%.

### 4. COMO SE DESARROLLA LA PLANTA DE MIJO

#### 4.1 Mijo perla:

Las diferentes etapas se muestran en la Fig. 1. El crecimiento de materia seca, área foliar y peso de la semilla, se ven también en - la figura 1. Los tipos fotosensitivos florecen bajo días cortos.

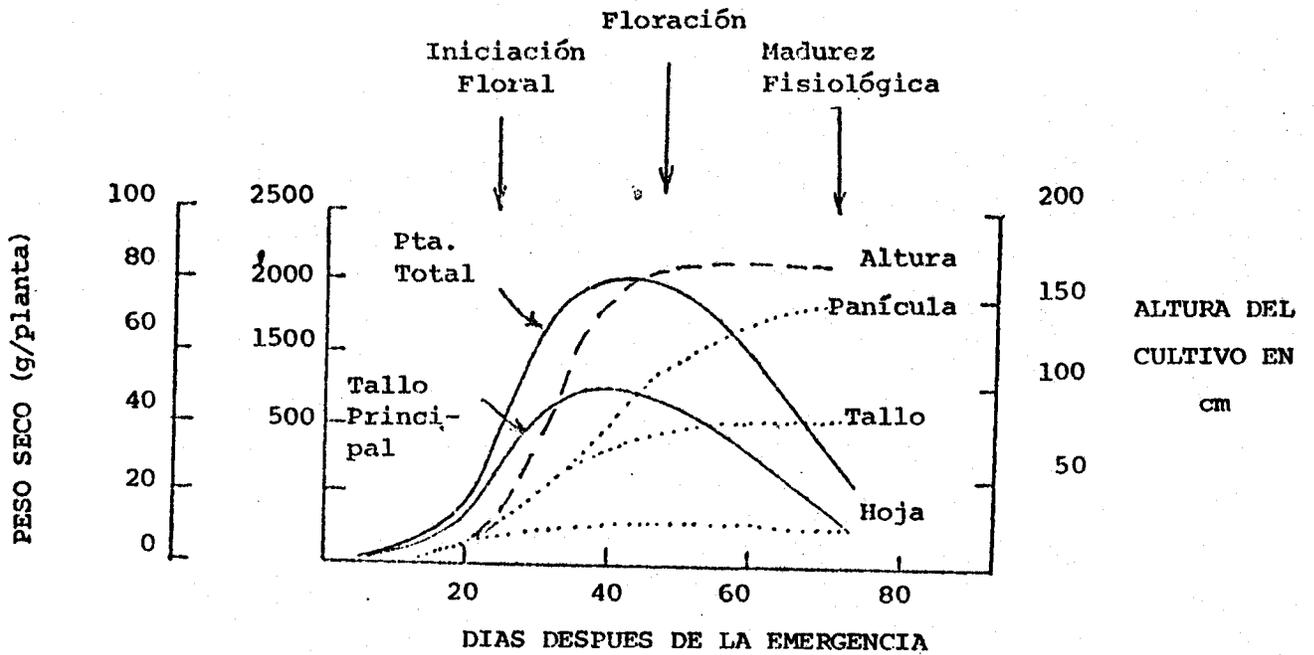


Figura 1. Comportamiento de materia seca, área foliar y altura del cultivo del mijo (*Setaria italica*)

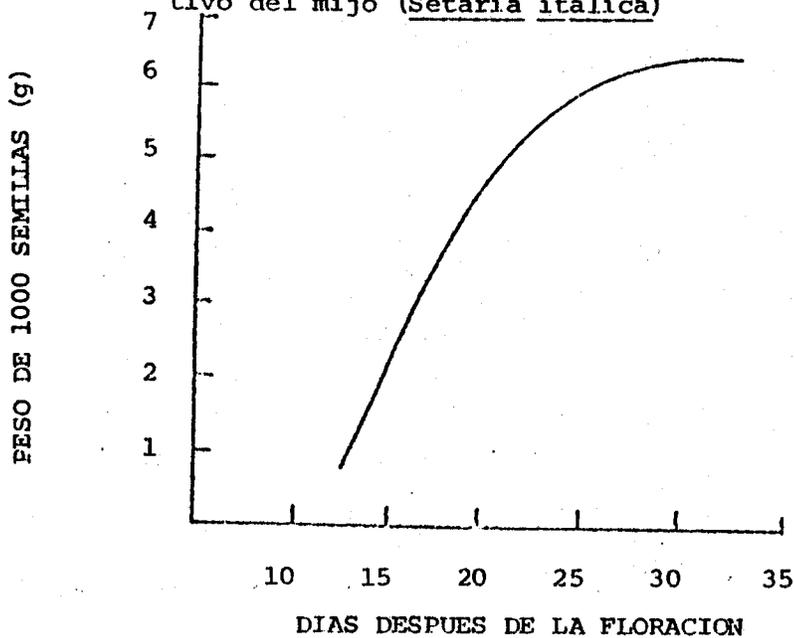


Figura 2. Comportamiento del peso de 1000 semillas (gr) a distintas etapas después de la floración del cultivo del mijo (*Setaria italica*).

#### 4.2 Mijo cola de zorra:

Llega a su madurez fisiológica alrededor de 60-70 días mientras que el mijo proso, necesita alrededor de 55 días.

### 5. PRACTICAS CULTURALES

#### 5.1 Preparación de la tierra:

La preparación de la tierra debe dejar el suelo en un estado fino, para asegurar un buen contacto entre suelo y semilla.

#### 5.2 La siembra:

Los mijos perla, cola de zorra y proso se siembran a 2-3 cm de profundidad en surcos de 60 cm, sembrando al chorro 0.2-0.3 g/m o aproximadamente 5 kg/ha (= 480,000 plantas/ha). Bajo condiciones de temporal, una población de mijo perla de 175,000 plantas/ha es óptima (FAO, 1972). Siembras al voleo y para forraje utilizan 12-20 kg semilla/ha (aproximadamente 120 semillas/g). Las siembras para la producción de semilla utilizan 4-6 kg/ha. Para los tipos altos se debe bajar la dosis a 2-3 kg/ha (190,000-290,000 plantas/ha). Cuando las plántulas tienen 10 cm de altura se pueden ralear (en ensayos) dejando un espacio de 4-5 cm entre plantas. (2).

#### 5.3 Control de malezas:

Las malezas pueden controlarse tanto en forma química, como también en forma manual o mecánica, dependiendo de la extensión del cultivo; en forma manual se hace cuando el cultivo se encuentra en estado de plántula; el control químico puede efectuarse en forma pre-emergente y en post-emergencia; el control mecánico se realiza al momento del aporque.

#### 5.4 Utilización de agua:

El mijo necesita una cantidad mínima de agua de 150 mm-250 mm durante su ciclo de vida. Normalmente, se adapta a las condiciones de temporal en las regiones con una precipitación pluvial entre 400 a 500 mm, como en las áreas de mijo en Africa y Asia (Johnson & Raymond, 1964). Johnson (1969) considera que el sorgo es más tolerante a la sequía que el mijo, aunque el mijo necesita menos agua para uso consuntivo, ya que el sorgo permanece latente sin crecer ni utilizar agua durante períodos de alto stress; el mijo no tiene esta capacidad.

El mijo necesita 174 kg agua/kg materia seca. El período crítico con respecto al uso de agua es entre 6 y 12 semanas (etapas EC<sub>2</sub> y EC<sub>3</sub>). Si hay riego disponible, se debe aplicar entre las 2 etapas críticas, las cuales son la iniciación floral y la floración. Sin embargo, normalmente este cultivo se establece bajo temporal, recomendándose que se siembre cuando la época de lluvias esté definida para evitarle deficiencias de agua en las etapas ya mencionadas. Las razones de su tolerancia a la sequía son antómicas. Tiene un exodermis bien desarrollado en el córtice de la raíz; células esclerenquimáticas bien lignificadas alrededor del tejido vascular dentro de la parte central de la raíz; el tallo tiene una gran cantidad de haces vasculares y no existe una región de médula; las vainas de las hojas y las hojas, igualmente contienen muchos haces vasculares; células motoras ocupan las dos superficies de la hoja; y, células largas y anchas de sílice se encuentran en la superficie inferior de la hoja. ( 2 ).

El mijo cola de zorra y mijo proso no tienen sistemas de raíz tan profundos y su habilidad para resistir la sequía depende casi totalmente en la evitación de períodos de sequía por tener un ciclo corto (2-2 1/2 meses hasta su madurez fisiológica).

### 5.5 Fertilización:

Generalmente, el mijo se cultiva en zonas marginales, donde el suelo es muy pobre. Se toleran niveles bajos de pH y concentraciones de sal hasta 2600 ppm (Smith y Clark, 1968). La recomendación a través de varios estudios (Ferraris, 1973) es:

Bajo temporal:                    20-60 kg N/ha en 2 aplicaciones divididas igualmente a la siembra y al aporque (20 días) + 20-40 kg  $P_2O_5$ /ha a la siembra

Bajo riego (híbridos):        80-120 kg N/ha en 2 aplicaciones divididas igualmente a la siembra y al aporque (20 días) + 50-60 kg  $P_2O_5$ /ha a la siembra.

Para la producción de forraje se pueden aumentar las dosis 25%. Si el nivel de K en el suelo es bajo se debe aplicar 20-50 kg  $K_2O$ /ha. La demanda de N, P, K, Ca y Mg es alta entre las etapas lechosa y masosa (Mehta and Shah, 1958).

El mijo perla tiene una gran habilidad para absorber nitrato ( $NO_3^-$ ) de niveles muy profundos del perfil del suelo en comparación con el sorgo y pasto Sudán.

En los subtrópicos y trópicos, el mijo prescinde, por regla general, de fertilizantes, aunque es sensible a la aplicación de elementos nutritivos. En Africa Occidental (Senegal) se comprobó una mayor sensibilidad del mijo a los fertilizantes nitrogenados y una menor al fósforo. La influencia de los fertilizantes potásicos a la productividad del mijo es mínima.

Es positiva la reacción del mijo a la aplicación de estiércol (experimentos en la India) y a la de abonos verdes (experimentos en Africa Occidental). En la India y Africa Occidental las recomendaciones para el empleo de fertilizantes en el mijo prevén el suministro de

hasta 40 kg/ha de nitrógeno y hasta 20 kg/ha de  $P_2O_5$ . Los fertilizantes nitrogenados es preferible introducirlos en dos plazos, antes de la siembra y al principio del macollamiento. Se sugiere aplicar fertilizantes potásicos solamente en suelos pobres en potasio (10-30 kg de  $K_2O$  por ha). Los abonos orgánicos para el mijo se emplean relativamente poco. En el estado Andhra-Pradesh (India) cuando el mijo se propone como primer cultivo en la rotación, entonces al suelo se aplica hasta 10 t de estiércol por ha. ( 17 ).

#### 5.6 Control de enfermedades:

Las enfermedades más importantes de los mijos son:

Helminthosporium spp., Cercospora spp., Gloeocercospora sorghi, -- Pyricularia spp., Curvularia spp., Fusarium moniliforme, Sclerospora graminicola, Claviceps fusiformis, Fusarium roseum, Sclerotium rolfsii y Rhizoctonia solani. También son importantes Ustilago cramerii (esp. en mijo cola de zorra), Phytophthora panici (esp. mijo proso), y Sphacelotheca destruens (esp. mijo proso). (13).

#### 5.7 Control de insectos:

Los insectos más importantes son gusanos (Prodenia spp.), barrenadores (Sesamia spp., Eldana spp.), cogollero (Spodoptera frugiperda), salivazo (Lemma spp.), y varios gusanos de la panícula. (13).

#### 5.8 Utilización:

En países de Asia y Africa, el uso del grano de los mijos es, principalmente, como alimento humano (una cantidad del grano y el rastrojo se utilizan para los animales). Cuando es usado como alimento humano, se cocina como arroz o se muele y se usa para hacer pan ázimo o pastas; también el grano es usado en la producción de cerveza. En países más desarrollados se usa el mijo perla como pasto, cortándolo varias veces antes de su madurez o una vez en su etapa --

lechosa/masosa.

El mijo perla rinde hasta 40 t/ha de materia seca (Martín et al, - 1976). El mijo cola de zorra es más apropiado para heno pero su contenido de una glucosidad (setariana) actúa como diurético en caballos; también, las aristas de las glumas pueden causar inflamación en los ojos del ganado. El mijo cola de zorra y el mijo proso son alimentos importantes para pájaros. También, el grano de mijo perla es usado como alimento de aves y ganadería pero su valor nutritivo es 90% o menos que el del maíz. (13).

La composición química del mijo perla, cola de zorra y proso, se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 1 . Composición química del grano de mijo (Hulse et al, 1980).

	PERLA	COLA DE ZORRA	PROSO
% Proteína	7.5-13	5.5-17	6.4-12.8
% Grasa	6.2	4.4	2.9- 4.9
% Almidón	60.7	60-65	57-71
% Fibra cruda	2.0	2.0-8.6	4.6-10.7
% Ceniza	1.8	1.5-3.0	1.4- 5.0
% total azúcar	1.2	-	-
Ca (mg/100 g)	46	34	-
P (mg/100 g)	314	310	-
Fitina P (mg/100 g)	90	-	-
Fe	8	13	-
Lisina (mg/g tot N)	220	134	113-265
Triptofano (mg/g tot N)	120	50-100	35-116
Metionina (mg/g tot N)	100	144	24
Tiamina (mg/100g)	350	-	79-149

## 6. IMPORTANCIA ECONOMICA Y DIFUSION

El mijo africano es un cultivo alimenticio importante difundido en las regiones de Africa y Sudeste asiático. La masa verde, el heno y el grano de mijo se distinguen por su alto valor nutritivo. ( 13 ).

Cuadro 2 . Composición química de la masa verde y heno del mijo.

COMPOSICION	EN % DE LA MATERIA SECA					
	MATERIA SECA (%)	PROTEINA CRUDA	GRASA CRUDA	CENIZA CRUDA	SUSTANCIAS EXTRACTIVAS LIBRES DE NITROGENO	CELULOSA CRUDA
Masa verde (floración)	15	13.7	1.7	14.9	42.2	27.5
Heno	88	4.3	0.9	9.3	41.9	43.6
Grano	89.9	16.0	4.5	2.2	76.4	8.0

FUENTE: Sorghum and millets their composition and nutritive value. Academic Press.

El grano del mijo se aprovecha para preparar papillas y después de la molienda se preparan tortas. La masa verde y el heno son buenos forrajes para los animales. El mijo es oriundo de las regiones de clima árido del Sudán y Etiopía. El mijo donde más difundido está es en los países de Africa y Asia (Chad, Malí, Niger, Nigeria, Senegal, Sudán, Alto Volta, India y Pakistán). ( 13 ).

## 7. CARACTERISTICAS ECOLOGICAS

Reacción a la temperatura: El mijo se cultiva en las regiones áridas en los trópicos y subtrópicos. Para una vegetación normal de las plantas, la temperatura óptima oscila entre 27° y 30° C. El mijo soporta mal las temperaturas inferiores a los 18-19° C: se detiene el crecimiento y el período de vegetación se alarga. (13).

Reacción a la humedad: Las plantas del mijo son muy resistentes a la sequía y soportan mal la humectación excesiva. Las raíces del mijo penetran a gran profundidad en el suelo y son capaces de extraer el agua desde la profundidad de 170-180 cm. El mijo soporta la ausencia de precipitaciones durante 15-20 días y más, incluso en las sabanas áridas tropicales. Por la resistencia a la sequía, el mijo supera al sorgo. Con precipitaciones 600-1000 mm, los sembrados de sorgo y mijo son aproximadamente iguales; con precipitaciones de 400-600 mm se siembra más mijo que sorgo y con 400 mm de precipitaciones y menos, se cultiva sólo mijo. ( 13 ).

Las plantas del mijo consumen mucha agua en la primera mitad de la vegetación y sobre todo en el período de macollamiento. El coeficiente de evapotranspiración del mijo en el período brote-macollamiento es de 1500; en el período de encañamiento, 478; en el período formación de la panícula-floración, 500; en el período de formación de la cariopsis, 300 y en el período de maduración, 130-140. La alta resistencia relativa a la sequía del mijo, permite obtener cosecha de grano con escasa cantidad de precipitaciones. No obstante, en estas condiciones el rendimiento es muy bajo (5-6 q/ha). ( 13 ).

Reacción a la luz: El mijo es una planta heliófila, de día corto y no soporta la sombra. (13).

Reacción a los tipos de suelo: Las altas cosechas de grano se recogen en los suelos con buen drenaje (en la India, en los Estados Dekan, Pandjab y Gudjerat) con 800 mm de precipitaciones anuales. El mijo se desarrolla bien en suelos ligeros arenosos y arcillosos (sobre todo con regadío) y los suelos pesados muy húmedos y con mal drenaje son desfavorables para cultivar el mijo. ( 13 ).

Peculiaridades nutritivas: La regularidad de consumo de sustancias nutritivas de las plantas de mijo asiático, es aproximadamente la misma que en otros cultivos de mijos. El consumo de nitrógeno aumenta gradualmente hasta la formación de las panículas, el consumo de fósforo, hasta la floración y el consumo de potasio, hasta el final del encañamiento. (13 ).

La intensidad de consumo de macroelementos en la primera mitad de la vegetación es más alta, que los procesos de crecimiento y acumulación de materias secas; en la segunda mitad de la vegetación la intensidad se reduce. La absorción de calcio y magnesio se debilita durante la formación de las panículas y aumenta al final de la vegetación. En comparación con el sorgo, el mijo extrae una mayor cantidad de fósforo, potasio, calcio y magnesio. El mijo es más exigente a la presencia en el suelo de sustancias nutritivas accesibles. No obstante, los suelos pobres repercuten menos sobre la cosecha del mijo, que del sorgo y por eso el mijo es el último entre los cultivos alternantes. ( 13 ).

Rotación de cultivos: El mijo se cultiva en las zonas áridas y húmedas. En Africa Occidental están difundidas las siembras tempranas, a finales de la estación seca (la recolección se realiza a mediados de la estación húmeda) y las siembras tardías, a principios de la estación de lluvias (la recolección a principios de la estación seca). En los valles de los ríos la siembra se realiza durante la estación seca, después del descenso de la crecida de agua. En la India también las épocas de siembra se diferencian en temprana (en mayo-junio), después de las lluvias monzónicas (estado Andhra-Pradesh) y más tardía (en julio) en el período de lluvias antimonzónicas (estado Rajasthan). ( 13 ).

El mijo es un monocultivo (2-3 cosechas en el mismo campo) después de los campos desmontados, pero a menudo alterna con otros cultivos (leguminosas o gramíneas). En las regiones poco pobladas de Africa el mijo frecuentemente se cultiva utilizando el sistema de baldío. Después de recoger -- tres cosechas los campos se dejan para nuevos sembrados se asimilan nuevos campos después de quemar la vegetación forestal. No obstante, en la mayoría de las regiones de Africa el primer cultivo que se siembra después del mijo es el maní o algodón y el segundo es el mijo. En la zona de la sabana de Africa Occidental, con la intensificación de la agricultura representan un interés práctico los siguientes tipos de alternancia del mijo: en las regiones muy semiáridas, en suelos pardo rojizos (cromo sales isohumíferos), sorgo-mijo-vigna-mijo-sorgo. ( 13 ).

Cuadro 3. Influencia de la rotación de cultivos en el rendimiento de grano del cultivo del mijo (Setaria italica) en kg/ha.

ROTACION DE CULTIVOS	RENDIMIENTO (kg/ha)			
	MANI	MIJO	MANI	TOTAL
Añojal después de la quema-maní-mijo-maní	963.64	413.64	759.09	2104.55
Añojal después de la aradura-maní-mijo-maní	1031.82	563.64	718.18	2318.18
Barbecho sideral-maní-mijo-maní	1122.73	477.27	659.09	2263.64

FUENTE: Crop production in dry regions. Leonard Hall.

En el Sudeste asiático (India) el mijo frecuentemente se emplea en cultivos mezclados (garbanzo, maní, pimienta), menos frecuente en sembrados puros y siempre se alterna con otros cultivos: garbanzo, pimienta, maní, algodón, tabaco, arroz y cebada. En la estación húmeda, por lo general, se cultiva el maní o el garbanzo y en la seca, el mijo (13).

En las regiones tropicales la preparación del suelo para la siembra del mijo, no se diferencia de la misma para otros cultivos. Cuando el mijo se siembra a finales de la época de lluvias en los trópicos áridos y moderadamente húmedos de Africa, la aradura poco profunda (hasta 10-15 cm) es más efectiva, porque asegura la mullición de la capa del suelo sin que ésta se pulverice (13).

En este período la labor superficial (5-8 cm) del campo y la tradicional con azadas es menos ventajosa. La labor superficial es preferible realizarla a finales de la época seca, ya que ella contribuye a conservar la humedad. Si el suelo durante la siembra está húmedo, el mijo agrícola no es indiferente a la profundidad de la aradura, pero al sembrarlo en suelo seco la cosecha incrementa al aumentar la profundidad de la cultivación hasta 8-12 cm (13).

## VI . M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

### 1. DESCRIPCION DEL AREA

#### 1.1 Características Geográficas:

##### 1.1.1 Ubicación:

El presente estudio se realizó en la aldea San Juan del municipio y departamento de Zacapa, la que se encuentra a una distancia de 12 km de la cabecera departamental en dirección sur-este a una altitud de 360 msnm, siendo sus coordenadas 14°54' 47" de latitud y longitud 89° 37' 00". Colinda al norte con la aldea San Nicolás, al sur con la aldea Plan del Morro, al este con la aldea Barranco Colorado y al oeste con la aldea - Tablones. (8).

##### 1.1.2 Superficie y distribución política:

La aldea San Juan, pertenece al municipio y departamento de Zacapa, con un área de 15 km<sup>2</sup>. (8).

#### 1.2 Población:

Según la Dirección General de Servicios de Salud a través del Centro de Salud de la comunidad, reporta que durante el último censo efectuado en el año 1989, la aldea San Juan cuenta con una población de 2,063 habitantes.

#### 1.3 Características Fisiográficas:

Fisiográficamente la aldea San Juan está dividida en dos regiones - principales:

La formada por colinas, cerros y pequeñas depresiones;

La formada por valles.

En la parte sur-este de la zona, se encuentran cerros y colinas con relieve ondulado a fuertemente ondulado, los suelos son poco profun

dos, bien drenados, expuestos continuamente a la erosión por el uso inadecuado a que se les destina. El área está cubierta en algunos sitios donde se ha permitido la regeneración natural con matorrales, abarca un área de 46.39% del área total.

En la parte norte de la aldea, se localizan los valles que se encuentran en la mayor parte bajo riego. La pendiente va de 0 a 15 %, lo cual permite el desarrollo agrícola, comprende suelos profundos y poco profundos. Comprende un área de 7 km<sup>2</sup>, que corresponde a un 53.61 % del área total (8).

#### 1.4 Zonas de Vida:

En la aldea San Juan, se identifica una zona de vida de Monte Espinoso, según De la Cruz, citado por Estrada (8). Su descripción es la siguiente:

##### Condiciones Climáticas:

En esta zona de vida, las condiciones climáticas están representadas por días claros en la mayor parte del año y una escasa precipitación anual. Generalmente cae durante los meses de junio a septiembre de 400 a 600 mm anuales.

La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 130% mayor a la cantidad de lluvia total anual.

##### Topografía y Vegetación:

Los terrenos correspondientes a esta zona de vida son de relieve plano o ligeramente accidentado.

La elevación varía entre 180 y 400 msnm. La vegetación natural está constituida mayormente por arbustos y plantas espinosas. Entre las principales especies que predominan en la zona están: Guaiacum sanctum, Pereskia spp., Jacquinia spp., Bucida macrostachys, Acacia farmesiana, Cordia alba, Lemaireocereus spp., Cephalocereus spp.

las tierras de esta zona de vida solamente pueden ser utilizadas en actividades agrícolas con riego.

Zona Bioclimática:

- Zona cálida muy seca, semi-árida con vegetación de monte espinoso sub-tropical.

Según Estrada (8), las características de esta zona bioclimática pueden definirse como el área de menor precipitación, con características de mayor sequedad y aridez, condición que la califica como zona cálida muy seca semi-árida, la cual está determinada por las siguientes condiciones:

- Precipitación:

La ocurrencia de precipitación es menor de 500 mm al año. Se establecen dos épocas muy marcadas de precipitación, la época seca y lluviosa.

La primera comprende de noviembre-abril, con escasez de días lluviosos. La época lluviosa se establece de mayo a octubre, con un número invariable de días de precipitación, que van de 4 a 10, número de días de precipitación al año 44. Esta condición del régimen de lluvias hace que la estación seca sea muy severa para lograr las condiciones ambientales del suelo y vegetación para las actividades agrícolas y pecuarias.

- Temperatura:

La temperatura promedio mayor de 24°C oscilando de 21.8 a 27°C. Entre los meses más fríos a los demás cálidos (diciembre-enero-marzo-abril).

Las temperaturas promedias anuales de máxima establecidas entre 29.1 a 19.1, mientras que las máximas y mínimas absolutas establecidas en 39.8 y 13.8°C.

La humedad relativa promedio es 65% observándose un aumento en los meses lluviosos que pueden llegar a 76%.

La EVT potencial mayor de 13,000 mm anuales que corresponden a una relación aproximada de 2 a 4 volúmenes de vapor de agua - que es capaz de evapotransportarse contra uno que cae como lluvia.

- Vegetación:

Como su nombre lo indica, está representada por la mayoría de especies de tipo espinoso. Las masas forestales han sido intervenidas en forma intensiva, algunas veces para la obtención de leña, otras para facilitar el pastoreo en las áreas en pendiente o en actividad agrícola en áreas relativamente planas.

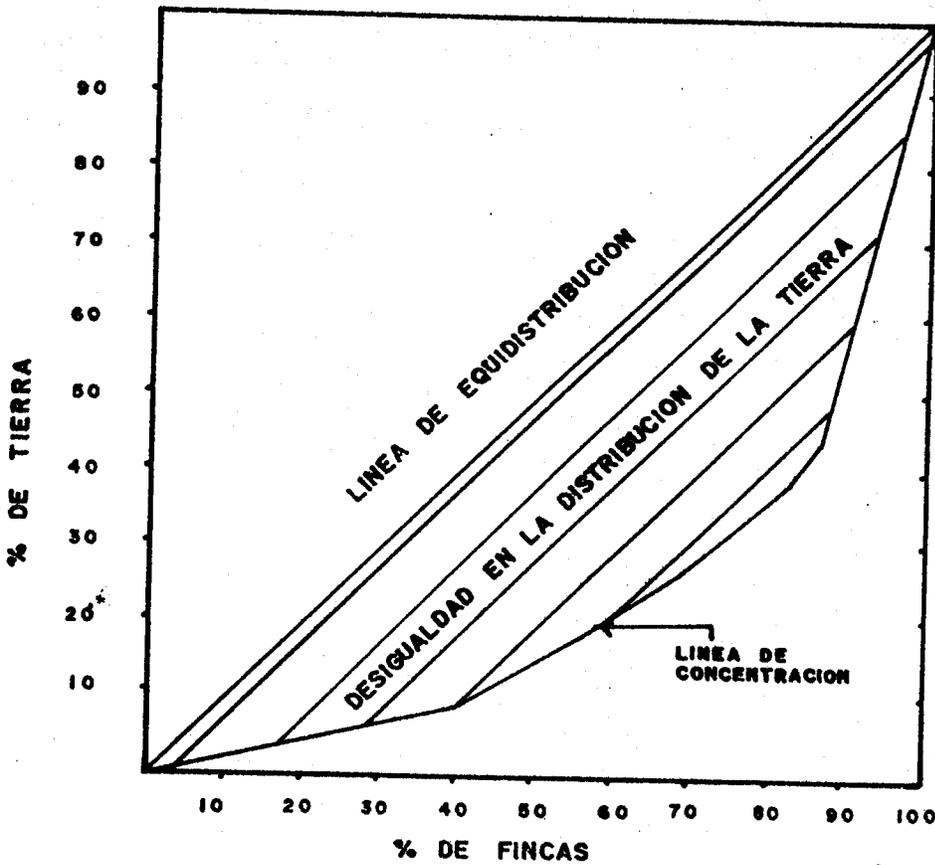
La vegetación se presenta disgregada, con mucho espacio claro que contrasta con el suelo cubierto por gramilla adaptada al suelo y al clima. La fisonomía de la vegetación en general se muestra distribuída en agrupaciones ralas con espacios claros.

Cuadro 4. Número y superficie de fincas por tipo de explotación (año -- 1990) de la aldea San Juan, departamento de Zacapa.

TIPO DE EXPLOTACION	No. DE FINCAS			SUPERFICIE (mz)		
		%	%ACUM.		%	% ACUM.
Microfincas	20	40.82	40.82	17	4.51	4.51
Sub-familiares	24	48.98	89.8	144	38.20	42.71
Familiares	2	4.08	93.88	24	6.37	49.08
Multifamiliares medianas	3	6.12	100.00	192	50.93	100.00
TOTAL	49			377		

FUENTE: Dirección General de Estadística.

En la gráfica 3 aparece la curva de distribución de la tierra, existiendo una concentración marcada de la tierra, ya que las microfincas y las fincas subfamiliares, generalmente consideradas como las componentes del minifundio, suman 44 explotaciones o sea el 89.8% - de éstas y comprenden únicamente 161 manzanas, que representan el 42.71% de la superficie.



**GRAFICA No.3** Curva de distribución y concentración de la tierra en la aldea San Juan, departamento de Zacapa.  
**FUENTE:** Dirección General de Estadística.

## 2. ANALISIS PREVIOS

### Análisis químico y Físico del Suelo:

Se tomó una muestra compuesta, representativa del área experimental, la cual fue enviada al laboratorio de Ciencia y Tecnología Agrícola del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), para determinación de P, K, Ca, Mg, Na e hidrógeno.

En el cuadro 6 aparecen los datos que muestran que el suelo tiene una baja capacidad total de intercambio (CIT), debido a su bajo contenido de arcillas, encontrándose conformada la porción de suelo en su mayor parte por arena, presentando una textura franco arenosa, en cuanto a los cationes intercambiables en el suelo y en base a los niveles críticos establecidos por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), éstos a excepción del potasio (K) y del P, los cuales se encuentran deficientes, están dentro de los niveles de adecuados.

De acuerdo con los niveles críticos establecidos por el programa de Nutrición Vegetal del ICTA para granos básicos, el valor de  $P_2O_5$  portado en el análisis, se encuentra abajo del nivel crítico que es 7, el cultivo es exigente en  $P_2O_5$ , por lo que se aplicó al suelo junto con el  $K_2O$  el cual se encuentra por debajo del nivel crítico que es igual a 100, en base a los requerimientos del cultivo y a los resultados reportados por los análisis se aplicó el  $P_2O_5$  y el  $K_2O$ .

Cuadro 5. Resultados del análisis físico-químico del suelo del área en estudio.

PROF. cm	pH	MICRO GRAMOS/ml DE SUELO				% ARCI LLA			CLASE TEXTU- RAL	% MO	CTI	Meq/100 gr					PPM				
		P	K	Ca	Mg	% LLA	% LIMO	% ARENA				Ca	Mg	Na	K	H	% SB	Fe	Cu	Mn	Zn
0-40	6.4	5.10	55	4.0	0.96	14.05	22.79	63.16	Franco Arenoso	1.81	11.23	8.10	1.62	0.16	0.43	0.92	91.81	8.1	1.2	46.5	2.2

FUENTE: Laboratorio de Suelos. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-.

### 3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### 3.1 Preparación del Terreno:

Inicialmente se efectuó una limpia, seguidamente se procedió a arar la tierra, utilizando un arado de vertedera, tirado por bueyes, luego se cruzó esta aradura con arado de madera, para luego hacer el surco definitivo, en el cual se efectuó la siembra.

#### 3.2 Fertilización Pre-siembra:

Al momento de la siembra se aplicó 39 kg/ha de potasio más 22.72 kg/ha de  $P_2O_2$ .

#### 3.3 Siembra:

La siembra se hizo utilizando semilla de las líneas: OPM-1089, IPM-1093, Texas Tech # 473, Choise Yellow, Choise Blanco, IPM-996-1, y Texas Tech #465, sembrándolas a chorro, después de germinadas las plantas se efectuó un raleo dejando un distanciamiento de 2 cm entre plantas y de 0.40 m entre surcos, con lo que se obtuvo una densidad de siembra de 750 plantas por parcela.

#### 3.4 Descripción de las Variedades:

##### 3.4.1 IPM-1089

Esta línea, la planta posee buen aspecto, con un rendimiento de 1500 kg/ha de grano y 9 ton/ha de rastrojo, es de fácil trilla, resistente al acame, su floración ocurre a los 33 días después de la siembra con una altura de planta de 0.92 m, su panoja es tipo abierta con una longitud de 20 cm, el tamaño normal del grano es de 2.5 mm (13).

##### 3.4.2 IPM-1093

Esta línea, tiene un rendimiento de 1700 kg/ha de grano y 7.5 ton/ha de rastrojo, es de buen aspecto, de fácil trilla,

resistente al acame, tamaño normal del grano igual a 3.0 mm, color café, la floración ocurre a los 33 días después de la siembra, tipo de panoja abierta con una longitud de 23 cm - con una altura de planta de 0.95 m, es resistente al acame (13).

3.4.3 Texas Tech # 473:

Las principales características de esta línea son: buen aspecto, un rendimiento de 2700 kg/ha, de grano y 6 ton/ha de rastrojo, de regular trilla, alcanza alturas de 1.40 m, su floración ocurre a los 32 días después de la siembra con un tamaño de panoja de 16 cm, es tipo Cola de Zorro, el tamaño del grano es de 2.0 mm color crema, es resistente al acame (13).

3.4.4 Choise Yellow:

De mal aspecto, fácil trilla, con un rendimiento de grano de 110 kg/ha, de rastrojo produce 3 ton/ha, es resistente al acame, alcanza alturas de 0.80 m, la floración ocurre 26 días después de la siembra, su panoja es tipo brocha, con una longitud de 15 cm, el tamaño del grano normalmente es de 3.0 mm color café (13).

3.4.5 Choise Blanco:

Planta de mal aspecto, fácil trilla, resistente al acame, la floración ocurre a los 26 días después de la siembra, su panoja es tipo abierta, con una longitud de 15 cm, alcanza alturas de 0.73 m, grano color crema con un tamaño de 3.0 mm (13).

3.4.6 IPM-996-1

Planta de buen aspecto, con un rendimiento de 2000 kg/ha de grano y 8.5 ton/ha de rastrojo, es de fácil trilla, resistente al acame, tamaño de grano igual a 3.0 mm, color café, alcanza alturas de 0.95 m, la floración ocurre 35 días después

de la siembra, panoja tipo abierta con una longitud de 23 -  
cm (13).

3.4.7 Texas Tech # 465:

Esta línea alcanza alturas de 1.44 m, la floración ocurre a los 35 días después de la siembra, el tamaño de la panoja es de 16 cm, tipo Cola de Zorra, grano color crema con un tamaño de 2.0 mm, es resistente al acame, de buen aspecto y fácil trilla, tiene un rendimiento de 2500 kg/ha de grano y 5.5 ton/ha de rastrojo (13).

3.5 Fertilización post-siembra:

En esta fertilización se aplicaron los niveles de nitrógeno a evaluar, lo cual se hizo al momento del aporque, aplicando las dosis de 21 y 41 kg/ha de nitrógeno, efectuándose 20 días después de la siembra, la fertilización (dosis) es de acuerdo a los requerimientos del cultivo, los que están dentro del rango de 20 a 60 kg/ha de nitrógeno.

3.6 Control de Malezas:

Las malezas se controlaron en forma manual y mecánica, la primera cuando el cultivo estaba pequeño y la segunda se hizo cuando se efectuó el aporque, 20 días después de la germinación, utilizando para el efecto un arado de madera tirado por bueyes.

3.7 Control de Plagas:

Se hizo dependiendo de cómo y cuándo éstas fueron apareciendo, generalmente la plaga predominante la constituyó el gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), el cual para su control se aplicó Volatón granulado al 2.5% al cogollo a razón de 9 kg/mz.

3.8 Factores a Evaluar:

Factor A (Niveles de N)

Modalidades:

$a_1$  - 21 kg/ha

$a_2$  - 41 kg/ha

Factor B (Líneas de mijo)

Modalidades:

$b_1$  - IPM-1089

$b_2$  - IPM-1093

$b_3$  - Texas Tech # 473

$b_4$  - Choise Yellow

$b_5$  - Choise Blanco

$b_6$  - IPM-996-1

$b_7$  - Texas Tech # 465

3.9 Tratamientos:

$a_1 b_{11}$  = 21 kg/ha de N IPM-1084

$a_1 b_{12}$  = 21 kg/ha de N IPM-1093

$a_1 b_{13}$  = 21 kg/ha de N Texas Tech # 473

$a_1 b_{14}$  = 21 kg/ha de N Choise Yellow

$a_1 b_{15}$  = 21 kg/ha de N Choise Blanco

$a_1 b_{16}$  = 21 kg/ha de N IPM-996-1

$a_1 b_{17}$  = 21 kg/ha de N Texas Tech # 465

$a_2 b_{21}$  = 41 kg/ha de N IPM-1089

$a_2 b_{22}$  = 41 kg/ha de N IPM-1093

$a_{23}^b$	=	41 kg/ha de N Texas Tech # 473
$a_{24}^b$	=	41 kg/ha de N Choise Yellow
$a_{25}^b$	=	41 kg/ha de N Choise Blanco
$a_{26}^b$	=	41 kg/ha de N IPM-996-1
$a_{27}^b$	=	41 kg/ha de N Texas Tech # 465

### 3.10 Diseño Experimental:

Se montó el ensayo en un arreglo de parcelas divididas en bloques al azar con cuatro repeticiones, utilizando como parcela grande los niveles de nitrógeno y como parcela pequeña las 7 líneas de mijo.

El área bruta de cada parcela grande fue de  $42 \text{ m}^2$  (8.4 x 5 m), el área de cada parcela pequeña fue de  $6 \text{ m}^2$  (1.2 x 5 m), utilizando como parcela neta el surco central de cada parcela pequeña dejando un margen de 0.5 m en cada extremo del surco, entre cada bloque se dejaron calles de 1 m de ancho para un mejor manejo del experimento.

El área bruta del ensayo fue de  $386.4 \text{ m}^2$  (16.8 c 23 m) (ver cuadro 1 del anexo).

Modelo Estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + A_j + Z_{ij} + C_k + AC_{jk} + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta de la  $ijk$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = Efecto de la media general

$B_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque

- $A_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor A
- $Z_{ij}$  = Error experimental asociado a la parcela grande
- $C_k$  = Efecto del k-ésimo nivel del factor B
- $AC_{jk}$  = Efecto debido a la interacción del j-ésimo nivel del factor A con los k-ésimos niveles del factor B
- $E_{ijk}$  = Error experimental asociado a la ijk-ésima unidad experimental
- $i$  = 1, 2...4, bloques
- $j$  = 1, 2... niveles de nitrógeno
- $k$  = 1, 2...7 líneas de mijo

### 3.11 Trazo del Experimento:

El trazo del experimento se realizó después del surqueado, luego de surqueado se procedió a la desinfección del suelo y a la primera fertilización, para después efectuar la siembra.

La segunda fertilización se hizo después de la siembra al momento del aporque (20 días después de la siembra)

### 3.12 Variables Respuesta:

Para poder evaluar el efecto de los diferentes tratamientos, se analizaron como variables respuesta:

#### 3.12.1 Rendimiento de grano en kg/ha:

El rendimiento fue determinado al momento de la cosecha, cosechando dentro de la parcela neta el total de plantas, se pesó el grano en gramos/parcela, para luego transformarlo a kilogramos/ha; se le hizo un análisis de varianza para determinar si hay o no significancia; luego se sometió a una prueba de Tukey para determinar la mejor línea de mijo y el mejor nivel de nitrógeno.

#### 3.12.2 Altura de Planta:

Se determinó tomando 10 plantas al azar dentro de la parcela

neta, midiendo desde la base del tallo hasta la panoja, luego se promediaron las alturas de las 10 plantas para así - establecer una media de altura en cm, esta media de altura se sometió a un análisis de varianza y prueba múltiple de medias, utilizando la prueba de Tukey para determinar la línea de mayor altura, y el mejor nivel de nitrógeno.

3.12.3 Tamaño de Panoja:

Esta variable se midió al momento de la cosecha, estableciendo una media en cm de 10 plantas tomadas al azar, dentro de la parcela neta, se sometió a un análisis de varianza para determinar si existe significancia entre líneas y entre niveles de nitrógeno.

3.12.4 Porcentaje de Acame:

El acame se determinó cuantificando todas las plantas caídas dentro de la parcela neta, luego se estableció un porcentaje. Los porcentajes obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y posteriormente a una prueba de Tukey para determinar la línea de mijo más susceptible al acame.

3.12.5 Excursión:

La excursión es la distancia entre la última hoja de la planta y la base de la panoja, esta distancia mientras mayor - sea, facilita la cosecha, se determinó en cm, tomando una media de 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela neta, se realizó al momento de la cosecha, o sea al mismo tiempo - que se midieron las demás variables, a las medias obtenidas se les realizó un análisis de varianza y luego una prueba de Tukey para determinar la línea con mayor excursión.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. RENDIMIENTO DE GRANO EN kg/ha

El comportamiento de las distintas líneas de mijo y su respuesta a 2 niveles de nitrógeno sobre la producción de grano, se presentan en el cuadro 6. Estas variaron de 488.125 a 1210.938 y de 749.643 a 1047.804 kg/ha para las líneas de mijo y para niveles de fertilización nitrogenada respectivamente.

Cuadro 6. Producciones medias de grano de siete líneas de mijo bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en kg/ha.

MATERIAL DE MIJO	DOSIS DE NITROGENO (kg/ha)		$\bar{x}$
	21	41	
IPM-1089	896.875	1054.375	975.625
IPM-1093	663.750	1132.500	898.125
IPM-996-1	820.000	1250.000	1035.000
Texas Tech # 473	1171.875	1250.000	1210.938
Texas Tech # 465	663.750	1484.000	1073.875
Choise Yellow	562.500	656.250	609.375
Choise Blanco	468.750	507.500	488.125
$\bar{x}$	749.643	1047.804	

En el análisis de varianza que se presenta en el cuadro 7 para el rendimiento en kg/ha en grano de mijo, se observa que existe diferencia significativa entre niveles de nitrógeno y entre las líneas de mijo.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable rendimiento en kg/ha de grano de siete líneas de mijo (Setaria italica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada.

F.V.	G.L.	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA
Niveles de nitrógeno	1	156.007	**
Líneas de mijo	6	9.851	**
Niveles de N x líneas de mijo	6	3.018	NS

Coefficiente de variación A = 9.93%

Coefficiente de variación B = 26.04%

\*\* = Significancia al 1%

NS = No significativo.

El comparador múltiple de medias, permitió establecer que los materiales Texas Tech # 473, Texas Tech # 465, IPM-996-1, IPM-1089, IPM-1093, fueron superiores al resto, mismos que fueron equivalentes entre sí (Ver cuadro 8). También se puede observar que existe diferencia significativa entre niveles de nitrógeno.

Cuadro 8. Prueba de Tukey para el rendimiento (kg/ha) de siete líneas de mijo (Setaria italica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada.

LINEA DE MIJO	MEDIA	NIVEL 0.01 DE SIGNIFICANCIA
Texas Tech # 473	1012.938	a
Texas Tech # 465	1073.875	a
IPM-996-1	1035.000	a
IPM-1089	975.625	a
IPM-1093	898.125	a
Choise Yellow	609.375	b
Choise Blanco	488.125	c

Tratamientos con la misma letra no presentaron diferencias significativas al 0.01% de significancia.

Para determinar el nivel de nitrógeno que presente mejor efecto, se procedió a determinar el comparador Tukey, el cual se comparó con la diferencia de los dos niveles.

Determinación del nivel de nitrógeno que presenta mejor efecto:

Media:

Diferencia:

$$N_1 (21\text{kg/ha}) = 749.643$$

$$N_2 (41\text{kg/ha}) = 1047.804$$

$$298.161$$

$$\text{Comparador} = 6.33 * 2.69 = 17.08$$

$$17.08 \quad 298.161$$

Entre los niveles existe diferencia estadística, siendo el nivel de 41 kg de N/ha el que presenta mejor efecto sobre el rendimiento de grano de mijo.

## 2. ALTURA DE PLANTA

El comportamiento de las distintas líneas de mijo y su respuesta a dos niveles de nitrógeno sobre la altura de planta en cm, se presentan en el cuadro 9; las medias de altura de planta variaron de 104.38 a 63.75 cm para las líneas de mijo y de 84.93 a 69.00 cm para niveles de fertilización nitrogenada.

Cuadro 9. Altura media de planta para las 7 líneas de mijo, bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm.

MATERIAL DE MIJO	DOSIS DE NITROGENO (kg/ha)		$\bar{X}$
	21 kg/ha	41 kg/ha	
IPM-1089	61.25	77.75	69.50
IPM-1093	57.50	70.00	63.75
IPM-996-1	61.25	80.00	70.63
Texas Tech # 473	87.50	88.75	88.13
Texas Tech # 465	90.00	118.75	104.38
Choise Yellow	66.25	84.25	75.25
Choise Blanco	59.25	75.00	67.13
$\bar{X}$	60.00	84.93	

En el análisis de varianza que se presenta en el cuadro 10 para altura de planta, se observa que existe diferencia significativa entre niveles de nitrógeno y líneas de mijo.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable altura de planta en cm de las 7 líneas de mijo (Setaria italica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada.

F.V.	G.L.	F CALCULADA	SIGNIFI- CANCIA
Niveles de nitrógeno	1	70.821	**
Líneas de mijo	6	10.473	**
Niveles de nitrógeno x líneas de mijo	6	0.849	NS

Coefficiente de variación (A) = 9.202%

Coefficiente de variación (B) = 16.366%

\*\* Significativo al 1%

NS No significativo.

El comparador múltiple de medias permitió establecer que entre las variedades Texas Tech # 473, Texas Tech # 465, fueron superiores en altura que el resto, mismas que fueron equivalentes entre sí, al igual que los restantes entre ellos (Ver cuadro 11).

Cuadro 11. Prueba de Tukey para altura de planta de 7 líneas de mijo (Setaria italica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada.

LINEA DE MIJO	MEDIA	NIVEL 0.01 DE SIGNIFICANCIA
Texas Tech # 473	104.375	a
Texas Tech # 465	88.125	a
Choise Yellow	75.250	b
IPM-996-1	70.625	b
IPM-1089	60.500	c
Choise Blanco	67.125	c
IPM-1093	63.750	c

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, con un nivel de 0.01% de significancia.

Para determinar el nivel de nitrógeno de mayor efecto, se utilizó el comparador Tukey, comparándolo con la diferencia de las medias de los dos niveles.

Determinación del nivel de nitrógeno de mayor efecto:

Media:

Diferencia entre medias:

$$N_1 (21 \text{ kg/ha}) = 69.000$$

$$N_2 (41 \text{ kg/ha}) = 84.929$$

$$16.929$$

$$\text{Comparador} = 6.33 * 1.79 = 11.33$$

$$11.33 \quad 16.929$$

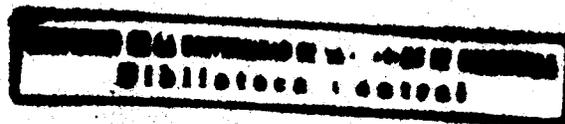
Existe diferencia estadística entre niveles de nitrógeno, siendo el nivel que presenta mayor efecto sobre la altura de planta el de 41 kg/ha de nitrógeno.

3. TAMAÑO DE PANOJA

Las diferentes líneas de mijo bajo los dos niveles de fertilización nitrogenada, se comportaron de la siguiente manera como puede observarse en el cuadro 13, la longitud de la panoja varió de 10.250 cm a 25.5 cm y de 13.286 cm a 17.929 cm para líneas de mijo y para los niveles de fertilización nitrogenada respectivamente.

Cuadro 12. Tamaño medio de panoja de siete líneas de mijo (Setaria italica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm.

MATERIAL DE MIJO	DOSIS DE NITROGENO (kg/ha)		$\bar{x}$
	21 kg/ha	41 kg/ha	
IPM-1089	14.75	12.00	13.375
IPM-1093	17.25	16.75	17.000
IPM-996-1	14.75	18.25	16.500
Texas Tech # 473	13.00	11.25	12.125
Texas Tech # 465	8.25	12.25	10.250
Choise Yellow	14.00	15.00	14.500
Choise Blanco	11.00	40.00	25.500
$\bar{x}$	13.286	17.929	



En el análisis de varianza para la variable tamaño de panoja en cm (cuadro 13), se observa que tanto las líneas de mijo como los niveles de nitrógeno no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable tamaño de panoja de siete líneas de mijo (Setaria italica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm.

F.V.	G.L.	F CALCULADA	SIGNIFI- CANCIA
Niveles de nitrógeno	1	2.755	NS
Líneas de mijo	6	0.977	NS
Niveles de nitrógeno líneas de mijo	6	1.208	NS

NS = No significativo.

#### 4. PORCENTAJE DE ACAME

El comportamiento de las diferentes líneas de mijo y su respuesta a los dos niveles de fertilización nitrogenada sobre la susceptibilidad al acame, se presentan en el cuadro 14, existió variación de 0.00% a 35.250 % y de 7.07% a 8.571% para las líneas de mijo y para los niveles de fertilización nitrogenada respectivamente.

Cuadro 14. Porcentaje de acame medio de siete líneas de mijo (*Setaria italica*) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en (%).

MATERIAL DE MIJO	DOSIS DE NITROGENO (kg/ha)		$\bar{X}$
	N <sub>1</sub> (21 kg/ha)	N <sub>2</sub> (41 kg/ha)	
IPM-1089	0.000	0.000	0.000
IPM-1093	0.000	2.500	1.250
IPM-996-1	3.750	2.500	3.125
Texas Tech # 473	0.000	0.000	0.000
Texas Tech # 465	0.000	0.000	0.000
Choise Yellow	7.750	22.500	15.125
Choise Blanco	38.000	32.500	35.250
$\bar{X}$	7.071	8.571	

El análisis de varianza para la variable porcentaje de acame se observa en el cuadro 15, que únicamente existió diferencia entre líneas de mijo y no así para los niveles de nitrógeno.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable porcentaje de acame de siete líneas de mijo (Setaria italica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada.

F.V.	G.L.	F CALCULADA	SIGNIFICAN- CIA
Niveles de nitrógeno	1	0.423	NS
Líneas de mijo	6	11.225	**
Niveles de nitrógeno * líneas de mijo	6	0.638	NS

\*\* = Significativo al 0.01%

NS = No significativo

En el cuadro 16, se presenta el comparador múltiple de medias, donde - observamos que los materiales Choise Blanco, Choise Yellow, Texas Tech # 465, Texas Tech # 473, IPM-996-1, IPM-1093, son estadísticamente iguales, comportándose mejor los tres primeros, descartándose la línea IPM-1089, la cual presenta susceptibilidad al acame.

Cuadro 16. Prueba de Tukey para la variable porcentaje de acame de 7 líneas de mijo bajo dos niveles de fertilización nitrogenada.

LINEA DE MIJO	MEDIA	NIVEL 0.01 DE SIGNIFICANCIA
IPM-1089	35.25	a
IPM-1093	15.13	b
IPM-996-1	3.13	b
Texas Tech # 473	1.25	b
Texas Tech # 465	0.00	b
Choise Yellow	0.00	b
Choise Blanco	0.00	b

Tratamientos con igual letra son iguales estadísticamente, con un nivel de significancia de 0.01.

5. EXCERSION

El comportamiento de las líneas de mijo y su respuesta a 2 niveles de fertilización nitrogenada con respecto a la variable de excersión, se observa en el cuadro 17, la excersión varió de 2.75 a 14.38 cm, para las líneas de mijo y de 7.5 a 10.25 cm para los niveles de nitrógeno.

Cuadro 17. Excursión media para las siete líneas de mijo (Setaria ita-lica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm.

MATERIAL DE MIJO	DOSIS DE NITROGENO (kg/ha)		$\bar{X}$
	N <sub>1</sub> (21 kg/ha)	N <sub>2</sub> (41 kg/ha)	
IPM-1089	5.00	5.750	5.38
IPM-1093	2.00	3.50	2.75
IPM-996-1	4.00	5.50	4.75
Texas Tech # 473	12.00	14.00	13.00
Texas Tech # 465	13.50	15.25	14.38
Choise Yellow	8.25	12.50	10.38
Choise Blanco	7.75	15.25	10.50
$\bar{X}$	7.5	10.25	

En el análisis de varianza para la variable excursión en cm, en el cuadro 18 se observa que únicamente existen diferencias significativas para las líneas de mijo, no así para los niveles de nitrógeno entre los cuales no existió diferencia estadísticamente significativa.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable excursión de siete líneas de mijo (*Setaria italica*) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada.

F.V.	G.L.	F CALCULADA	SIGNIFICANCIA
Niveles de nitrógeno	1	26.043	NS
Líneas de mijo	6	8.128	**
Niveles de nitrógeno * líneas de mijo	6	0.553	NS

\*\* = Singificativo al 0.01%

NS = No significativo.

En el comparador múltiple de medias al 0.01 de significancia, del cuadro 19 para la variable excursión en cm, se observa que las líneas Texas Tech # 473, Texas Tech # 465, Choise Yellow y Choise Clanco, son estadísticamente iguales, presentando mayores diferencias las líneas IPM-1089, IPM-1093 e IPM-996-1.

Cuadro 19. Prueba de Tukey para la variable excersión de siete líneas de mijo (Setaria italica) bajo dos niveles de fertilización nitrogenada en cm.

LINEAS DE MIJO	MEDIA	NIVEL 0.01 DE SIGNIFICANCIA
Texas Tech # 473	14.376	a
Texas Tech # 465	13.000	a
Choise Yellow	11.500	a
Choise Blanco	10.375	a
IPM-1089	5.375	b
IPM-1093	4.750	c
IPM-996-1	2.750	d

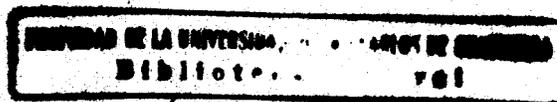
Tratamientos con letras iguales son estadísticamente iguales al 0.01 de significancia.

### VIII. CONCLUSIONES

- Estadísticamente hubo diferencia significativa al 0.01% por efecto de los niveles de nitrógeno al comparar medias el mayor rendimiento de grano y mayor altura de planta se obtuvo cuando se aplicó 41 kg/ha de nitrógeno.
  
- Las líneas Texas Tech # 465 y Texas Tech # 473, reportaron mejor rendimiento de grano y mayor altura de planta cuando se les aplicó 41 kg/ha de nitrógeno.
  
- Las variables tamaño de panoja, excersión y porcentaje de acame de las diferentes líneas de mijo, no presentaron diferencia significativa al 0.01% por efecto de los niveles de nitrógeno, existiendo significancia únicamente entre líneas.

### IX. RECOMENDACIONES

- Para obtener mejores resultados en producción de grano y altura de planta, se recomienda sembrar cualesquiera de las líneas Texas Tech # 465 y Texas Tech # 473 del cultivo del mijo (Setaria italica), utilizando 41 kg de nitrógeno/ha.
- Para obtener mejores resultados en cuanto a excersión y porcentaje de acame, se recomienda sembrar cualesquiera de las líneas Texas Tech # 465, Texas Tech # 473, Choise Yellow y Choise Blanco, utilizando 41 kg de nitrógeno/ha.



## X. BIBLIOGRAFIA

1. ARNON, E. 1972. Sorghum and millets. In Crop production in dry regions. Rodesia, Leonard Hall Publ. s.p.
2. BARBER, S.A.; OLSON, R.A. 1968. Changin patterns in fertilizer use. Madison, Wisconsin, Nelson. p. 88-163.
3. BATHOLOMEW, W.V. 1972. Soil nitrogen and organic mater. In Soils of the humid tropics. EE.UU., National Academic of Sciences. p. 63-81.
4. BOEWN, P. 1966. Maize growingin nyalasand (Malawi) II, fertilizer requeriment. Experimental Agriculture no. 2:49-60.
5. BRONFIELD, A.R. 1969. Uptake of phosphorus and other nutrients by - maize in watern Nigeria. Experimental Agriculture no. 5:91-100.
6. CARDONA MATTA, H. 1976. Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento y contenido de proteína del grano de sorgo y su interacción con la clase de suelo, en el sur-oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 62 p.
7. CHANDLER, W.L. et al. 1964. The intensive management of tropical forages in Puerto Rico. Universidad Puerto Rico. Agriculture Experimental Station. Bulletin 187. p. 66.
8. ENJI, B.A.C. 1965. The efficiency of urea as fertilizer under tropical conditions. Science Journal no. 45:298-307.
9. ESTRADA MUY, M.R. et al. 1984. Caracterización de los sistemas de producción agrícola y de los recursos naturales renovables en la subcuenca de La Qubrada San Juan, Zacapa. Estudio de Sistemas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 210 p.
10. FERRARIS, R. 1973. Pearl millets (Setaria italica). England, Commonwealth, Agriculture Bureaw. p. 246.
11. FOX, R.H. 1972. Fertilización con nitrógeno en los trópicos húmedos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. 16 p.
12. HULSE, J.H.; LAING, E.M.; PEARSON, O.E. 1980. Sorghum and the millets their composition and nutritive value. Pakistan, Academic Press. 56 p.

13. JOHNSON, R.M.; RAYMOND, W.D. 1964. The chemical composition of some - tropical food plants: 1 Finger and bulrush millets. Trop. Sci. 6: 6-11.
14. MEHTA, B.V.; SHAH, C.C. 1958. Accumulation and movement of mineral- sin "bajri" (Setaria italica). J. Agr. Sci. 28:583-95
15. PAWSON, E. 1957. The composition and fertility of maize soils in -- northern Rhodesia. Journal of Experimental Agriculture no. 25:79-94.
16. SMITH, D.T.; CLARK, N.A. 1968. Effect of soil nutrients and pH on ni- trate nitrogen and growth of pearl millet and sudangrass. Agrono- my Journal 60:38-40.
17. VOLK, G.M. 1966. Efficiency of fertilizer urea as afected by method - of application, soil moisture, and time. Agronomy Journal no. 58: 249-52.

Vo. Bo.

*Petrucci*



**XI ANEXO**

CUADRO No. I

DISTRIBUCION DE PARCELAS EN EL CAMPO

I	II	III	IV
414 = IPM-1089	301 = IPM-1093	214 = Texas Tech 465	101 = IPM-1089
413 = IPM-1093	302 = Choise Blanco	213 = Choise Blanco	102 = Texas Tech 465
412 = Texas Tech 473	303 = Texas Tech 465	212 = Choise Yellow	103 = Choise Blanco
411 = Choise Yellow	304 = IPM-1089	211 = IPM-996 I	104 = IPM-1093
410 = Texas Tech 473	305 = Texas Tech 473	210 = IPM-1089	105 = IPM-996 I
409 = IPM-996-I	306 = Choise Yellow	209 = Texas Tech 473	106 = Texas Tech 473
408 = Choise Blanco	307 = IPM-996-I	208 = IPM-1093	107 = Choise Yellow
407 = Texas Tech 465	308 = Texas Tech 465	207 = Texas Tech 473	108 = Texas Tech 473
406 = IPM-996-I	309 = IPM-1089	206 = Choise Yellow	109 = IPM-1089
405 = Choise Yellow	310 = Texas Tech 473	205 = IPM-996-I	110 = IPM-1093
404 = Texas Tech 473	311 = Choise Blanco	204 = IPM-1093	111 = Texas Tech 465
403 = IPM-1089	312 = IPM-1093	203 = IPM-1089	112 = Choise Blanco
402 = Choise Blanco	313 = IPM-996-I	202 = Choise Blanco	113 = Texas Tech 473
401 = IPM-1093	314 = Choise Yellow	201 = Texas Tech 465	114 = Choise Yellow

- 54 -

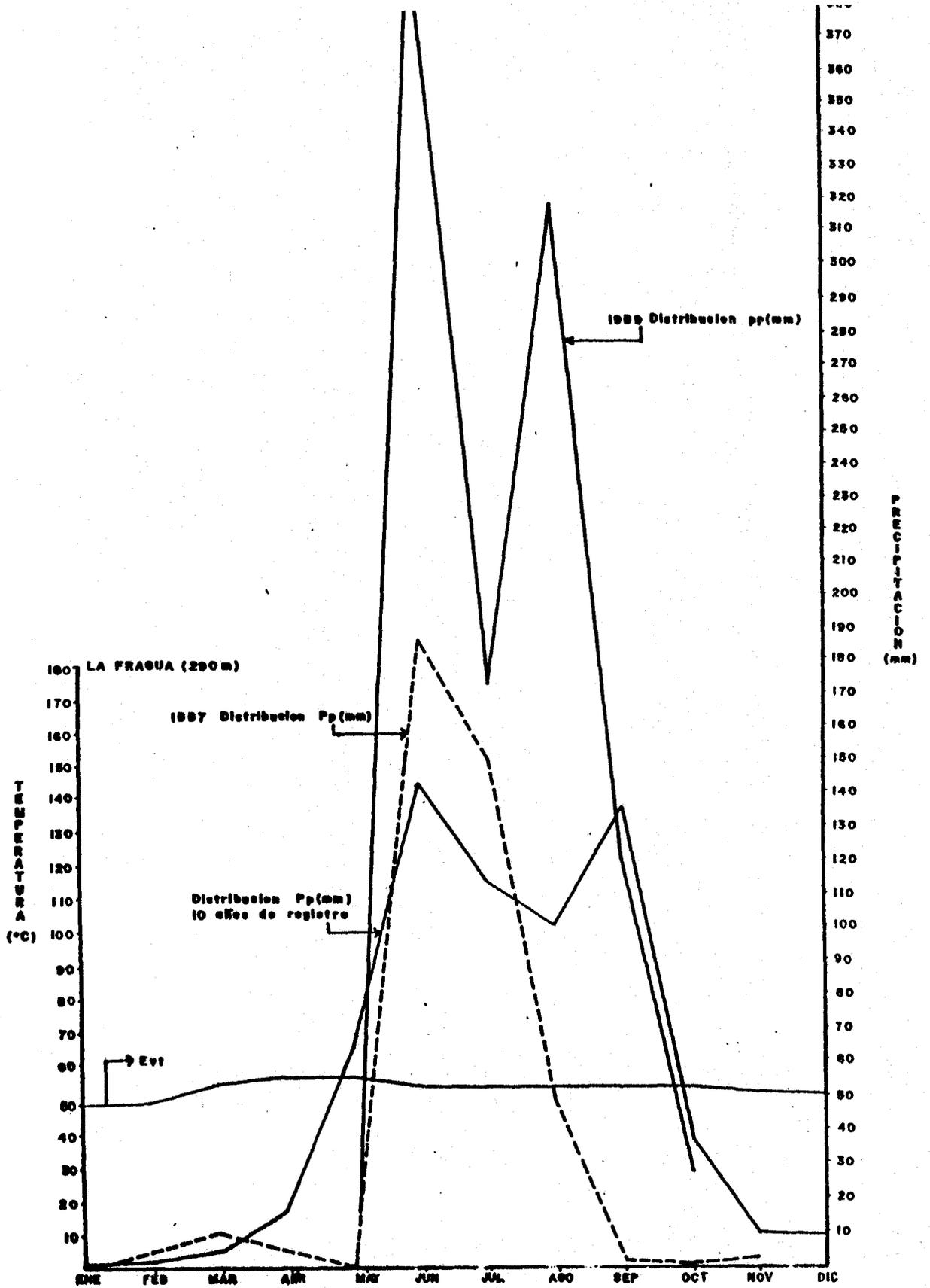
PARCELA GRANDE  
N<sub>1</sub> = 21 Kg/ha

PARCELA PEQUEÑA  
N<sub>2</sub> = 41 Kg/ha



**CUADRO No. 2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

ACTIVIDADES A REALIZAR	TIEMPO DE TRABAJO EN MESES (1989)			
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Preparacion del terreno	XXX			
1a. fertilizacion y siembra		XXX		
2da. limpia y aplicacion de niveles de N.			XXX	
Cosecha				XXX



**FIGURA No. 1 DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION EN EL AREA (Climodiagrama)**

Cuadro 3. Datos primarios generados durante la ejecución del proyecto.

NIVELES/LINEAS		21 kg de N/ha								41 kg de N/ha					
VARIABLE	REP.	IPM 1089	IPM 1093	IPM 996-1	TEXAS TECH # 473	TEXAS TECH # 465	CHOISE YELLOW	CHOISE BLANCO	IPM 1989	IPM 1093	IPM 996-1	TEXAS TECH # 473	TEXAS TECH # 465	CHOISE YELLOW	CHOISE BLANCO
Altura de	I	50	60	60	75	75	65	60	88	70	75	65	125	60	80
Planta	II	70	50	55	110	85	70	55	80	70	80	110	120	97	70
(cm)	III	65	65	70	95	95	55	50	78	70	85	110	120	90	80
	IV	70	55	60	70	80	75	72	65	70	80	80	110	90	70
Tamaño de	I	15	14	15	9	8	16	13	22	18	14	7	12	13	15
Panoja	II	17	18	15	11	11	16	11	20	18	19	13	10	18	16
(cm)	III	14	19	16	12	7	13	13	23	18	17	13	12	12	14
	IV	13	18	13	20	7	11	14	15	17	20	12	15	17	15
Excursión	I	3	2	3	13	13	7	1	4	3	1	9	11	7	26
(cm)	II	3	2	4	16	14	9	8	4	1	4	17	14	16	14
	III	3	3	5	16	15	5	5	4	7	5	18	16	15	10
	IV	11	1	4	3	12	12	17	2	3	12	12	11	14	11
Porcentaje	I	0	0	15	0	0	0	0	0	10	10	0	0	5	60
de Acame	II	0	0	0	0	0	25	15	0	0	0	0	0	10	30
	III	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	30	40
	IV	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	30	0
Rendimiento	I	125	75	175	125	100	50	75	150	150	150	150	300	75	75
en gr/par-	II	175	125	100	275	100	100	75	175	225	175	200	225	120	100
cela	III	150	125	150	200	175	100	50	200	150	250	250	275	125	100
	IV	125	100	100	150	50	110	100	150	200	225	200	150	100	50

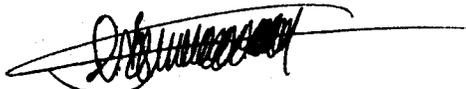


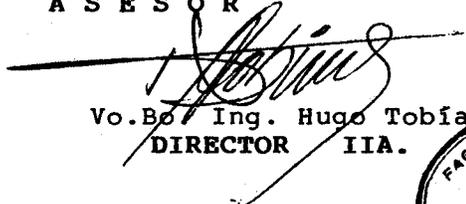
**LA TESIS TITULADA:** EVALUACION DE SIETE LINEAS DE MIJO (Setaria italica) PARA GRANO, BAJO DOS NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA EN LA ALDEA SAN JUAN, ZACAPA.

**DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:** ERICK GILBERTO FRANCO PAIZ.  
**CARNET No.** 83-13481.

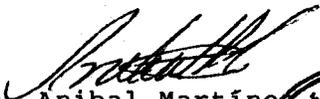
Ha sido evaluada por los profesionales: Ing.Agr. Marco T. Aceituno, Ing.Agr. Efraín Medina, Ing. Agr. José Chonay y el Lic. Carlos Quezada.

El Asesor y Autoridades de la Facultad de Agronomía hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

  
Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez O.  
A S E S O R

  
Vo.Bo Ing. Hugo Tobías  
DIRECTOR IIA.

I M P R I M A S E :

  
Ing. Agr. Anibal Martínez  
DECANO



HT/dydea