

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



**"EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION Y DE LA FERTILIZACION
NITROGENADA SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y CALIDAD DEL
FORRAJE DE MIJO PERLA (Pennisetum americanum (L.) Leeke)
y SORGO (Sorghum vulgare Pers.) (CICLO OTONO 1988, RIEGO)".**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

GONZALO GARCIA GONZALEZ

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1991

T

SB191

.M5

G3

C.1



1080061898

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DE LA DENSIDAD DE POBLACION Y DE LA FERTILIZACION
NITROGENADA SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y CALIDAD DEL
FORRAJE DE MIJO PERLA (Pennisetum americanum (L.) Leeke)
y SORGO (Sorghum vulgare Pers.) (CICLO OTOÑO 1988, RIEGO)".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

GONZALO GARCIA GONZALEZ

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1991

10706^e

T
SB191
M5
93



Biblioteca Central
Maena Solidaridad
F. Tesis

BUREAU RANG I

UA
FON
TESIS LICENCIATURA

F
1991
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

TESIS

"Efecto de la densidad de población y de la fertilización nitrogenada sobre el comportamiento y calidad del forraje de mijo perla (Pennisetum americanum (L.) Leeke) y sorgo (Sorghum vulgare Pers.) (ciclo otoño 1988, riego)".

TESIS QUE PRESENTA, GONZALO GARCIA GONZALEZ, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

COMISION REVISORA



DR. C. ULRICO LOPEZ DOMINGUEZ

DEDICATORIA

A DIOS NUESTRO SEÑOR.

Gracias por darme la vida a través
de mis padres e indicarme el buen
camino que me ha permitido alcanzar
una meta más para el logro de mi
formación humana.

A MIS PADRES.

Sr. Gonzalo García Lopategui
Sra. Irma González de García

Gracias por haberme guiado por el camino
de la vida, dándome sus consejos, su amor
y su comprensión, ya que sin ésto jamás
habría llegado hasta este momento tan
anhelado.

A MIS HERMANOS.

Irma Leticia
Imelda Laura
Sergio Federico
Roberto Carlos

Por el cariño que nos une.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León todas las facilidades técnicas y económicas recibidas a través del proyecto "Gramíneas y Arbustivas de Temporal" para poder realizar éste experimento. De igual manera a la Secretaría de Educación Pública que aportó los fondos (Convenio No. 88 - 08 - 0128 - 503 - 04) para la realización de los análisis de calidad nutritiva del forraje.

Asimismo, a la Q.B.P. Luz Ma. Murillo, al Ing. Francisco Uresti, y al Ing. MSc. Felipe de Jesús Cárdenas (Responsable del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía, de la U.A.N.L.), quienes me brindaron su apoyo y orientación en la realización de los análisis bromatológicos.

A los Ingenieros Antonio Durón A., y Cristo Rey Alvarado, quienes bajo la dirección de mi asesor participaron activa y desinteresadamente para ver terminada esta investigación.

Agradezco a mi asesor Dr. C. Ulrico López Domínguez, su asesoría y apoyo para poder lograr una de las metas más importantes de mi vida.

A mis maestros, que me brindaron su amistad y sus enseñanzas.

A mis compañeros y a todas las personas que de alguna forma directa o indirectamente contribuyeron en la realización del presente trabajo.

A TODOS ELLOS, MI SINCERO AGRADECIMIENTO.

I N D I C E

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Taxonomía del mijo perla	3
2.2. Prácticas culturales	3
2.2.1. Preparación del terreno	3
2.2.2. Epoca de siembra	3
2.2.3. Densidad de siembra	4
2.2.4. Fertilización nitrogenada	6
2.2.5. El riego	8
2.3. Aspectos generales de los cultivares de mijo perla	8
2.3.1. Componentes del rendimiento del mijo perla	8
2.3.2. Rendimiento forrajero del mijo perla	9
2.3.3. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la calidad nutritiva del forraje	10
2.3.4. Valor nutritivo del forraje irrigado	11
3. MATERIALES Y METODOS	13
3.1. Ubicación y características ambientales del experimento	13
3.2. Materiales	14
3.3. Descripción del experimento	14
3.3.1. Variables agronómicas medidas	17
3.3.2. Análisis para evaluar la calidad nutritiva del forraje	17
3.3.3. Diseño experimental	17

	Página
4. RESULTADOS	21
4.1. Densidad de siembra	21
4.1.1. Variables agronómicas	21
4.1.2. Variables nutricionales	26
4.2. Fertilización con nitrógeno	27
4.2.1. Variables agronómicas	27
4.2.2. Variables nutricionales	27
4.3. Genotipos	27
4.3.1. Variables agronómicas	27
4.3.2. Variables nutricionales	35
4.4. Asociación entre las variables	41
4.4.1. Complejo poblacional	41
4.4.2. Tifleaf	44
4.4.3. 3-Mil-x	47
4.4.4. Sorgo forrajero cv. Beefbuilder ..	51
5. DISCUSION	55
6. CONCLUSIONES	62
7. RESUMEN	64
8. BIBLIOGRAFIA	66

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Datos de precipitación y temperatura durante los meses de Julio a Octubre de 1988 en Marín, N.L., obtenidos de la Estación Meteorológica de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.	14
2	Análisis y métodos utilizados en el laboratorio	18
3	Descripción de los tratamientos	19
4	Resultados obtenidos de los tratamientos para las variables agronómicas medidas en el campo. Ciclo Otoño 1988, bajo condiciones de riego.	22
5	Resultados obtenidos de los tratamientos para las variables nutricionales. Ciclo Otoño 1988, bajo condiciones de riego	23
6	Efecto de los tratamientos (densidades de población, niveles de fertilización y genotipos) en las variables agronómicas y nutricionales	24
7	Cuadrados medios y significancia de los tratamientos en el estudio del comportamiento de tres genotipos de mijo perla y uno de sorgo forrajero, sembrados a tres densidades de población y dos niveles de fertilización, bajo condiciones de riego. Ciclo Otoño 1988.	25

8	Comparación de medias para la variable altura del tallo principal, realizada mediante el método Duncan.	29
9	Comparación de medias para la variable diámetro del tallo principal, realizada mediante el método Duncan	30
10	Comparación de medias para la variable número de hojas del tallo principal, realizada mediante el método Duncan	32
11	Comparación de medias para la variable número de hijuelos, realizada mediante el método Duncan	33
12	Comparación de medias para la variable número de entrenudos, realizada mediante el método Duncan	34
13	Comparación de medias para la variable tasa hoja/tallo, realizada mediante el método Duncan	36
14	Comparación de medias para la variable rendimiento de MV/ha, realizada mediante el método Duncan	37
15	Comparación de medias para la variable rendimiento de MS/ha, realizada mediante el método Duncan	38
16	Asociación entre variables del cultivar Complejo poblacional	42

Tabla		Página
17	Asociación entre variables del cultivar Tifleaf	45
18	Asociación entre variables del cultivar 3-Mil-x	48
19	Asociación entre variables del cultivar Sorgo forrajero cv. Beefbuilder	52
20	Componentes del rendimiento para materia verde	54
21	Componentes del rendimiento para materia seca	54

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución espacial de los tratamientos en el campo. Poblaciones (100, 175 y 250,000 plantas/ha); Fertilización (0 y 100 Kg N/ha); Genotipos (1. Complejo Poblacional, 2. Tifleaf; 3. 3-Mil-x; 4. Sorgo cv. Beefbuilder); Sistema de cultivo (Riego), Epoca de siembra (Otoño 1988).	16
2	Altura del tallo principal lograda por los genotipos	29
3	Diámetro del tallo principal logrado por los genotipos	30
4	Número de hojas del tallo principal de los genotipos	32
5	Número de hijuelos desarrollados por los genotipos estudiados	33
6	Número de entrenudos desarrollados por los genotipos	34
7	Tasa hoja/tallo de los genotipos en estudio	36
8	Rendimiento de MV/ha logrado por los genotipos	37
9	Rendimiento de MS/ha logrado por los genotipos	38

1. INTRODUCCION

Uno de los principales problemas que afronta la ganadería es la escasez de zacates y plantas forrajeras para alimento del ganado en zonas áridas y semiáridas, durante las épocas secas del año. Lo anterior ha motivado la necesidad de hacer estudios encaminados al mejor aprovechamiento de cultivos con capacidad de tolerar o resistir a escasos requerimientos de humedad, así como la producción de forrajes con alto contenido protéico y aprovechables en dichas épocas. Un análisis de las condiciones ambientales de las regiones del mundo donde se cultiva el Mijo Perla (Pennisetum americanum (L.) Leeke), así como los resultados que se han obtenido en Marín y otras localidades de Nuevo León, nos permite decir con seguridad que el Mijo Perla presenta una alternativa importante y que se puede incorporar a nuevas áreas de producción agrícola y ganadera en la región Noreste de México (Maití y López, 1990).

El Mijo representa pues otra alternativa diferente al sorgo en los ciclos de primavera ó verano-otoño. Puede decirse también que el Mijo tiene un alto potencial donde hay una mayor precipitación y mejor manejo, especialmente para forraje, donde es posible lograr hasta tres cortes.

En México hace falta encontrar nuevas fuentes de energía y proteína para la alimentación animal; actualmente solo se usa el sorgo como grano principal en las raciones balanceadas para el ganado lo que ha motivado su importación por insufi-

ciencia de producción nacional. La potencialidad del Mijo como cultivo para grano y/o forraje en áreas carentes de humedad ha motivado la presente investigación.

Objetivos

- 1.- Estudiar el efecto de la densidad de población, la fertilización nitrogenada, valor nutritivo y digestibilidad de tres genotipos de Mijo Perla y uno de sorgo forrajero.
- 2.- Seleccionar el sistema de cultivo que ofrece el óptimo de producción y aporte de nutrientes.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Taxonomía del Mijo Perla.

Existe una gran confusión acerca del nombre apropiado de la especie. Dos de los nombres más comúnmente utilizados, Pennisetum typhoides (Burn) Stapf y Hubb. y Pennisetum glaucum (L.) R. Br., están invalidados. El primero es un sinónimo para el cultivo y el último está basado en un espécimen de cola de zorra (*Setaria*). El nombre actual Pennisetum americanum está basado en una previa descripción de un Mijo Perla por Clusius (1602), citado por Brunken et al., (1977).

2.2. Prácticas culturales.

2.2.1. Preparación del terreno.

Para obtener una buena cama de siembra, Yusuf (1982), ha recomendado las siguientes prácticas: barbecho, para aflojar la tierra y permitir un mayor desarrollo radicular y con ello mejorar su nutrición; un rastreo y una cruzas, para desmenuzar la tierra, obtener una cama de siembra uniforme y facilitar la germinación de la semilla. Lo anterior ha permitido un mayor desarrollo radicular en los primeros 30 cm, que con el cultivo tradicional, con labor reducida, o con cero labranza.

2.2.2. Epoca de siembra.

La fecha de siembra en el mijo es bastante amplia en virtud de su período corto de crecimiento. Sin embargo, no debe

de sembrarse hasta que el terreno está caliente. Esto significa ordinariamente iniciar la siembra 2 ó 3 semanas después de la fecha de siembra del maíz. También la última siembra de be de contemplar los 60-79 días de la fase de crecimiento que deberán ser anteriores a la fecha normal de la primera helada dañina que ocurra en la zona (Maiti y López, 1986).

2.2.3. Densidad de siembra.

Según Warren y Martín (1963), y Robles (1976), la densidad de siembra puede variar de 10 a 20 Kgs. por hectárea para las regiones más secas, y de 20 a 25 Kgs/ha para las regiones más húmedas. En general, la densidad de siembra puede variar dependiendo del área, así se recomiendan densidades de 28-35 Kg/ha para regiones húmedas y de 11-17 Kg/ha para regiones secas (García et al., 1983).

Se han tenido algunas experiencias en la forma en que la densidad de siembra afecta el rendimiento del cultivo. Chaudhuri y Kanemasu (1985), estudiaron los efectos que tiene el Mijo Perla en su crecimiento y desarrollo al aumentar la densidad de plantas en un rango de 50,000 - 400,000 plantas/ha. Se observó, que al aumentar la densidad de plantas había una disminución de un 77% del peso total de la planta, un 66% del área de la hoja, un 59% en la cantidad de ahijamiento, y una menor sobrevivencia y por tanto un menor número de espigas por planta, y por consiguiente una baja considerable en el rendimiento de grano.

El mijo perla fue evaluado por Sppedding (1975), en Manhattan, Kansas, considerando 3 densidades de siembra y tres épocas de corte. El rendimiento de materia seca fue mayor en el estado masoso del grano que en el estado de floración. La densidad de siembra mayor dió el más alto rendimiento en condiciones adecuadas de humedad y a una temperatura templada. Pero en condiciones secas y de temperaturas más elevadas, el más alto rendimiento se obtuvo con la más baja densidad de siembra. En cuanto al rebrote de forraje en segundo corte, el rendimiento fue mayor cuando se dejó un residuo de 15 cm que con 25-30 cm de altura. Hubo mayor ahijamiento en el rebrote cuando la altura de corte fue menor.

En un experimento conducido en Nigeria se sembró mijo perla a 3 distancias entre surcos (38, 75 y 150 cms), para determinar el uso y conservación del agua durante la sequía por el cultivo. Entre 18 y 32 días después de la siembra, las raíces crecieron más rápido alcanzando 140 cms en la siembra a distancia corta, pero hubo diferencia en su crecimiento. En distancias mayores las plantas tuvieron menos raíces y mayor profundidad. Inicialmente el crecimiento fue más rápido a distancias de siembra cortas hasta los 45 días, pero posteriormente las plantas a distancias mayores tuvieron mayor producción de materia seca debido a que presentaron más ahijamiento (Azam - Ali et al., 1984).

Vangamodi y Ramaswamy (1983), estudiaron el efecto de la

densidad sobre el rendimiento y calidad del grano de mijo perla. Ellos probaron diversos espaciamientos obteniendo los siguientes resultados: el menor espaciamiento (30 x 10 cm) tuvo la máxima altura, pero el menor número de hijuelos totales, así como el más bajo rendimiento de semilla; el mayor espaciamiento (60 x 20 cm) obtuvo la altura mínima, pero el máximo número de hijuelos totales y productivos y la mas alta emergencia. Sin embargo, el espaciamiento 45 x 20 cms dió el más alto rendimiento de semilla.

Farías et al. (1983), observaron problemas en el cultivo debido a fallas en el establecimiento durante la emergencia, por lo que éstos autores probaron las densidades de 15, 20, 25, 30, 35 y 40 Kg/ha, obteniendo con éstos rendimientos de 11.28, 12.34, 10.61, 12.71, 12.88 y 12.39 ton MS/ha, respectivamente. Estos resultados indican una ligera tendencia a la obtención de mayores rendimientos conforme aumenta la densidad de siembra, sin embargo, las tendencias no son del todo claras en cuanto al rendimiento y calidad del forraje y de los efectos en los demás cortes que dá el cultivo.

2.2.4. Fertilización nitrogenada.

En una forma muy general el ICRISAT (1982), recomienda para mejorar la producción de granos y forrajes, la dosis de fertilización de 100-50-00 usando como fuente de nitrógeno urea (46% de N), y como fuente de fósforo superfosfato de calcio triple

(46% de P). La dosis puede dividirse en dos aplicaciones, la primera consiste en forma mezclada con el 50% de la dosis total de nitrógeno y el 100% de la de fósforo. Tal aplicación es realizada el día de la siembra, distribuyéndose el fertilizante a un costado del surco.

Kaushik y Pal (1982), estudiaron las respuestas del mijo perla a diferentes niveles de nitrógeno (0-200 Kg/ha) bajo condiciones de riego. El rendimiento más alto obtenido fue con 160 kg N/ha, con un rendimiento promedio de 3.53 ton grano y 8.2 ton MS/ha, comparado con 2.2 y 5.3 ton, respectivamente sin N. El incremento de la producción de grano y forraje seco, debido a los niveles de N fue atribuido principalmente a un incremento en el crecimiento de la planta, la producción de hijuelos y el mayor peso de la semilla.

Singh et al. (1984), observaron que incrementando el nivel de N se incrementa el rendimiento de grano y forraje, así como su calidad. Otros estudios han mostrado que la aplicación de N y P influye sobre el número efectivo de hijuelos, así como el contenido de proteína del grano (Munda et al., 1983).

Siag et al. (1981), estudiaron el potencial de producción de forraje del cultivar Rajko bajo diferentes niveles de N (0, 20, 40, 60 Kg/ha) y fósforo (0 y 30 Kg/ha). Se observó que el rendimiento de forraje se incrementó con el incremento de los niveles de N y P, los rendimientos más altos coinciden

con los niveles más altos de ambos elementos aplicados.

2.2.5. El riego.

El riego es una operación agrícola que se utiliza para satisfacer las necesidades de agua de las plantas. Esta práctica es indispensable para lograr buenas cosechas en climas secos, junto con la aplicación de fertilizantes, el control de malezas y las plagas destructivas, las labores de cultivo y un buen drenaje. Esta práctica por sí sola no tiene resultados directos, sino que afectan favorable o desfavorablemente a las otras prácticas (Upton, 1979).

Cuando se aplica el riego los objetivos que se persiguen son: añadir humedad al suelo para su uso en el desarrollo de las plantas, así como asegurar el cultivo contra sequías cortas, también se busca lavar o diluir las sales del suelo y reducir el agrietamiento del mismo, todo esto con la finalidad de asegurar la cosecha (Katoria et al., 1981).

2.3. Aspectos generales de los cultivares de mijo perla.

2.3.1. Componentes del rendimiento del mijo perla.

Mangath (1986), probó 44 variedades de mijo perla para propósitos forrajeros y observó que el rendimiento de forraje estuvo asociado con la altura de la planta, grosor de los tallos, número de entrenudos, el ancho de la hoja y los días a

la floración. También existió una alta correlación entre los componentes del rendimiento.

Shakoor et al. (1983), estudiaron el comportamiento de diferentes variedades de mijo para grano y forraje bajo condiciones de temporal en Pakistán y observaron correlaciones positivas entre altura de planta, número de hojas por planta y número de hijuelos por planta con el rendimiento por hectárea de grano y de forraje.

2.3.2. Rendimiento forrajero del mijo perla.

Yudina (1982) investigó el uso del mijo perla como forraje en Rusia. Las variedades más rendidoras produjeron 30 a 45 ton/ha de forraje verde en un año, 55 a 61 ton/ha en el año más favorable, en un período de 5 años.

Stephenson y Posler (1984), realizaron pruebas en Kansas con el cv Millex - 23. El rendimiento de MS total fue de 7.3 y 5.6 ton/ha en el estado de embuche y 5.3 y 4.3 ton/ha en la fase vegetativa en 1979 y 1980, respectivamente. La población de plantas más alta que se probó fue de 736,000 plantas/ha, con humedad adecuada y temperaturas frescas, en 1979 fue la que tuvo los más altos rendimientos.

González (1983), probó el comportamiento de 3 variedades de mijo perla con riego y fertilización de 80-100-00 al momento de la siembra y aplicando 75 unidades de nitrógeno después

de cada corte en México. Se aplicaron un total de 8 riegos durante el cultivo y se logró dar 3 cortes. Hubo diferencia significativa entre los cultivares, los rendimientos fueron de 26.12, 24.94 y 13.85 ton MS/ha, para las variedades Millex-24, Perla y Café, respectivamente.

Farías et al. (1983), señalan que es indispensable buscar mayor número de materiales a probar en el Noreste de México, ellos probaron 5 cultivares obteniendo rendimientos de MS de 4.445 a 11.28 ton/ha; el cultivo que mejor se comportó fue el Millex-24 que dió 3 cortes.

2.3.3. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la calidad nutritiva del forraje.

El efecto general de N en las gramíneas es un incremento en el rendimiento de MS, proteína y la producción de grandes cantidades de follaje cuando hay suficiente humedad disponible. El efecto estimulante del N sobre el rendimiento resulta de la utilización de los CHO's solubles, particularmente la fracción de las fructosanas (Waite, 1958; Nowakowski, 1962). Waite (1970), reportó que tasas altas de N estimulaban el crecimiento en "Rye grass" resultando en cosechas más frecuentes. Este autor observó que cuando los zacates eran cortados más frecuentemente, éstos contenían niveles más bajos de CHO's estructurales, proteínas, celulosa y hemicelulosa; también las dosis altas de N los hacían altamente digestibles.

En lo que se refiere a compuestos nitrogenados la tendencia general es hacia un incremento total de N, que se relaciona con el nivel alto de fertilización. En el maíz el principal efecto de la aplicación de N es en la concentración de PC en las hojas y tallos con poco efecto en la concentración de proteína en el grano (Harskbarger et al., 1954; Cummings 1967; y Owen, 1967).

La composición mineral de la planta es una función de complejas interrelaciones entre el suelo, el fertilizante, al ambiente y el forraje mismo. Uno de los elementos fertilizantes críticos que produce ciertos efectos es el N, ya que puede cambiar la composición botánica de una pradera, la composición química del forraje, o tener un efecto directo en la toma de otros minerales del suelo (Maiti y López, 1986). Mudd (1970), reportó que el N aplicado como NH_4NO_3 incrementó el Ca en el forraje y también disminuyó la disponibilidad de Ca en las vacas lecheras.

2.3.4. Valor nutritivo del forraje irrigado.

El contenido de humedad del forraje fluctúa de 75 a 85% dependiendo del estado de desarrollo, temperatura, ambiente y humedad. Se ha sugerido que el alto contenido de humedad del forraje limita la producción de materia seca.

Las investigaciones muestran que la producción de materia seca es influenciada por la calidad de forraje. El contenido

de proteína de los forrajes irrigados es alrededor de 20% en base materia seca. Este porcentaje varía inversamente con el estado de maduración del forraje.

Existe un mayor número de células en los pastos irrigados.

La digestibilidad parece estar en rangos de 55 a 75% dependiendo del estado de maduración del forraje y de las especies. La digestibilidad de las proteínas se encuentra en rangos de 55-80% y varía con el estado de maduración de la planta y la cantidad de fertilizante nitrogenado (Upton, 1979).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y características ambientales del experimento.

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en Marín, N.L., durante el ciclo de tardío de 1988.

Dicho campo está situado en el Km 17 1/2 de la carretera Zuazua-Marín, siendo sus coordenadas geográficas de 25°31' latitud norte y 100°03, longitud oeste a una altitud de 367.5 m.s.n.m.

El clima predominante de la región es semiárido BS de acuerdo a la clasificación de Koppen, modificada por García (1973).

La fecha en que se realizó la siembra fue el 29 de Julio de 1988. A continuación (Tabla 1) se muestran los datos específicos de precipitación y temperatura que se presentaron entre la fecha de siembra y la fecha de corte que fue el 13 de Octubre del mismo año.

Tabla 1. Datos de precipitación y temperatura durante los meses de Julio a Octubre de 1988 en Marín, N.L., obtenidos de la Estación Meteorológica de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.

MES	°C Mínima	°C Máxima	Temperatura Promedio mensual (°C)	Precipitación promedio (mm)
Julio	23	36	29.5	66.00
Agosto	22	34.6	28	160.50
Septiembre	20	32	26	144.62
Octubre	16	29	22	111.11
Promedio	20.25	32.9	26.375	120.56

3.2. Materiales.

Se sembraron tres genotipos de mijo perla (Pennisetum americanum (L.) Leeke) que fueron el complejo poblacional, Tifleaf y el 3-Mil-x; y un genotipo de sorgo forrajero (Sorghum vulgare, Pers. (Cv. Beefbuilder).

3.3. Descripción del experimento.

Una vez preparado el terreno y habiendo llegado a condiciones adecuadas de humedad se realizó la siembra en una forma manual el día 29 de Julio de 1988.

El experimento consideró el montaje de 24 sub-parcelas experimentales en donde se distribuyeron 3 poblaciones al azar, y dentro de éstas poblaciones 4 genotipos y 2 niveles de fertilización, en forma aleatoria. Se sembraron cuatro genotipos

en tres densidades de población (100, 175 y 250 mil plantas/ha), bajo dos niveles de fertilización (0 y 100 Kg de N/ha) siendo la urea (46% de N) la fuente de fertilización nitrogenada. Dicha fertilización se realizó aplicando la mitad de la dosis al momento de la siembra y la otra mitad al momento de realizar el cultivo. El experimento se fertilizó con superfosfato triple de calcio (46% de fósforo) en dosis de 60 Kg de P_2O_5 /ha a todos los tratamientos y en una sola aplicación, al momento de la siembra. Se dieron un total de 4 riegos ligeros, siendo su momento determinado por las necesidades del terreno y usando el criterio de apreciación personal.

En cada unidad experimental se sembraron cuatro surcos de cinco metros de longitud como lo muestra el croquis (Figura 1). Las variables medidas en el cultivo se evaluaron al momento del corte, tomando diez plantas representativas que estuvieran ubicadas dentro de cada parcela útil; ya obtenidas las medidas necesarias se procedió a secar cada planta previamente identificada, para posteriormente separar cada tratamiento y analizar su valor nutritivo dentro del laboratorio.

El experimento se realizó en el ciclo de tardío y bajo condiciones de riego, habiendo obtenido un total de 24 tratamientos, los cuales se replicaron 4 veces.

3.3.1. Variables agronómicas medidas.

Altura del tallo principal.

Diámetro del tallo principal.

Número de hojas del tallo principal.

Número de hijuelos.

Número de entrenudos del tallo principal.

Tasa hoja/tallo.

Materia verde (MV) al momento del corte.

Materia seca (MS) al momento del corte.

3.3.2. Análisis para evaluar la calidad nutritiva del forraje.

Los análisis de calidad nutritiva, se realizaron en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Zootecnia de la FAUANL, con los procedimientos que se siguen en dicho laboratorio. Los análisis y métodos que se utilizaron son los siguientes (Tabla 2):

3.3.3. Diseño experimental.

El diseño experimental al que se sometieron los tratamientos fue el de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas. En donde la parcela grande fueron las tres diferentes densidades de población (100, 175 y 250 mil plantas/ha), las parcelas chicas fueron una combinación factorial 4x2 (4 genotipos y 2 niveles de fertilización). Cada tratamiento se repitió cuatro veces. Una descripción de los tratamientos se presenta a continuación (Tabla 3).

Tabla 2. Análisis y métodos utilizados en el laboratorio.

Tipo de análisis	Método
Materia Seca	A.O.A.C. (1975)
Materia Orgánica	A.O.A.C. (1975)
Cenizas	A.O.A.C. (1975)
Proteína cruda	A.O.A.C. (1975)
Fibra Detergente Neutro	Goering y Van Soest (1970)
Fibra Detergente Acido	Goering y Van Soest (1970)
Lignina	Goering y Van Soest (1970)
Minerales: Ca y P	A.O.A.C. (1975)
Digestibilidad In vitro de la Materia Seca	Tilley y Terry (1963)
Digestibilidad In vitro de la Materia Orgánica	Tilley y Terry (1963)

Nota: Para éstos análisis se realizaron muestras compuestas ya que se juntaron las cuatro repeticiones de cada tratamiento por separado.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos.

Número de Tratamiento	Genotipo	Niveles de N Kg/ha	Densidad de siembra número de plantas/ha
1	Complejo poblacional	0	100,000
2	Tifleaf	0	100,000
3	3-Mil-x	0	100,000
4	Sorgo forrajero	0	100,000
5	Complejo poblacional	100	100,000
6	Tifleaf	100	100,000
7	3-Mil-x	100	100,000
8	Sorgo forrajero	100	100,000
9	Complejo poblacional	0	175,000
10	Tifleaf	0	175,000
11	3-Mil-x	0	175,000
12	Sorgo forrajero	0	175,000
13	Complejo poblacional	100	175,000
14	Tifleaf	100	175,000
15	3-Mil-x	100	175,000
16	Sorgo forrajero	100	175,000
17	Complejo poblacional	0	250,000
18	Tifleaf	0	250,000
19	3-Mil-x	0	250,000
20	Sorgo forrajero	0	250,000
21	Complejo poblacional	100	250,000
22	Tifleaf	100	250,000
23	3-Mil-x	100	250,000
24	Sorgo forrajero	100	250,000

El modelo matemático que se utilizó para el análisis de los efectos de los tratamientos, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + B_i + P_j + E(a)_{ij} + F_k + (PF)_{jk} + E(b)_{ijk}$$

Donde:

$B_i = 1, 2, 3, 4$ Son los bloques ó repeticiones
 $P_j = 1, 2, 3$ Son las poblaciones
 $F_k = 1, 2, \dots, 8$ Son las combinaciones factoriales de genotipos (G1, G2, G3, G4) y niveles de fertilización nitrogenada (f0 y f100 Kg de N/ha).

y las combinaciones factoriales son:

$F_1 = f_0$	G1	
$F_2 = f_0$	G2	
$F_3 = f_0$	G3	Genotipos
$F_4 = f_0$	G4	x
$F_5 = f_{100}$	G1	niveles de nitrógeno
$F_6 = f_{100}$	G2	
$F_7 = f_{100}$	G3	
$F_8 = f_{100}$	G4	

M = Media general

$E(a)_{ijk}$ = Error (a) (Error parcela grande)

$(PF)_{ik}$ = Interacción (Poblaciones x Factoriales)

$E(b)_{ijk}$ = Error (b) (Error sub-parcela)

Y_{ijk} - Variable respuesta.

4. RESULTADOS

A continuación se presentan las tablas que sumarizan los resultados obtenidos en éste experimento, tanto para las variables agronómicas (Tabla 4) como para las variables nutricionales (Tabla 5). Así como los resultados generales (Tabla 6) que muestra los efectos de tratamientos por separado (Densidad de población, Fertilización y Genotipos), tanto para las variables agronómicas como para las variables nutricionales; así como los cuadrados medios y significancia de los tratamientos para las variables agronómicas que se analizaron (Tabla 7).

4.1. Densidad de siembra.

4.1.1. Variables agronómicas.

En la Tabla 7 se puede observar que no hubo diferencias significativas en los rendimientos tanto de MV como de MS, ni tampoco para las demás variables estudiadas. A pesar de ésto se observó (Tabla 6) una tendencia ascendente en las variables número de entrenudos y rendimiento de MS por hectárea; siendo éstos 5.67, 5.74 y 5.90 para la variable número de entrenudos del tallo principal y 5.980, 6.124 y 6.602 ton MS/ha para las poblaciones de 100, 175 y 250 mil plantas por hectárea, respectivamente. Asimismo, para la variable tasa hoja/tallo se observa una tendencia descendente (0.37, 0.31 y 0.27) conforme se aumenta la densidad de población (100, 175 y 250 mil plantas/ha). Los rendimientos de MV no tuvieron una tendencia

Tabla 4. Resultados obtenidos de los tratamientos para las variables agronómicas medidas en el campo. Ciclo Otoño 1988, bajo condiciones de riego.

TRT.	Alt., cm	Diám., mm	No. hojas	No. Hijue	No. entren	Hoja- tallo	RMV. t/ha	RMS. t/ha
111	166.5	10.85	7.0	3.6	5.62	176	21.438	5.390
112	133.8	9.10	6.6	5.1	4.95	305	24.720	5.672
113	136.8	11.90	6.6	4.6	4.57	476	21.696	4.302
114	205.2	14.05	8.8	---	7.37	629	39.145	8.157
121	187.4	11.85	7.3	3.6	6.22	234	27.550	6.598
122	130.6	10.87	6.4	5.3	4.85	374	22.426	4.485
123	133.8	10.35	5.5	4.6	4.45	784	20.604	4.511
124	198.9	14.80	9.0	---	7.35	377	39.437	8.730
211	172.6	9.52	6.7	3.8	5.87	276	23.367	6.872
212	136.1	10.70	6.3	5.2	4.95	282	21.002	4.970
213	137.7	9.37	6.6	4.0	5.05	225	20.033	4.732
214	198.3	14.40	8.8	---	7.25	303	42.652	10.397
221	170.0	9.60	6.7	3.5	6.10	256	22.324	5.475
222	132.9	9.30	6.3	5.6	5.05	345	20.247	4.435
223	125.1	9.55	6.2	5.0	4.3	505	14.857	3.098
224	211.6	13.57	8.9	---	7.32	295	42.687	9.015
311	175.8	9.37	6.9	3.7	6.37	151	25.508	6.915
312	136.8	9.20	6.7	4.9	5.0	258	22.757	4.359
313	140.6	10.75	6.7	4.3	5.25	347	19.128	4.544
314	211.4	13.70	9.1	---	7.32	380	45.425	10.591
321	165.6	9.32	7.2	4.3	6.17	160	25.720	7.503
322	139.0	11.05	6.5	4.4	5.17	232	21.306	4.339
323	138.8	9.60	6.3	4.3	4.92	295	17.955	3.925
324	203.9	14.30	9.3	---	7.02	350	47.083	10.638

Nota: En la columna de tratamientos, el primer número significa la densidad de población, el segundo número el nivel de fertilización y el tercero el genotipo.

Tabla 5. Resultados obtenidos de los tratamientos para las variables nutricionales. Ciclo Otoño 1988, bajo condiciones de riego.

TRT.	Gen., %	PC, %	FND, %	FAD, %	Ligni na %	Ca, %	P, %	DIVMS, %	DIVMO, %
111	6.80	9.59	63.09	28.31	5.53	.251	.036	61.68	68.82
112	7.29	10.69	69.66	30.69	6.03	.357	.042	59.64	74.93
113	10.24	12.80	68.40	38.96	6.91	.299	.040	55.91	71.15
114	7.38	7.03	73.95	43.61	6.64	.190	.030	53.37	71.07
121	8.08	8.38	75.50	36.87	6.66	.293	.024	57.76	73.88
122	9.28	12.13	68.01	34.82	6.17	.373	.047	57.49	72.55
123	9.55	11.06	72.16	35.20	5.84	.385	.052	56.37	73.23
124	7.23	5.87	76.15	44.94	7.04	.159	.030	51.94	69.17
211	8.58	9.25	66.92	36.41	5.30	.313	.039	61.60	79.64
212	9.55	12.92	70.40	31.84	4.86	.341	.048	61.42	77.96
213	8.80	11.61	68.52	35.35	5.32	.369	.055	56.04	71.44
214	8.11	7.58	71.87	42.23	5.55	.251	.035	54.89	72.58
221	8.58	8.67	68.76	34.94	6.26	.275	.036	58.73	76.76
222	9.56	11.70	65.94	24.39	6.33	.313	.043	61.08	77.08
223	10.00	11.02	73.59	37.43	6.09	.335	.048	52.39	68.16
224	6.88	7.69	69.19	42.22	5.95	.188	.033	54.64	72.00
311	7.64	9.04	67.94	30.18	4.60	.223	.039	59.73	74.34
312	9.48	10.85	67.96	36.46	5.76	.193	.037	55.29	72.16
313	8.78	10.57	58.42	30.67	5.21	.326	.048	66.07	80.60
314	7.08	7.29	70.85	44.04	6.37	.151	.024	52.20	71.36
321	5.77	9.45	67.31	29.72	4.79	.201	.037	66.40	85.33
322	9.21	11.23	68.49	35.40	5.42	.359	.044	59.78	75.91
323	9.31	12.87	63.17	31.74	5.09	.259	.055	64.80	81.66
324	7.66	6.93	70.63	41.63	5.99	.141	.028	54.30	72.27

Nota: En la columna de tratamientos, el primer número significa la densidad de población, el segundo número el nivel de fertilización y el tercero el genotipo

Tabla 6. Efecto de los tratamientos (densidades de población, niveles de fertilización y genotipos) en las variables agronómicas y nutricionales.

VARIABLES	P O B L A C I O N			NITROGENO		G E N O T I P O			
	100,000 pltas./ha,	175,000 p/ha	250,000 pltas./ha	0	100 Kg.N/ha	Complejo poblac.	TIFLEAF	3-MIL-x	Sorgo
Altura tallo P. (cm)	161.6	160.5	164.0	162.6	161.5	173.0b	134.9 c	135.5 c	204.9a
Diám. tallo P. (cm)	1.17	1.07	1.09	1.11	1.12	1.01b	1.00b	1.02c	1.41a
Nº de hojas T.P.	7.15	7.06	7.34	7.23	7.13	6.97b	6.47b	6.32b	8.98a
Nº de hijuelos	3.35	3.39	3.24	3.27	3.33	3.75b	5.08a	4.47ab	---
Nº de entrenudos	5.67	5.74	5.90	5.78	5.74	6.06b	4.99c	4.76c	7.27a
Tasa hoja/tallo	0.37	0.31	0.27	0.32	0.32	0.21a	0.30a	0.37a	0.39a
Rdto. MV(ton/ha)	27.13	25.90	28.11	27.24	26.85	24.32b	22.08b	19.04b	42.74a
Rdto. MS(ton/ha)	5.98	6.12	6.60	6.41	6.06	6.46b	4.71bc	4.18c	9.59a
Materia seca %	92.51	92.23	92.26	92.07	92.60	92.20	92.81	92.36	91.07
Materia orgánica %	91.76	91.24	91.88	91.69	91.57	92.42	90.93	90.55	92.61
Genizas %	8.23	8.76	8.12	8.31	8.43	5.58	9.07	9.45	7.39
Proteína Cruda %	9.70	10.06	9.78	9.94	9.75	9.07	11.59	11.66	7.07
END %	70.86	69.40	66.85	68.16	69.91	68.25	68.41	67.38	72.11
FAD %	36.67	35.60	34.98	35.73	35.77	32.74	32.27	34.89	43.11
Lignina %	6.35	5.71	5.40	5.67	5.97	5.52	5.76	5.74	6.26
Ca %	0.29	0.30	0.23	0.27	0.27	0.26	0.32	0.33	0.18
P. %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.05	0.03
D.I.V.M.S. %	56.77	57.60	59.82	58.15	57.97	60.98	59.12	58.60	53.56
D.I.V.M.O. %	71.85	74.55	76.70	73.84	74.83	76.46	75.10	74.37	71.41

Tabla 7. Cuadros medios y significancia de los tratamientos en el estudio del comportamiento de tres genotipos de mijo perla y uno de sorgo forrajero, sembrados a tres densidades de población y dos niveles de fertilización, bajo condiciones de riego. Ciclo Otoño 1988.

G.L.	Variable	Altura	Diám. tallo	No. hojas	No. hijue.	No. entre.	Hoja		RMS, t/ha
							tallo	t/ha	
2	Poblac	97.9	0.09	0.59	0.19	0.46	.121	39.38	3.38
7	CombFac	11692**	0.43**	15.76**	53.99**	13.8**	.400	1184**	61.85**
14	Interac	163.6	0.02	0.17	0.44	0.19	.338	23.19	2.75
1	Fertili	31.5	0.00	0.36	0.33	0.07	.249	3.64	2.86
3	Genotip	27198**	0.97**	35.75**	125.7**	31.8**	.638	2739**	142.55**
3	G x F	74.4	0.03	0.90*	0.13	0.40	.211	22.66	0.81
6	Error (a)	808.6	0.09	0.97	1.10	1.35	.305	60.65	6.92
63	Error (b)	168.3	0.03	0.25	0.43	0.24	.317	20.93	2.22
-	X Gral	162.1	11.11	7.19	3.33	5.77	.391	27.044	6.23
-	CV A	17.5	26.47	13.73	31.39	20.10	141.0	28.79	42.18
-	CV B	8.0	15.39	6.97	19.59	8.42	143.7	16.91	23.89

* Significativa

** Altamente significativa

bien definida entre las poblaciones probadas; éstos fueron de 27.127, 25.986 y 28.111 ton/ha para las poblaciones de 100, 175 y 250 mil plantas por hectárea, respectivamente.

4.1.2. Variables nutricionales.

Como se puede observar en la Tabla 6, las variables % de Cenizas, % de Proteína Cruda (PC), % de Calcio (Ca) y % de Fósforo (P) no presentaron una tendencia bien definida entre las poblaciones probadas. Los porcentajes fueron: para cenizas 8.235, 8.759 y 8.120; para PC 9.696, 10.057 y 9.782; para Ca 0.289, 0.298 y 0.232; para P 0.038, 0.042 y 0.039 para las poblaciones de 100, 175 y 250 mil plantas por hectárea, respectivamente.

En el caso de Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Acido Detergente (FAD) y Lignina, se puede observar una tendencia a disminuir conforme se aumentan las densidades de siembra. Los porcentajes de FND fueron 70.86, 69.40 y 66.85; para FAD 36.67, 35.60 y 34.98; para Lignina 6.35, 5.71 y 5.40, para las densidades de 100, 175 y 250 mil plantas/ha, respectivamente.

Para la Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS) como para la Digestibilidad In Vitro de la Materia Orgánica (DIVMO) se observa una tendencia ascendente conforme se aumentan las densidades de población probadas. Los porcentajes de DIVMS y de la DIVMO fueron 56.77, 71.85; 57.60, 74.55; 59.82, 76.70; para las poblaciones de 100, 175 y 250 mil plantas/ha, respectivamente.

4.2. Fertilización con nitrógeno.

4.2.1. Variables agronómicas.

No hubo diferencia significativa con la aplicación de 100 Kg de N/ha (Tabla 7) en los rendimientos de MV y MS, ni para ninguna de las otras variables estudiadas; sin embargo se pudo observar (Tabla 6) que la aplicación de nitrógeno tuvo un efecto positivo (diferencia numérica) en las variables diámetro del tallo principal 1.107, 1.118 cms, y número de hijuelos 3.27, 3.38, para los niveles de 0 y 100 Kg de N/ha, respectivamente.

4.2.2. Variables nutricionales.

La aplicación de 100 Kg de N/ha incrementó los porcentajes de Cenizas (8.31, 8.43) y los de FND (68.16, 69.91) los cuales tendieron a subir con respecto al testigo, mientras que los porcentajes de PC (9.94, 9.75), FAD (35.73, 35.77), Lignina (5.67, 5.97), Calcio (0.272, 0.274), y Fósforo (0.039, 0.040), se mantuvieron muy similares.

La DIVMO se incrementó con la aplicación de nitrógeno. Los porcentajes de DIVMS y de DIVMO, fueron como sigue: 58.154, 57.974; 73.84, 74.83, con las aplicaciones de 0 y 100 Kg de N/ha, respectivamente.

4.3. Genotipos.

4.3.1. Variables agronómicas.

La altura, el diámetro y el número de hojas del tallo

principal, el número de hijuelos, número de entrenudos, así como los rendimientos de MV y MS presentaron diferencias altamente significativas (Tabla 7) entre los genotipos probados. A continuación se discuten cada uno de éstos parámetros.

Altura del tallo principal.- Para esta variable el cultivar que tuvo el mayor porte fue el Complejo poblacional (173 cms) seguido del 3-Mil-x (135.5 cms) y del Tifleaf (134.9 cms), no encontrándose diferencia estadística entre éstos dos últimos, pero sí entre éstos y el Complejo poblacional; el sorgo presentó una altura promedio de 204.9 cms (Tabla 8, Figura 2), encontrándose diferencia estadística entre éste y los tres genotipos de mijo perla.

Diámetro del tallo principal.- El cultivar que presentó el mayor grosor fue el 3-Mil-x (1.025 cms), después el Complejo poblacional (1.008 cms) y por último el Tifleaf (1.004 cms), no encontrándose diferencia significativa entre los tres. El sorgo presentó un diámetro promedio de 1.414 cms (Tabla 9, Figura 3), encontrándose diferencia significativa entre éste y los tres genotipos de mijo perla.

Número de hojas del tallo principal.- La producción de hojas fue muy similar entre los tres genotipos, no encontrándose diferencia estadística en la prueba de medias; sin embargo el sorgo presentó el mayor número de hojas en el tallo principal; compárandolo con los tres genotipos de mijo perla sí se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$).

Tabla 8. Comparación de medias para la variable altura del tallo principal, realizada mediante el método Duncan.

GENOTIPO	MEDIAS EN CM.			
SORGO FORRAJERO	204.9	a		
COMPLEJO POBLACIONAL	173.0		b	
3-MIL-X	135.5			c
TIFLEAF	134.9			c

Nivel de significancia = 0.05

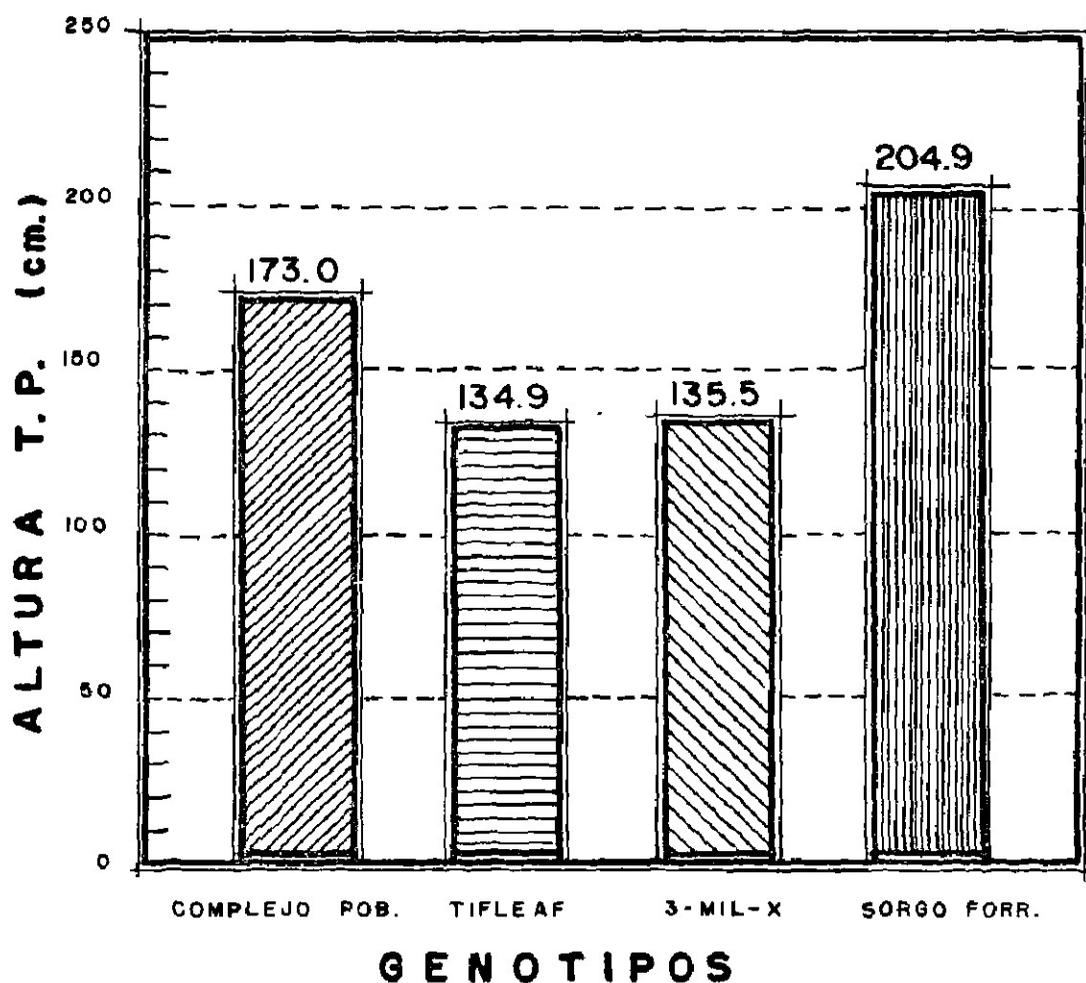


Figura 2. Altura del tallo principal lograda por los genotipos.

Tabla 9. Comparación de medias para la variable diámetro del tallo principal, realizada mediante el método Duncan.

GENOTIPO	MEDIAS EN CM.			
SORGO FORRAJERO	1.41	A		
3-MIL-X	1.02		B	
COMPLEJO POBLACIONAL	1.01		B	
TIFLEAF	1.00		B	

Nivel de significancia = 0.05

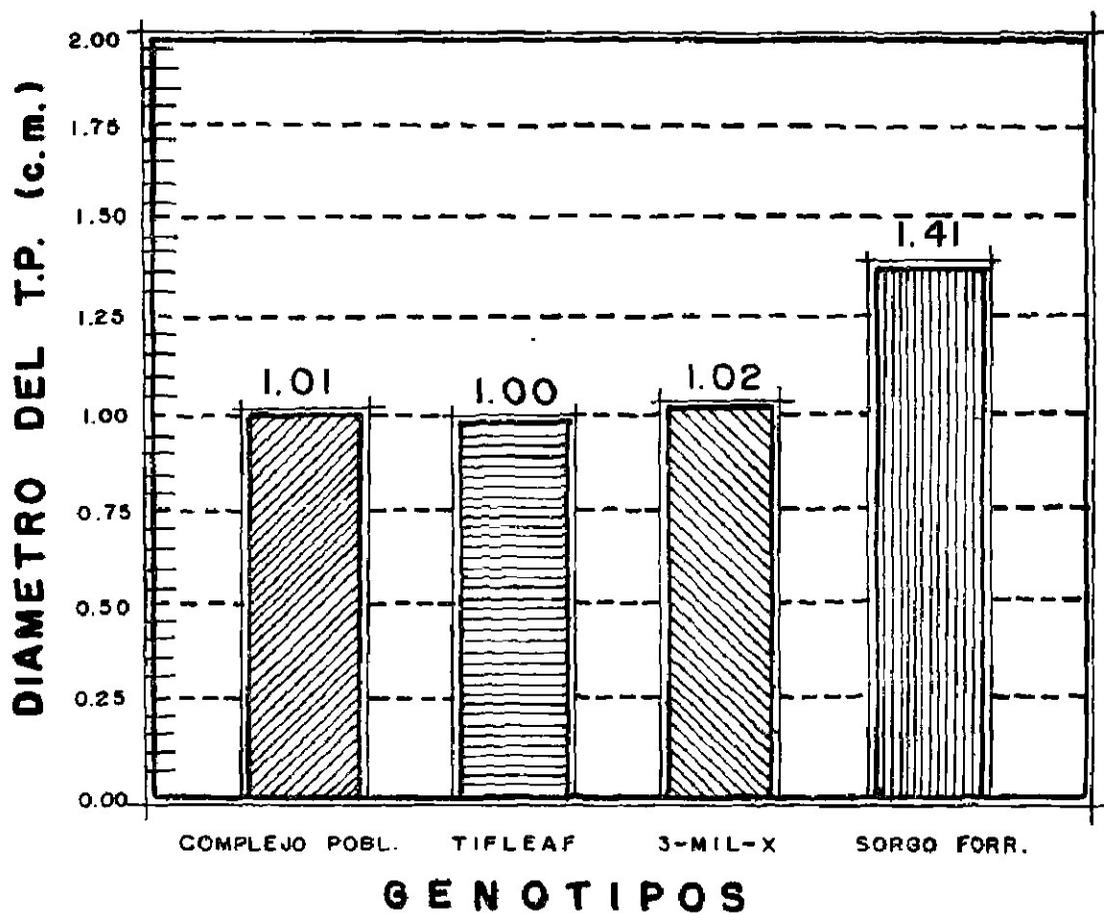


Figura 3. Diámetro del tallo principal lograda por los genotipos.

Los resultados fueron para el número de hojas: 6.97, 6.47 y 6.32, para el Complejo poblacional, Tifleaf y 3-Mil-x, respectivamente; mientras que el sorgo tuvo un promedio de 8.98 hojas (Tabla 10, Figura 4).

Número de hijuelos.- Los cultivares que desarrollaron un mayor número de hijuelos fueron el Tifleaf y el 3-Mil-x (5.08 y 4.47), seguidos del Complejo poblacional (3.75). En la prueba de medias no se encontró diferencia estadística entre el Tifleaf y el 3-Mil-x, pero sí hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el Tifleaf y el Complejo poblacional. Sin embargo, comparando el cultivar 3-Mil-x con el Complejo poblacional no se encontró diferencia estadística (Tabla 11, Figura 5).

Número de entrenudos.- El Complejo poblacional fue el cultivar que presentó un mayor número de entrenudos promedio con 6.06 y después le siguieron el Tifleaf y el 3-Mil-x con 4.99 y 4.76, respectivamente. En la prueba de medias se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el Complejo poblacional y los otros dos cultivares; no así entre el Tifleaf y el 3-Mil-x en donde no se encontró diferencia estadística. El sorgo presentó un número de entrenudos promedio de 7.27, encontrándose (en la prueba de medias) diferencia significativa ($P < 0.05$) entre éste y los cultivares de mijo perla (Tabla 12, Figura 6).

Tasa hoja/tallo.- Para los genotipos los resultados obtenidos fueron 0.3726, 0.2995, 0.2088, para 3-Mil-x, Tifleaf y Complejo poblacional, respectivamente. En la prueba de medias

Tabla 10. Comparación de medias para la variable número de hojas del tallo principal, realizada mediante el método Duncan.

GENOTIPO	MEDIAS			
SORGO FORRAGERO	8.98	A		
COMPLEJO POBLACIONAL	6.97		B	
TIFLEAF	6.47		B	
3 MIL-X	6.32		B	

Nivel de significancia = 0.05

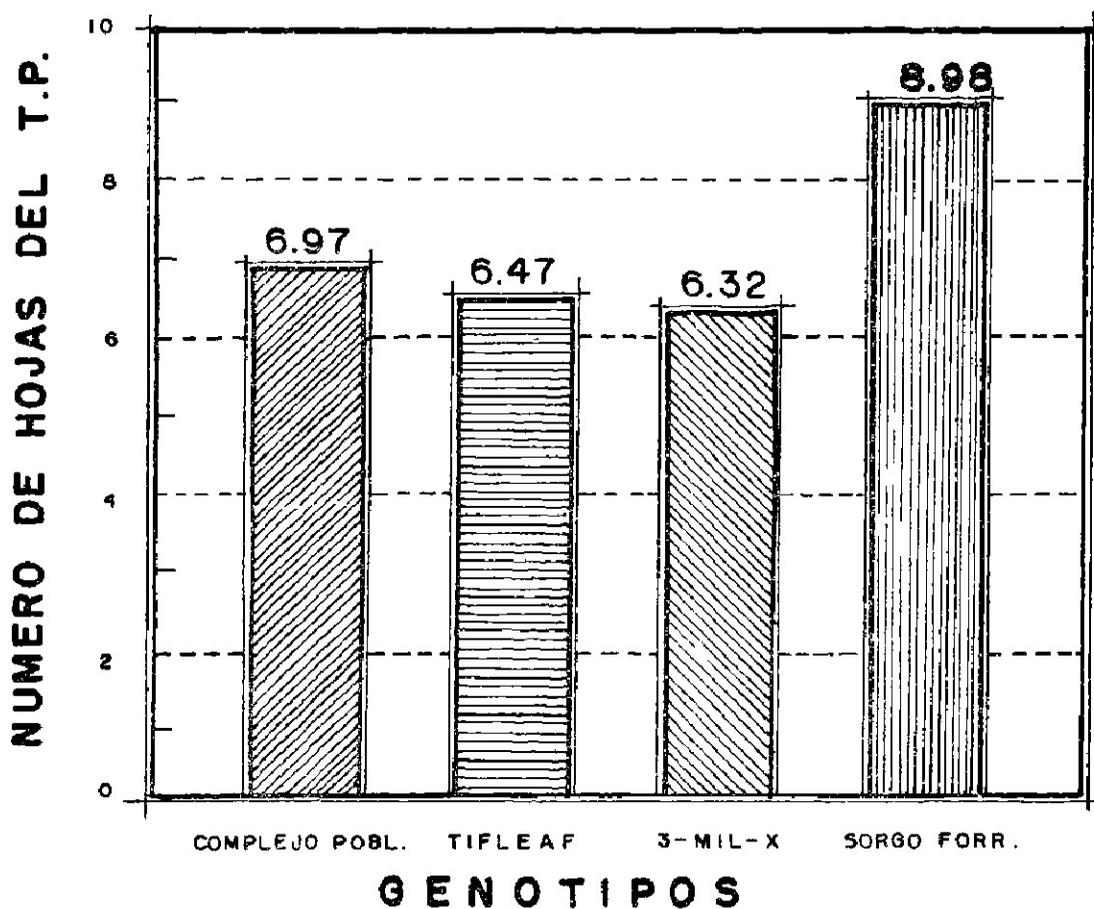


Figura 4. Número de hojas del tallo principal de los genotipos.

Tabla 11. Comparación de medias para la variable número de hijuelos, realizada mediante el método Duncan.

GENOTIPO	MEDIAS			
TIFLEAF	5.09	A		
3-MIL-X	4.48	A	B	
COMPLEJO POBLACIONAL	3.77		B	
SORGO FORRAJERO	0.00			C

Nivel de significancia = 0.05

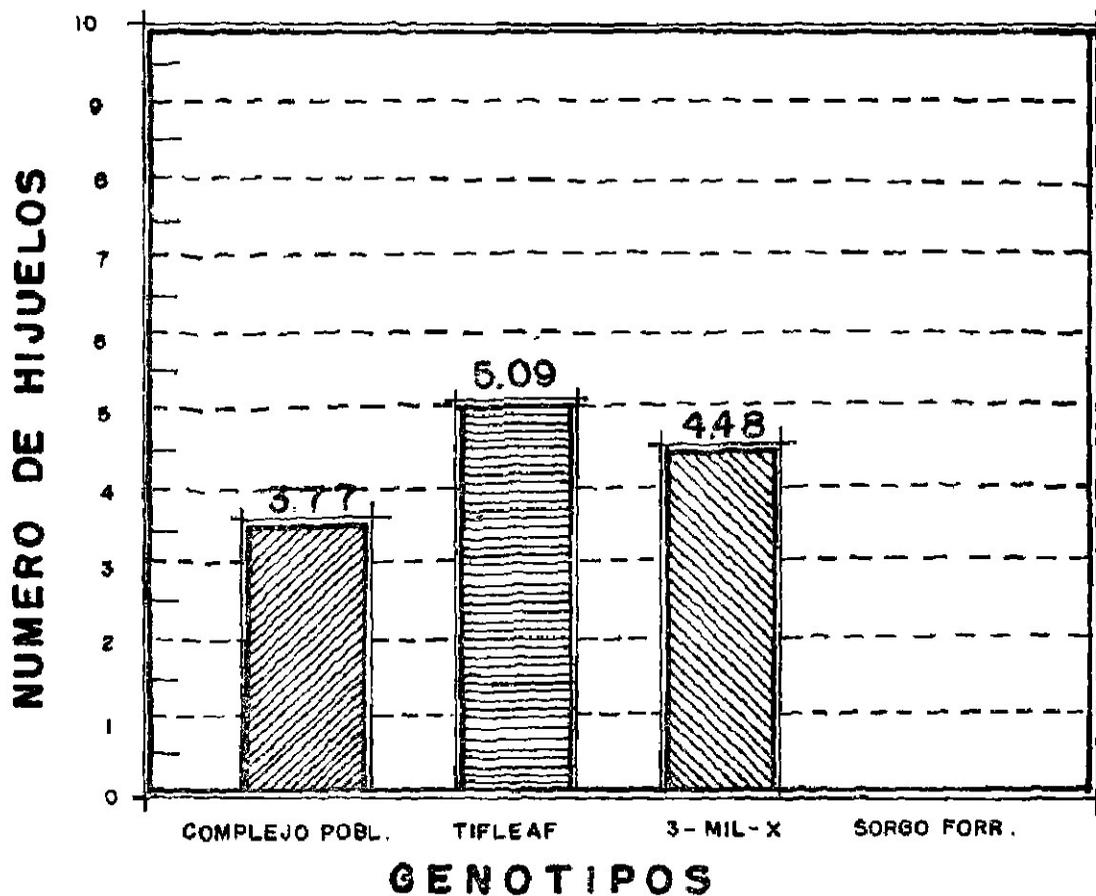


Figura 5. Número de hijuelos desarrollados por los genotipos estudiados.

Tabla 12. Comparación de medias para la variable número de entrenudos, realizada mediante el método Duncan.

GENOTIPO	MEDIAS			
SORGO FORRAJERO	7.27	A		
COMPLEJO POBLACIONAL	6.06		B	
TIFLEAF	4.99			C
3-M L-X	4.76			C

Nivel de significancia = 0.05

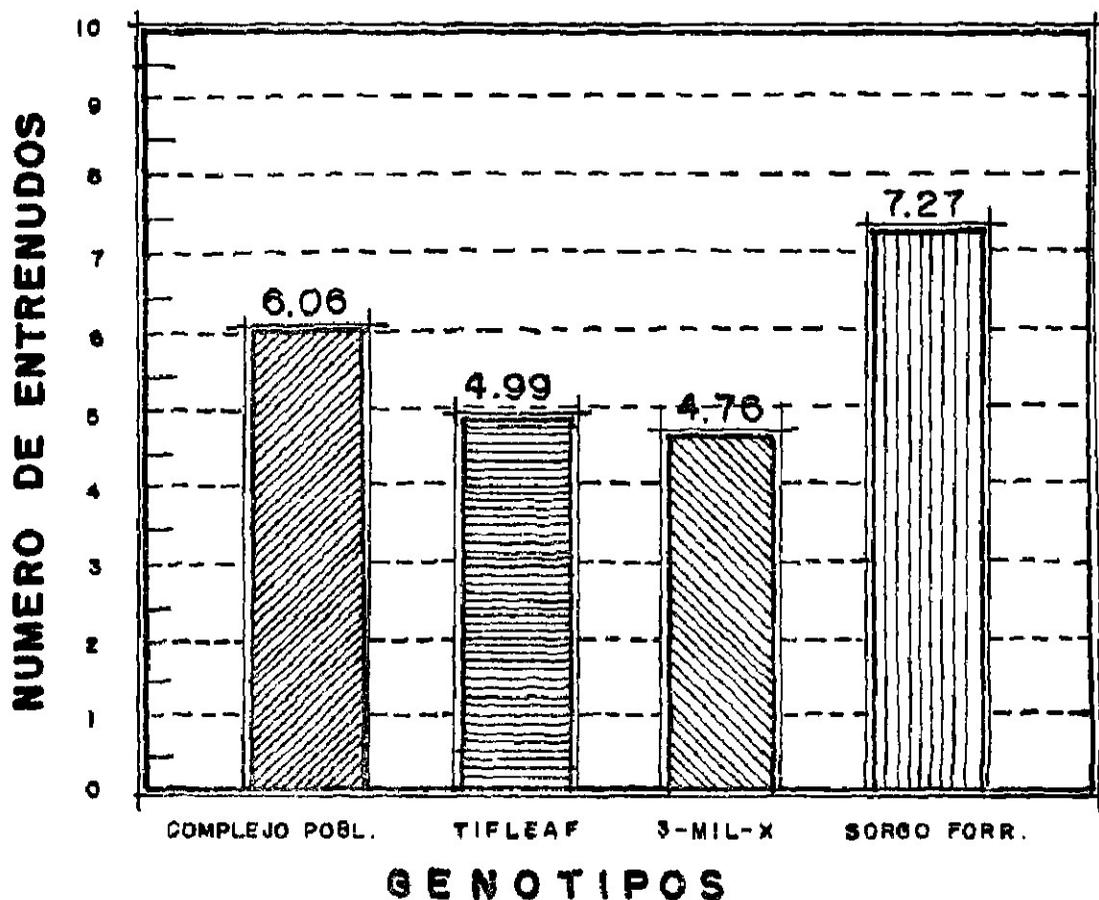


Figura 6. Número de entrenudos desarrollados por los genotipos.

no se encontró diferencia estadística entre éstos tres cultivares de mijo perla, ni entre éstos y el sorgo que tuvo una tasa hoja/tallo de 0.3890 (Tabla 13, Figura 7).

Rendimiento de materia verde por hectárea.- Los tres cultivares de mijo perla presentaron rendimientos similares ($P < 0.05$). De los mijos el Complejo poblacional fue el que tuvo los mayores rendimientos de MV (24.8 ton/ha) seguido por el Tifleaf (22.077 ton/ha) y por último el 3-Mil-x (19.046 ton/ha). El sorgo tuvo un rendimiento de MV de 42.738 ton/ha, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) al compararlo con los tres cultivares de mijo perla (Tabla 14, Figura 8).

Rendimiento de materia seca por hectárea.- De los mijos los dos cultivares que tuvieron los mayores rendimientos de MS fueron el Complejo poblacional con 6.459 ton/ha y el Tifleaf con 4.710 ton/ha, seguidos por último del 3-Mil-x con 4.185 ton/ha. En la prueba de medias no se encontró diferencia estadística entre el Complejo poblacional y el Tifleaf, pero sí entre el Complejo poblacional y el 3-Mil-x; entre el Tifleaf y el 3-Mil-x no hubo diferencia estadística. El sorgo tuvo un rendimiento de MS de 9.588 ton/ha, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre éste y los tres cultivares de mijo perla (Tabla 15, Figura 9)

4.3.2. Variables nutricionales.

Ceniza - Los cultivares 3-Mil-x y Tifleaf fueron los

Tabla 13. Comparación de medias para la variable tasa hoja/tallo, realizada mediante el método Duncan.

GENOTIPO	MEDIAS		
SORGO FORRAJERO	0.389	A	
3-MIL-X	0.373	A	
TIFLEAF	0.299	A	
COMPLEJO POBLACIONAL	0.209	A	

Nivel de significancia = 0.05

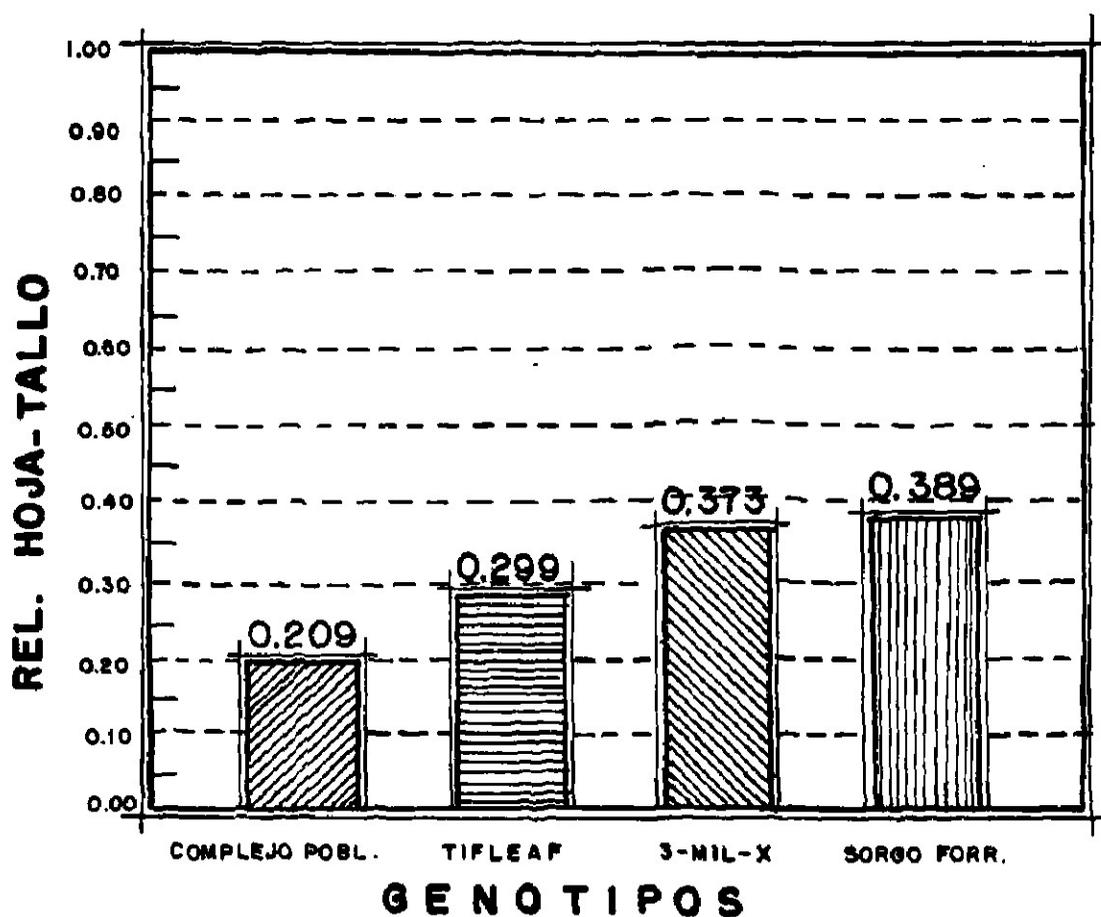


Figura 7. Tasa hoja/tallo de los genotipos en estudio.

Tabla 14. Comparación de medias para la variable rendimiento de MV/ha, realizada mediante el método Duncan.

GENOTIPO	MEDIAS	EN TON/Ha	
SORGO FORRAJERO	42.738	A	
COMPLEJO POBLACIONAL	24.318		B
TIFLEAF	22.077		B
3-MIL-X	19.046		B

Nivel de significancia = 0.05

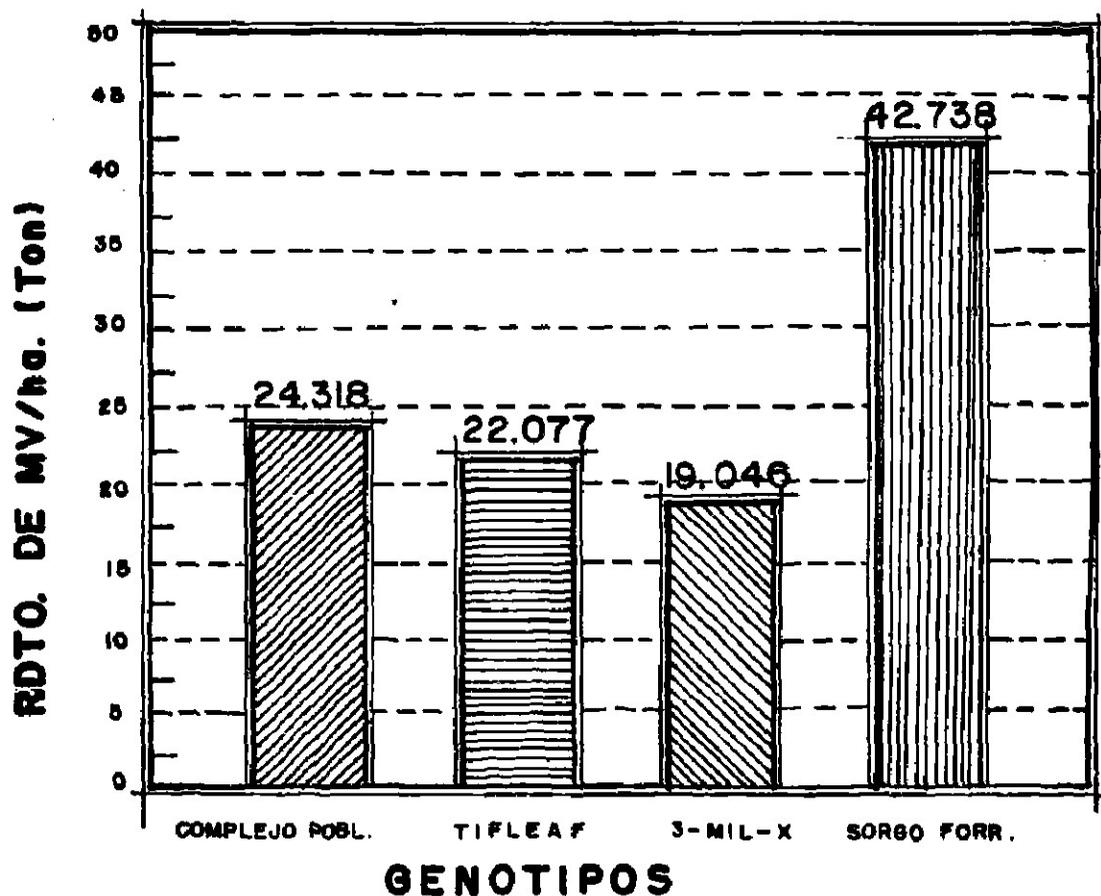


Figura 8. Rendimiento de MV/ha lograda por los genotipos.

Tabla 15. Comparación de medias para la variable rendimiento de MS/ha, realizada mediante el método Duncan.

GENOTIPO	MEDIAS EN TON/Ha			
SORGO FORRAJERO	9.588	A		
COMPLEJO POBLACIONAL	6.459		B	
TIFLEAF	4.710		B	C
3-MIL-X	4.185			C

Nivel de significancia = 0.05

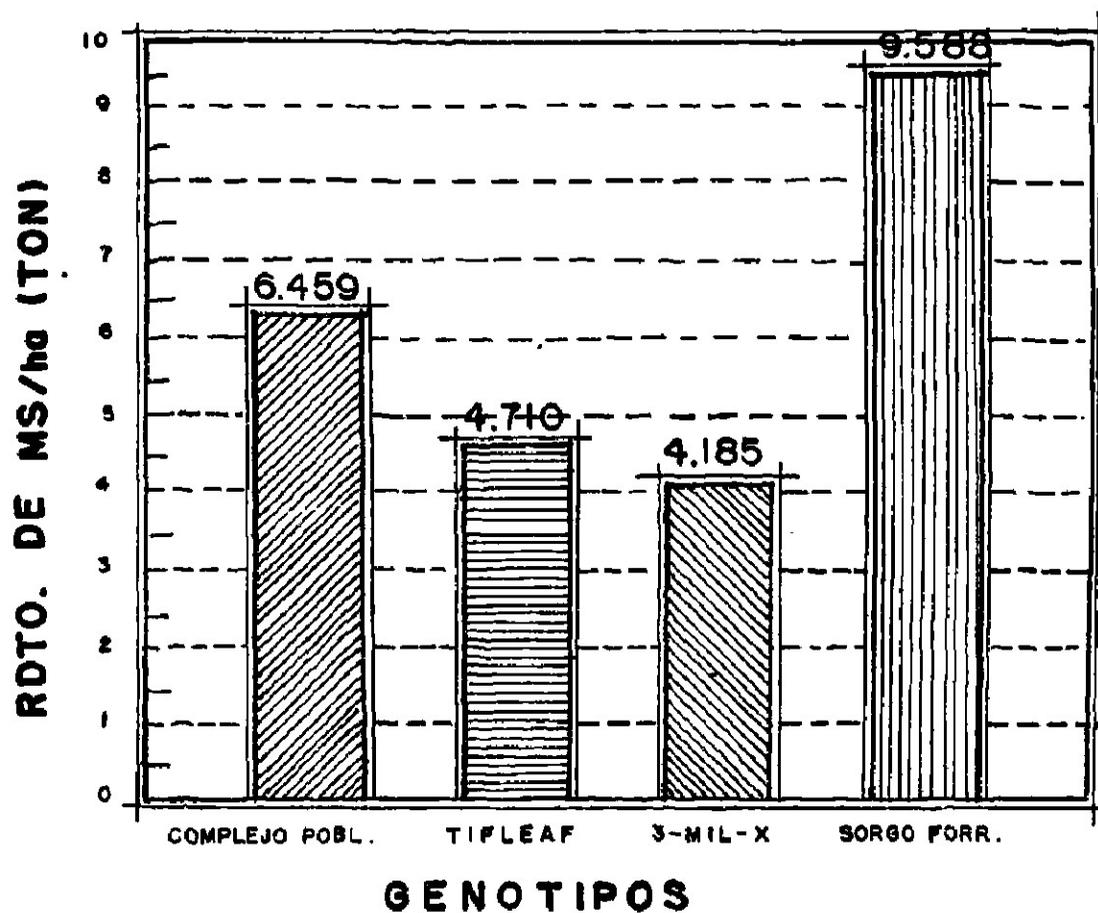


Figura 9. Rendimiento de MS/ha logrado por los genotipos

que presentaron los mayores porcentajes de ceniza: 9.449 y 9.066, respectivamente; el Complejo poblacional tuvo un porcentaje de 5.77, que fue el más bajo. El sorgo tuvo un porcentaje promedio de cenizas de 7.393, el cual es un porcentaje intermedio al presentado por los tres genotipos de mijo perla (Tabla 6).

Proteína cruda.- El contenido de PC varió entre los genotipos; siendo el 3-Mil-x y el Tifleaf los que mostraron los mayores porcentajes (11.658 y 11.588). El Complejo poblacional presentó un contenido de PC de 9.067%; mientras que el sorgo tuvo un contenido de PC de 7.067%, el cual fue el más bajo comparado con el que presentaron los tres cultivares de mijo perla (Tabla 6).

Fibra neutro detergente.- Los porcentajes de FND no variaron mucho entre los genotipos; siendo éstos: 67.38, 68.25 y 68.41% para los genotipos de mijo 3-Mil-x, Complejo poblacional y Tifleaf, respectivamente. El sorgo tuvo un contenido de FND de 72.11%, el cual fue el más alto que el que mostraron los genotipos de mijo perla (Tabla 6).

Fibra ácido detergente.- Su contenido varió ligeramente entre genotipos, siendo éstos: 32.27, 32.74 y 34.89%, para Tifleaf, Complejo poblacional y 3-Mil-x, respectivamente. El sorgo tuvo un contenido de FAD de 43.11%, el cual también es más alto que el que presentaron los genotipos de mijo perla (Tabla 6).

Lignina.- Los genotipos de mijo perla tuvieron contenidos de Lignina muy similares, siendo éstos: 5.52, 5.74 y 5.76%, para Complejo poblacional, 3-Mil-x y Tifleaf, respectivamente. El contenido de Lignina para sorgo fue de 6.26%, lo que indica que el sorgo tuvo un porcentaje de Lignina mayor que los tres cultivares de mijo perla estudiados (Tabla 6).

Calcio.- Los cultivares 3-Mil-x y Tifleaf fueron los que presentaron los porcentajes de calcio más altos: 0.329 y 0.323% respectivamente, seguidos por el Complejo poblacional con 0.260%. El sorgo presentó un porcentaje (0.180%) mucho más bajo que los contenidos en los genotipos de mijo perla (Tabla 6).

Fósforo.- Al igual que en el calcio los genotipos 3-Mil-x y Tifleaf fueron los que tuvieron los porcentajes de fósforo más altos: 0.050 y 0.043%, respectivamente; mientras que el Complejo poblacional tuvo un contenido de 0.035%. El sorgo mostró un porcentaje de 0.030%, que al igual que en el caso del calcio es menor que en los genotipos de mijo perla (Tabla 6).

Digestibilidad in vitro de la materia seca.- El porcentaje de la DIVMS se vió afectado por los genotipos, siendo éstos: 60.98, 59.12 y 58.60%, para Complejo poblacional, Tifleaf y 3-Mil-x, respectivamente. El sorgo presentó una DIVMS de 53.56%, lo que indica que los tres cultivares de mijo perla son más digestibles (Tabla 6).

Digestibilidad in vitro de la materia orgánica.- El porcentaje de la DIVMO tuvo un comportamiento similar al de la DIVMS. Los porcentajes fueron: 76.46, 75.10 y 74.37%, para Complejo poblacional, Tifleaf y 3-Mil-x, respectivamente. El sorgo presentó una DIVMO de 71.41%, también más bajo que los porcentajes presentados por los genotipos de mijo perla (Tabla 6).

4.4. Asociación entre las variables.

A continuación se presentan los resultados de los análisis de correlación entre variables para los 4 genotipos estudiados; las variables analizadas fueron: altura, diámetro y número de hojas del tallo principal, número de hijuelos, número de entrenudos del tallo principal, tasa hoja/tallo, rendimiento de materia verde por hectárea (RMV/ha), y rendimiento de materia seca por hectárea (RMS/ha). A continuación se discuten cada uno de éstos parámetros para cada genotipo y sólo se mencionan aquellos cuya correlación fue significativa.

4.4.1. Complejo poblacional.

Los siguientes resultados están basados en la Tabla 16.

Altura del tallo principal.- La altura del tallo se correlacionó positivamente ($P < 0.05$) con las variables: diámetro del tallo principal, número de hojas del tallo principal y RMV/ha. La información anterior indica que a medida que aumenta la altura del tallo principal, también lo hacen las variables con

Tabla 16. Asociación entre variables del cultivar Complejo poblacional.

ALTURA TALLO P.	1.00								
DIAM. TALLO P.	0.44*	1.00							
NO. DE HOJAS T.P.	0.38*	0.30N.S.	1.00						
NO. DE HIJUELOS	-0.09N.S.	0.03N.S.	0.00N.S.	1.00					
NO. DE ENTRENIDOS	0.19N.S.	0.10N.S.	0.17N.S.	0.64**	1.00				
REL HOJA/TALLO	0.29N.S.	0.37*	0.06N.S.	-0.07N.S.	0.15N.S.	1.00			
RDTO. M.V./ha.	0.36*	0.05N.S.	0.33N.S.	-0.05N.S.	0.18N.S.	-0.14N.S.	1.00		
RDTO. M.S./ha.	0.19N.S.	-0.16N.S.	0.13N.S.	0.10N.S.	0.19N.S.	-0.30N.S.	0.84**	1.00	
									RDTO. M.S./ha.
									RDTO. M.S./ha.
									REL. HOJA/TALLO
									NO. DE ENTRENIDOS
									NO. DE HIJUELOS
									NO. DE HOJAS T.P.
									DIAM. TALLO P.
									ALTURA TALLO P.

Nota: N.S. = No significativo

* = Correlación significativa

** = Correlación altamente significativa

que se correlacionó positivamente.

Diámetro del tallo principal.- Esta variable solo se correlacionó ($P < 0.05$) con la altura del tallo principal y con la tasa hoja/tallo, lo que indica que al aumentar el diámetro del tallo principal también aumentaba la altura del tallo y el peso de las hojas con respecto al tallo.

Número de hojas del tallo principal.- El número de hojas se correlacionó ($P < 0.05$) solo con la altura del tallo principal. Esta correlación fue positiva, lo que significa que a medida que aumenta la altura de la planta también se incrementa el número de hojas.

Número de hijuelos.- Hubo una relación positiva ($P < 0.01$) entre el número de hijuelos y el número de entrenudos. Lo que indica que al incrementarse el número de entrenudos se presentaban incrementos en el número de hijuelos.

Número de entrenudos del tallo principal.- El número de entrenudos se correlacionó ($P < 0.01$) con la variable número de hijuelos. Esto significa, como ya se había explicado, que a medida que aumenta el número de entrenudos también lo hace el número de hijuelos.

Tasa hoja/tallo.- La tasa hoja/tallo se correlacionó ($P < 0.05$) con la variable diámetro del tallo principal, siendo ésta correlación positiva. Lo que indica la tendencia a incrementarse el peso de las hojas con respecto al tallo, a medida

que se incrementa el diámetro del tallo principal.

Rendimiento de materia verde por hectárea.- Se presentó una correlación ($P < 0.05$) entre el RMV/ha con la variable altura del tallo principal, y con el RMS/ha ($P < 0.01$). Esto indica que el RMV/ha se incrementa a medida que la altura del tallo principal y el RMS/ha también lo hacen (Tabla 20).

Rendimiento de materia seca por hectárea.- El RMS/ha presentó una correlación altamente significativa con el RMV/ha. Esto significa que el RMS/ha se incrementa a medida que se incrementa el RMV/ha (Tabla 21).

4.4.2. Tifleaf.

Los siguientes resultados están basados en la Tabla 17.

Altura del tallo principal.- La altura del tallo principal se correlacionó de una manera significativa con las variables diámetro del tallo principal y RMV/ha, y de una manera altamente significativa con el número de hojas del tallo principal. Esto indica que a medida que aumenta la altura del tallo principal se presentan incrementos dentro de las variables con que se correlacionó. También se correlacionó negativamente de una manera altamente significativa con la variable tasa hoja/tallo, lo que nos indica que a medida que aumentaba la altura del tallo principal disminuía la tasa hoja/tallo, es decir, que el peso de las hojas disminuía con respecto al tallo.

Diámetro del tallo principal.- Esta variable se correlacionó ($P < 0.05$) con las variables altura del tallo principal, RMV/ha y RMS/ha, y de manera altamente significativa con la variable número de hojas del tallo principal. Esto significa que al incrementarse el diámetro del tallo principal, también se incrementan la altura, el RMV/ha, el RMS/ha y el número de hojas del tallo principal.

Número de hojas del tallo principal.- El número de hojas del tallo principal presentó una correlación altamente significativa contra las variables altura del tallo principal, RMV/ha y RMS/ha. Lo que quiere decir que a medida que aumenta el número de hojas también lo hacen las variables mencionadas.

Número de hijuelos.- El número de hijuelos se correlacionó con el número de entrenudos. Esta correlación fue positiva y altamente significativa, lo que indica que el número de hijuelos se incrementa al aumentar el número de entrenudos del tallo principal.

Número de entrenudos del tallo principal.- Hubo una correlación entre ésta variable y el número de hijuelos ($P < 0.01$). Esto significa que al incrementarse el número de entrenudos del tallo principal también se incrementa el número de hijuelos.

Tasa hoja/tallo.- La tasa hoja/tallo tuvo una correlación negativa ($P < 0.01$) con la variable altura del tallo principal.

Esto indica que la tasa hoja/tallo, es decir, el peso de las hojas con respecto al tallo, disminuyó al incrementarse la altura del tallo principal.

Rendimiento de materia verde por hectárea.- Esta variable se correlacionó ($P < 0.05$) con las variables altura y diámetro del tallo principal, y también ($P < 0.01$) con las variables número de hojas del tallo principal y RMS/ha. Esto quiere decir que al incrementarse éstas variables, también se incrementa el RMV/ha (Tabla 20).

Rendimiento de materia seca por hectárea.- El RMS/ha presentó correlación ($P < 0.05$) con el diámetro del tallo principal. También se correlacionó ($P < 0.01$) con el número de hojas del tallo principal y con el RMV/ha. Esto indica que el RMS/ha se incrementa a medida que se incrementan el diámetro y el número de hojas del tallo principal, así como el RMV/ha (Tabla 21).

4.4.3. 3-Mil-x.

Los siguientes resultados están basados en la Tabla 18.

Altura del tallo principal.- Para ésta variable se presentaron correlaciones significativas con las variables diámetro y número de entrenudos del tallo principal; y altamente significativas con las variables número de hojas del tallo principal, RMV/ha y RMS/ha. Lo anterior quiere decir que a medida que se incrementó la altura del tallo principal también lo hicieron las variables antes mencionadas. También se correlacion

Tabla 18. Asociación entre variables del cultivar 3-Mil-x.

ALTURA TALLO P.	1.00											
DIAM. TALLO P.	0.42*	1.00										
No. DE HOJAS T.P.	0.60**	0.26N.S.	1.00									
No. DE HIJUELOS	-0.25N.S.	0.31N.S.	-0.06N.S.	1.00								
No. DE ENTRENUEOS	0.42*	0.37*	0.24N.S.	0.37*	1.00							
REL. HOJA/TALLO	-0.48**	-0.03N.S.	-0.07N.S.	0.65**	0.01N.S.	1.00						
RDT. M.V./ha.	0.48**	0.43*	0.10N.S.	-0.22N.S.	0.09N.S.	-0.33N.S.	1.00					
RDT. M.S./ha.	0.62**	0.30N.S.	0.28N.S.	-0.44**	0.25N.S.	-0.46**	0.83**	1.00				
	ALTURA TALLO P.	DIAM. TALLO P.	No. DE HOJAS T.P.	No. DE HIJUELOS	No. DE ENTRENUEOS	REL. HOJA/TALLO	RDT. M.V./ha.	RDT. M.S./ha.				

= No significativo

= N.S. = Correlación significativa

= * = Correlación altamente significativa

Nota: **

nó ($P < 0.01$) pero negativamente con la variable tasa hoja/tallo, lo que indica que al incrementarse la altura el peso de las hojas con respecto al tallo disminuye.

Diámetro del tallo principal.- El diámetro se correlacionó en forma significativa con las variables altura, número de entrenudos del tallo principal y RMV/ha; lo que significa que al aumentar el diámetro del tallo principal, también aumentaba la altura y el número de entrenudos del mismo, así como el RMV/ha.

Número de hojas del tallo principal.- Esta variable solo se correlacionó con la variable altura del tallo principal ($P < 0.01$). Esto indica que a medida que se incrementaba la altura del tallo principal también se incrementaba el número de hojas del mismo.

Número de hijuelos.- El número de hijuelos presentó una correlación positiva significativa con la variable número de entrenudos del tallo principal, y una correlación altamente significativa con la tasa hoja/tallo; lo que indica que el número de hijuelos se incrementa al aumentar el número de entrenudos del tallo principal, y que al incrementarse el número de hijuelos también se incrementa la tasa hoja/tallo. También presentó una correlación negativa ($P < 0.01$) con el RMS/ha, lo que quiere decir que al incrementarse el número de hijuelos el RMS/ha disminuye.

Número de entrenudos del tallo principal.- Se presentó una correlación significativa entre ésta variable y las variables altura del tallo principal, diámetro del tallo principal y número de hijuelos. Lo que indica que a medida que aumenta el número de entrenudos del tallo principal también se incrementan éstas variables.

Tasa hoja/tallo.- La tasa hoja/tallo se correlacionó en forma altamente significativa con la variable número de hijuelos, lo que quiere decir que la tasa hoja/tallo se incrementa al aumentar el número de hijuelos. También presentó una correlación altamente significativa con las variables altura del tallo principal y RMS/ha, lo que significa que el peso de las hojas con respecto al tallo disminuye a medida que aumentan la altura y el RMS/ha.

Rendimiento de materia verde por hectárea.- Esta variable se correlacionó en forma significativa con la variable diámetro del tallo principal, y de una manera altamente significativa con las variables altura del tallo principal y RMS/ha. Lo anterior significa que a medida que se incrementaba el RMV/ha también lo hacían las variables con las que se correlacionó (Tabla 20).

Rendimiento de materia seca por hectárea.- El RMS/ha presentó una correlación altamente significativa con las variables altura del tallo principal y RMV/ha, lo que indica que el RMS/ha se incrementa a medida que se incrementan las varia-

bles antes mencionadas. También presentó una correlación altamente significativa pero negativa, con las variables número de hijuelos y tasa hoja/tallo, lo que indica que el RMS/ha disminuye a medida que aumentan el número de hijuelos y la tasa hoja/tallo (Tabla 21).

4.4.4. Sorgo forrajero cv. Beefbuilder.

Los siguientes resultados están basados en la Tabla 19.

Altura del tallo principal.- Para esta variable se presentaron correlaciones altamente significativas con las variables número de hojas del tallo principal, RMV/ha y RMS/ha; también presentó una correlación significativa con la variable número de entrenudos. Esto significa que a medida que aumenta la altura del tallo principal, también se presentaban aumentos dentro de las variables antes citadas.

Diámetro del tallo principal.- El diámetro del tallo principal no se correlacionó con ninguna de las demás variables estudiadas.

Número de hojas del tallo principal.- Esta variable se correlacionó ($P < 0.01$) con las variables altura del tallo principal, RMV/ha y RMS/ha. Lo anterior indica que a medida que aumenta el número de hojas del tallo principal las variables antes mencionadas también se incrementan.

Número de hijuelos.- Este genotipo no presenta el hábito de ahijamiento.

Número de entrenudos del tallo principal.- El número de entrenudos del tallo principal presentó una correlación significativa con las variables altura del tallo principal y RMS/ha. Lo anterior indica que a medida que se incrementa la altura del tallo principal también aumentan el número de entrenudos del tallo principal y el RMS/ha.

Tasa hoja/tallo.- Ninguna de las variables estudiadas se correlacionó con la tasa hoja/tallo.

Rendimiento de materia verde por hectárea.- Esta variable presentó una correlación altamente significativa con las variables altura del tallo principal, número de hojas del tallo principal y RMS/ha; lo que significa que el RMV/ha se incrementa a medida que se incrementan la altura, el número de hojas del tallo principal y el RMS/ha (Tabla 20).

Rendimiento de materia seca por hectárea.- El RMS/ha se correlacionó significativamente con la variable número de entrenudos del tallo principal, y de manera altamente significativa con las variables altura del tallo principal, número de hojas del tallo principal y RMV/ha. Esto quiere decir que el RMS/ha se incrementa a medida que se incrementan las variables antes mencionadas (Tabla 21).

Tabla 20. Componentes del rendimiento para materia verde.

VARIABLES	G E N O T I P O S			
	1	2	3	4
Altura tallo P.	0.36*	0.34*	0.48**	0.57**
Diám. tallo P.	0.05 N.S.	0.41*	0.43*	0.30 N.S.
Nº de hojas	0.31 N.S.	0.56**	0.10 N.S.	0.72**
Nº de hijuelos	-0.04 N.S.	0.26 N.S.	-0.22 N.S.	----
Nº de entrenudos	0.18	0.27 N.S.	0.08 N.S.	0.17 N.S.

(1) Complejo poblacional, (2) Tifleaf, (3) 3-Mil-x y
 (4) Sorgo forrajero cv. Beefbuilder.

Tabla 21. Componentes del rendimiento para materia seca.

VARIABLES	G E N O T I P O S			
	1	2	3	4
Altura tallo P.	0.19 N.S.	0.32 N.S.	0.61**	0.55**
Diám. tallo P.	-0.16 N.S.	0.41*	0.30 N.S.	0.16 N.S.
Nº de hojas	0.13 N.S.	0.68*	0.28 N.S.	0.59**
Nº de hijuelos	0.10 N.S.	0.17 N.S.	-0.44**	----
Nº de entrenudos	0.19 N.S.	0.02 N.S.	0.25 N.S.	0.37*

(1) Complejo poblacional, (2) Tifleaf, (3) 3-Mil-x y
 (4) Sorgo forrajero cv. Beefbuilder.

5. DISCUSION

La República Mexicana en gran parte comprende zonas áridas y semiáridas, con baja precipitación pluvial, por lo que se ve en la necesidad de aprovechar al máximo éste recurso; para cumplir con esto es necesario desarrollar cultivos con bajos requerimientos de agua y con alta producción de forraje y/o grano para uso humano ó animal. Para una especie de reciente introducción es necesario conocer cuales son los factores que afectan el rendimiento y la calidad nutricional. Para un cultivo forrajero la densidad de siembra es determinante ya que tiene no tan solo implicación sobre los rendimientos y manejo del cultivo, sino también sobre la bromatología y la calidad nutritiva del forraje producido. La densidad de siembra a usar depende de los objetivos del cultivo, la disponibilidad de agua, del genotipo a sembrar y del nivel de fertilidad del suelo, entre otros (López, 1991). Poca información hay acerca de la densidad óptima de siembra en el mijo perla, Tomar, Harika y Ganguly (1985), dicen que es necesario establecerla en cada región para lograr obtener una producción máxima en éste cultivo. La literatura (Hughes et. al., 1951; Robles, 1976) en forma aislada mencionan los posibles efectos de una mayor densidad de siembra en los cultivos forrajeros, algunos de estos efectos coinciden con lo observado en éste experimento, éstos son: mayor altura, menor grosor de los tallos, mayor o menor producción de hijuelos, mayor rendimiento, mayor o menor rendimiento en el rebrote, mayor palatabilidad, menor desperdi

cio del forraje, menor problema de malezas, entre otros. En el presente trabajo no se encontraron efectos significativos entre las densidades de población estudiadas (100, 175 y 250 mil plantas/ha) sobre los rendimientos de MV y MS. La falta de respuesta en el rendimiento a diferentes densidades de siembra ha sido publicada por Farías et al. 1983, quien probó densidades de 15, 20, 25, 30 y 35 Kg/ha de semilla. Lo mismo ha sucedido con los resultados obtenidos en ésta investigación, pues aunque hay una tendencia hacia una mayor producción a densidades más altas (Tabla 6) éstas diferencias no fueron significativas. Sin embargo, otros autores (Umrani et al., 1982) bajo condiciones precarias de humedad, demostraron que el rendimiento de forraje se vió afectado significativamente por la densidad de siembra; la densidad más alta que ellos probaron (225,000 plantas/ha) fue la que rindió más forraje. En el sorgo el aumento de la distancia entre plantas incrementó el número de hijuelos, también resultó en una disminución de la altura y el rendimiento de MS, y en un incremento en la tasa hojatallo y diámetro de los hijuelos (Caravetta et al., 1987). Estos resultados coinciden con los obtenidos en éste trabajo. En otros estudios realizados en el mijo perla, (Vangamodi y Ramaswamy, 1983), probaron 6 espaciamientos entre plantas, encontrando que el menor espaciamiento (30 x 10 cm) tuvo la máxima altura, pero el mínimo número de hijuelos totales y productivos, y el mayor espaciamiento (60 x 20 cm) obtuvo la altura mínima y el máximo número de hijuelos totales y productivos.

En investigaciones anteriores realizadas por Rangel (1989) durante el ciclo primavera-verano, probó tres densidades de población (100, 175 y 250 mil plantas/ha) con dos niveles de nitrógeno (0 y 100 Kg N/ha) en tres genotipos de mijo perla (Complejo poblacional, Tifleaf y 3-Mil-x), encontró que no hubo diferencia significativa entre las poblaciones probadas, sin embargo, se vió una tendencia ascendente en el rendimiento conforme se incrementaban las poblaciones. Aquí también se pueden corroborar los resultados obtenidos en ésta investigación.

También se ha investigado el efecto de la densidad de siembra sobre la calidad nutritiva del forraje de sorgo (Caravetta et al., 1987) encontrándose que el incremento en la distancia entre plantas resultó en un declíne lineal en la FND y en la lignina. La DIVMS aparente del forraje total y el contenido de nitrógeno se incrementó 15.3 y 17.1%, respectivamente, cuando el espaciamiento se incrementó de 5.1 a 61 cm. Contrario a los resultados reportados por Caravetta et al. (1987), en el presente estudio se encontró que al incrementar la densidad de población se presentaron los siguientes efectos: el contenido de FND y lignina tuvieron una tendencia a declinar bien marcada, el contenido de PC se mantuvo muy similar y la DIVMS y DIVMO se incrementaron (Tabla 6). Posiblemente éstos resultados se deben a que en una menor población de plantas, éstas se encuentran más expuestas al sol y al aire caliente, por lo cual la planta tiende a incrementar su fibrosidad y a lignificarse para evitar la pérdida de humedad; éstos efectos son de-

bido a mecanismos de resistencia a la sequía propios de la planta.

Por otra parte, la interrelación que se observó entre el contenido mas alto de lignina y la digestibilidad más baja, ya había sido observada por otros investigadores (Sullivan, 1947). Un aspecto interesante en esta interrelación es que el consumo de los forrajes de alta digestibilidad suele ser mayor que el de los forrajes poco digestibles.

La aplicación de 100 Kg de N/ha no afectó significativamente el rendimiento, aunque se observó una ligera tendencia al incremento en el número de hijuelos. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Umrani et al. (1982), quienes con la aplicación de 50 Kg de N/ha bajo condiciones de temporal, incrementaron el rendimiento, tanto de grano como de forraje. La aplicación de 100 Kg de N/ha no incrementó más el rendimiento de grano ni de forraje. Estos mismos autores (Umrani et al., 1983) trabajando bajo condiciones precarias de humedad, mostraron que el rendimiento de forraje y grano fué más alto con 150,000 plantas/ha que con 75,000. Al igual que en su estudio anterior hubo respuesta a la aplicación de 50 Kg de N/ha, y los incrementos observados con 100 Kg de N/ha fueron pequeños. Aquí en México, Farías et al. (1983), aplicaron dosis de 0, 40, 80, 100 y 120 Kg N/ha, no encontrando diferencias en el rendimiento al primer corte ni al acumular los tres que se dieron al cultivo. Resultados que coinciden con los aquí obtenidos han sido mencionados por Rangel (1989).

Por otra parte, la fertilización también influye en la calidad del forraje. El efecto general en las gramíneas es un incremento en la cantidad de proteína, esto aparentemente debido en parte a la mayor producción y peso de las hojas. En el maíz el principal efecto de la aplicación de N es en la concentración de PC en las hojas y tallos (Cummings, 1967). Efectos benéficos del nitrógeno se ven también en el incremento del contenido de aminoácidos (Fukunaga, 1967). En nuestro estudio se observó que la fertilización no incrementó el contenido porcentual de proteína con respecto al testigo no fertilizado, pero sí incrementó ligeramente el contenido de cenizas y la DIVMO; los porcentajes de FAD, lignina, Ca, P y DIVMS se mantuvieron muy similares (Tabla 6). El incremento en la DIVMO con la aplicación de N ha sido demostrado con los resultados obtenidos por algunos investigadores (Rangel, 1989; Waite, 1970; Leslie et al., 1966). La aplicación de 100 Kg de N/ha en mijo perla incrementó la PC y disminuyó los porcentajes de FND y lignina (Rangel, 1989).

La composición mineral del forraje está influenciada por gran número de factores incluyendo la especie de planta, fase de crecimiento, parte de la planta, fertilidad del suelo y la aplicación de fertilizantes, entre otros (Sullivan, 1969). Consecuentemente la composición mineral de la planta es una función de complejas interrelaciones entre el suelo, el fertilizante, el ambiente y el forraje mismo. Uno de los elementos químicos que produce ciertos efectos es el nitrógeno, ya que

puede cambiar la composición química de una pradera, la composición química del forraje, o tener un efecto directo en la toma de otros minerales del suelo. Heddle y Crooks (1967), notaron que el calcio del forraje se incrementó con el nitrógeno. En éste trabajo no se pudo corroborar esta observación. Sin embargo, en un estudio realizado en condiciones similares a éste pero en el ciclo primavera-verano (Rangel, 1989), se pudo observar un aumento en el porcentaje de calcio con la aplicación de 100 Kg N/ha.

Los diferentes genotipos probados se comportaron en forma diferente ($P < 0.01$) para la mayoría de las características agronómicas evaluadas en este experimento. En especial, las diferencias estuvieron en la altura, número de hojas, número de hijuelos, número de entrenudos, rendimiento de MV y MS por hectárea; en la tasa hoja-tallo hubo diferencias y tendencias bien marcadas, aunque éstas no fuéron significativas. El rendimiento de MS obtenido puede considerarse similar al logrado por Maynez (1987), en Chihuahua con el cultivar Millex-24 (4.828 t/ha de MS). Asimismo Farías et al. (1983), en la región NE del país probaron 5 dosis de N al establecimiento del mijo (0, 80, 100 y 120 Kg N/ha), obteniendo rendimientos al primer corte de 4.91, 5.29, 5.78, 5.63 y 4.75 Kg MS/ha que también coinciden con los rendimientos obtenidos en éste trabajo; sin embargo, Farías et al. (1987), en Durango obtuvo rendimientos de 10 t/ha de MS, aunque esta cifra lograda en dos cortes.

Entre genotipos el contenido de nutrientes tuvo una mayor

variación, como es el caso de la ceniza, en donde los cultivares mejorados de mijo perla (Tifleaf y 3-Mil-x) tuvieron un contenido de un 22% mayor que el Complejo poblacional, que es un cultivo de doble propósito y un 25% más que el sorgo forrajero. Lo mismo sucedió con el contenido de proteína, calcio y fósforo. El contenido de FND, FAD y lignina fue más alto en el sorgo que en cualquiera de los mijos. LA DIVMS y la DIVMO fueron más altas en los mijos que en el sorgo. Coser y Maraschin (1981), compararon el rendimiento y la calidad del sorgo (cv Sordan NK) y del mijo perla (cv común), y observaron que el mijo perla tuvo valores más altos en la DIVMS y DIVMO. Estos resultados coinciden con los obtenidos en éste estudio.

El rendimiento del forraje estuvo asociado con la altura de la planta, diámetro del tallo y el número de hojas, y en forma negativa con el número de hijuelos (Tablas 20 y 21).

También los componentes del rendimiento estuvieron correlacionados entre sí. Los resultados obtenidos concuerdan con los publicados en la literatura mundial. Mangath (1986), observó que el rendimiento de forraje de mijo estuvo asociado con la altura de la planta, grosor del tallo, número de entrenudos, el ancho de la hoja, y los días a la floración. Shakoor et al. (1983), en Pakistán estudió el comportamiento de cultivares bajo condiciones de temporal, ellos observaron correlaciones positivas entre el rendimiento con la altura de la planta, número de hojas y número de hijuelos.

6. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el transcurso de éste ensayo experimental, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- Las densidades de población estudiadas presentaron tendencias ascendentes en el rendimiento conforme éstas se incrementaban, aunque no fueron significativas. Las densidades de población no afectaron el contenido de proteína y minerales. El contenido de fibra y lignina tuvieron una tendencia a declinar conforme se incrementaba la densidad de población. Asimismo la digestibilidad tanto de la MO como de la MS presentaron tendencias ascendentes conforme la densidad de población se incrementaba.
- 2.- La fertilización nitrogenada no afectó el rendimiento, ni los demás parámetros que se evaluaron. Sin embargo la calidad nutritiva del forraje mejoró en el contenido de ceniza y la digestibilidad de la materia orgánica.
- 3.- Se observaron diferentes comportamientos productivos entre los tres genotipos de mijo perla estudiados, comportándose mejor el Complejo poblacional, seguido del Tifleaf y después el 3-Mil-x. En cuanto a la calidad nutritiva Tifleaf y 3-Mil-x tuvieron los mejores porcentajes de cenizas y proteína, sin embargo, el Complejo poblacional obtuvo los mejores porcentajes de digestibilidad. El sorgo forrajero presentó los mejores rendimientos de forraje, pero en cuanto a calidad nutritiva tuvo porcentajes de cenizas, proteí

na, minerales y digestibilidad más bajos, y porcentajes de fibra y lignina más altos que los presentados por los genotipos de mijo perla.

- 4.- En general, los genotipos de mijo perla estudiados en sus diferentes poblaciones y niveles de fertilización presentaron una muy buena calidad nutritiva, habiendo éstos superado a las que presentan los demás forrajes de características similares al mijo perla que se utilizan en nuestra región.

7. RESUMEN

Es muy importante estudiar los factores que influyen en la producción y calidad del mijo perla como forraje, así como conocer su valor nutricional. Esto con el objeto de conocer la potencialidad del cultivo como forraje en ésta región.

Los objetivos de ésta investigación fueron: (1) Estudiar el efecto de la densidad de población y la fertilización, sobre la productividad de tres genotipos de mijo perla y uno de sorgo forrajero. (2) Seleccionar el sistema de cultivo que ofrece el óptimo de producción y aporte de nutrientes. Este estudio fue conducido en la Estación Agropecuaria Marín de la Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.

El diseño experimental al que se sometieron los tratamientos fue el de Bloques al Azar con arreglo de Parcelas Divididas. Las parcelas grandes fueron las tres diferentes poblaciones (100,000; 175,000 y 250,000 plantas/ha), y las parcelas chicas una combinación factorial 4x2 (4 genotipos x 2 niveles de N; 0 y 100 Kg N/ha). Los tratamientos se repitieron cuatro veces.

Los resultados de este experimento realizado en Otoño 1988, bajo condiciones de riego pueden ser sumarizados como sigue: (1) Los rendimientos de forraje máximos se produjeron con la población de 250,000 plantas/ha, sin embargo, éste rendimiento no difiere significativamente de los obtenidos por la población más baja, por lo tanto la población más alta

(250,000 plantas/ha) podría ser plantada para tomar ventaja de aquellas estaciones con buena cantidad y distribución de la precipitación. La densidad de población tuvo efecto sobre la calidad nutritiva del forraje, a medida que se incrementaba la densidad el contenido de fibra y lignina declinaba y por consecuencia de esto aumentaban los porcentajes de DIVMS y DIVMO; sin embargo, el contenido de cenizas, minerales (Ca y P) y proteína no se vieron afectados con el incremento en la densidad de población. (2) La fertilización con 100 Kg N/ha no afectó significativamente los rendimientos de MV y MS, con respecto a los rendimientos obtenidos con el nivel 0 Kg de N/ha. Con respecto a la calidad nutritiva del forraje se observó una ligera tendencia ascendente en los porcentajes de cenizas y DIVMO, con la aplicación de 100 Kg N/ha. (3) Los genotipos se comportaron en forma diferente en cuanto a la mayoría de los parámetros estudiados, observándose diferencia estadística para las variables altura, diámetro, número de hojas, número de hijuelos y número de entrenudos del tallo principal, así como en los rendimientos de MV y MS/ha. También se observaron diferencias en la calidad nutritiva, siendo éstas en el contenido de cenizas, proteínas, FND, FAD, lignina, minerales (Ca y P), así como en los porcentajes de digestibilidad tanto de la MS como de la MO.

8. BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1975. Official methods of analysis. 13th ed. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- Azam - Ali, S.N., P.J. Gregory, y J.L. Monteith. 1984. Effects of planting density on water use and productivity of pearl millet (Pennisetum typhoides) grown on stored water. I. Growth of roots and shoots. *Experimental Agriculture* 20(3): 203-214.
- Brunken, J.; De Wet, J. M.J. y Harlan, J.R. 1977. The morphology and domestication of pearl millet. *Econ. Botany*. 31 (2): 163-174.
- Caravetta, G.J., J.H. Cherney, y K.D. Johnson. 1987. Influence of plant population on morphology and forage quality of diverse Sorghum genotypes. *Agron. Abs.* p. 141.
- Chaudhuri, U.N. y E.T. Kanemasu. 1985. Growth and water use of pearl millet (Pennisetum americanum) and sorghum (Sorghum bicolor). *Field Crops Res.* 10(2):113-124.
- Coser, A.C. y G.E. Maraschin. 1981. Forage yield and quality of pearl millet var. Comun and Sorghum cv. Sordan N.K., under grazing. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 16(3): 397-403.
- Cummings, K.R. 1967. Plant and animal response to nitrogen fertilization of Zea mays and Sorghum vulgare var. sudanense. Ph.D. Thesis. Purdue University, Ann Arbor, Mich.
- Farías, F.J.M. 1987. Parcelas de validación de mijo perla en la Comarca Lagunera. SARH-INIFAP-CIAN (México). *Avances de Investigación Agrícola en Zonas de Riego y Temporal*. 12:188.

- Farías, F.J.M., H.M. Quiroga, y C.R. Faz., 1983. Mijo perla. SARH-INIA-CIAN (México). Avances de Investigación en Zonas de Riego y Temporal 8:88.
- Fukunaga, K. 1967. Effects of nitrogen fertilization on yield, crude protein, aminoacids, and carotene content of ryegrass, timothy and orchardgrass. Res. Bull. Obihiso Zotech. Univ. Ser. 1. 5: 208-224.
- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 2da. ed. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García-Huidobro, J., Monteith, J.L. y Squire, G.R. 1983. Time, temperature and germination of pearl millet (Pennisetum glaucum). Field Crop. Abstracts. Vol. 36(2):1589.
- Goering, H.K. y P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber and analysis apparatus, reagents, procedures, and some applications. USDA-ARS Handbook no. 379.
- González, P.R.J. 1983. Evaluación de variedades de mijos forrajeros. SARH-INIA-CIAN (México). Avances de Investigación Agrícola en zonas de Riego y Temporal 8:349.
- Harshbarger K.E., W.B. Nevens, R.W. Touchberry, A.L. Lang, y G.H. Dungan. 1954. Yield and composition of corn forage as influenced by soil fertilization. Illinois Agric. Res. Sta. Bull. 577.
- Heddle, R.G. y P. Crooks. 1967. Long term effects of fertilizers on herbage production. II. Chemical composition. J. AgriSci. 69: 433-441.

- Hughes, H.D., M.D. Heath, y D.S. Metcalfe. 1951. Forages: the science of grassland agriculture. Iowa State College Press.
- ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics). 1982. ANNUAL Report for 1981. Patancheru, A.P., India, ICRISAT.
- Katoria, V.B., Phool Singh, B.S. Malik, y H.C. Sharma. 1981. Effect of irrigation and nitrogen on the yield and quality of pearl millet and maize grown for summer fodders. Haryana Agricultural University Journal of Research (India) 11(1):100-102.
- Kaushik, S.K. y M.Pal. 1982. Response of pearl millet hybrids to nitrogen levels under irrigated conditions. Indian Journal of Agronomy 27(4):435-436.
- Leslie, J.L., R.W. Hemken, y N.A. Clark. 1966. A comparison of nitrogen fertilized grasses with a grass-legume mixture as pasture for dairy cows. Maryland Agric. Exp. Sta Bull. A-144.
- López, D.U. 1991. Estudio agrobiológico del mijo perla (Pennisetum americanum (L.) Leeke), como alimento para el ganado. Tesis Doctor en Ciencias con especialidad en alimentos. Facultad de Ciencias Biológicas, División Estudios de Postgrado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, 138 p.
- Maiti, R.K. y D.U. López. 1986. Potencial del mijo perla en las regiones semiáridas de México. Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. 254p.

- Maiti, R.K. y D.U. López. 1990. Mijo perla: Adaptación y productividad en México. Editorial Trillas (en prensa).
- Mangath, K.S. 1986. Correlation of some characters contributing fodder yield in pearl millet (Pennisetum typhoides). Indian Agriculturist 30(2): 143-146.
- Maynez, R.J. 1987. Evaluación de cuatro variedades de sudanes y dos variedades de mijo perla. SARH-INIFAP-CIAN (México). Avances de Investigación Agrícola en zonas de Riego y Temporal 12:24.
- Mudd, A.J. 1970. The influence of heavily fertilized grass on mineral metabolism of dairy cows. J. Agric. Sci. 74: 11-21.
- Munda, G.C., M. Pal, S.L. Pandey. 1983. Effect of nitrogen and phosphorus on the yield, quality and yield attributing characters of pearl millet. Indian Journal of Agronomy 28(4):332-339.
- Nowakowski, T.Z. 1962. Effects of nitrogen fertilizer on total nitrogen, soluble nitrogen, and soluble carbohydrate content of grass. J. Agric. Sci. 59:387-392.
- Owen, F.G. 1967. Factors affecting nutritive value of corn and Sorghum silage. J. Dairy Sci. 50:404-416.
- Rangel, G.J. 1989. Estudio Agrobiológico del mijo perla (Pennisetum americanum (L.) Leeke), bajo condiciones de riego, como alimento para el ganado. Ciclo primavera 88. Tesis Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 73 p.
- Robles, S.R. 1976. Producción de granos y forrajes. Limusa. México. 592 p.

- Shakoor, A., M.B. Bhatti, y CH. Zafar-ud-din. 1983. (Performance of different millet varieties for grain and fodder production under rainfed conditions). Pakistan Journal of Agricultural Research 4(3): 161-165.
- Siag, R.K., S.S. Bhargava, y M. Lal. 1981. Fodder production potentiality of bajra (Var. Rajko) under different levels of nitrogen and phosphorus in unrrigated conditions. Agricultural Science Digest 1(2): 111-112.
- Singh, et al. 1984. Combining ability in pearl millet. Indian Journal of Agricultural Sci. 54(3): 175-180.
- Sppedding, C.R.W. 1975. Grasses and legume in Brithish Agriculture. p.p. 136-141.
- Stephenson, R.J. y G.L. Posler. 1984. Forage yield pearl millet. Transactions of the Kansas Academy of Science 87 (3-4): 91-97.
- Sullivan, J.T. 1947. Chemical composition of some forage grasses. II. Successive cutting during the growing season. Agronomy Journal 48: 11-14.
- Sullivan, J.T. 1969. Chemical composition of forages with reference to the needs of the grazing animal. USDA-ARS. Publ. 34, 107.
- Tilley, J.M.A. y R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion forage crops. J. Brit. Grassld. Soc. 18: 104.
- Tomar, P.S., A.S. Harika, y T.K. Ganguly. 1985. Plant density studies in forage hybrid pearl millet. Forage Research 11(1): 77-78.

- Jmrani, N.K., C.B. Patil, y K.B. Chavan. 1982. Effect of nitrogen, plant density and row spacing in pearl millet under dryland condition. Milwai Newsletter 1:4.
- Umrani, N.K., S.Y. Daftardar, C.B. Patil, y R.B. Walujkar. 1983. A note on the effect of inter row spacing' plant density and nitrogen application on pearl millet. BJ-104 under scanty rainfall conditions. Annuals of Arid Zone 22(2): 173-175.
- Upton, W.H. 1979. Irrigated summer forage crops for beef cattle. Herbaje Abstracts. 49(7):312.
- Vanganodi, K. y Ramaswamy, K.R. 1983. Influence of plant densitity on yield and quality of KM. 9 hybrid bajra seed. Madras Agricultural Journal. 70(11): 736-739.
- Waite, R. 1958. The water-soluble carbohydrates of grasses. IV. The effects of different levels of fertilizer treatment. J. Sci. Food. Agr. 9:39-43.
- Waite, R. 1970. The structural carbohydrate and the in vitro digestibility of a Rye grass and a cooksfoot at two levels of nitrogenous fertilizer. J. Agr. Sci. 74: 457-462.
- Warren, H. y Martin, J.H. 1963. Cereal Crops. The McMillan Co. U.S.A. p.p. 755-760.
- Yudina, E.V. 1982. Growing Panicum millet for green fodder in Leningrad province (Ru). Byulleten'Vsesoyuznogo Ordena Lenina i Ordena Druzhby Narodov. Instituta Rasteniievodstva Imeni N.I. Vavilova. 116:21-24. (Summary).
- Yusuf, M. 1982. Effect of tillage systems on soil bulk density and root development on bajra. Indian I. Agronomy. 27(1): 80-81.

