

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION BROMATOLOGICA DE GERMOPLASMA
DE MIJO PERLA [Pennisetum americanum (L.) Leeke]
EN GRANO Y FORRAJE.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

JUAN MANUEL HUERTA CAVAZOS

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1987

000.633
FA28
1987
C.5

T

SB191

.M5

H8

C.1



1080061650

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION BROMATOLOGICA DE GERMOPLASMA
DE MIJO PERLA [Pennisetum americanum (L.) Leeke]
EN GRANO Y FORRAJE.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

JUAN MANUEL HUERTA CAVAZOS

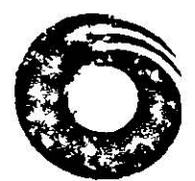
MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1987

07844

T
SB191
.M5
H8

040.6 3
FA 28
9 7
.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. TESLS



BU Raxi Rangel Films
UANL
FONDO
TESIS LINGÜÍSTICAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

"EVALUACION BROMATOLOGICA DE GERMOPLASMA DE MIJO PERLA [Pennisetum americanum (L.) Leake] EN GRANO Y FORRAJE.

Tesis que presenta JUAN MANUEL HUERTA CAVAZOS para obtener el título
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

COMISION REVISORA:

Ph.D. ULRICO R. LOPEZ DOMINGUEZ

Asesor Principal

ING. M.C. RAMON TREVIÑO TREVIÑO

Asesor Auxiliar

MARIN, N.L.

DICIEMBRE DE 1987.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Juan B. Huerta Rendón

Sra. Ma. Dolores Cavazos de Huerta

Por todo su apoyo y la confianza que ellos mostraron, lo cual hizo la culminación de mi carrera.

A MIS HERMANOS:

Antonio Juan

Julia Ma. del Refugio

Silvia Guadalupe

A MIS FAMILIARES:

Por todo el apoyo brindado durante mis estudios.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Que me apoyaron en todo momento a lo largo de mi carrera.

A MIS ASESORES:

Ph.D. Ulrico R. López Domínguez

Ing. MC. Ramón Treviño Treviño

Con admiración y respeto por su dedicación profesional, por sus consejos y por haber guiado e impulsado en el desarrollo de mi trabajo.

A LOS MAESTROS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA, UANL

Por su gran labor de transmitir sus conocimientos y experiencias sin interés alguno, más que el de forjar buenos profesionistas.

AL PERSONAL DEL LABORATORIO DE BROMATOLOGIA
DE LA FAUANL.

Ing. MC. Felipe de J. Cárdenas G.

QBP. Luz Ma. Murillo de V.

Ing. José Francisco Uresti Salazar.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.	3
2.1. Origen y Distribución.	3
2.2. Clasificación Botánica.	3
2.3. Descripción de la Planta.	5
2.3.1. Raíz.	5
2.3.2. Desarrollo de los hijuelos (amacollamiento).	6
2.3.3. Desarrollo del área foliar.	6
2.3.4. Crecimiento del tallo.	7
2.3.5. Desarrollo de la espiga.	7
2.3.6. Crecimiento del grano.	8
2.3.7. Fases generales del crecimiento.	9
2.3.8. Distribución de peso seco de la planta.	9
2.4. Importancia del Cultivo.	11
2.5. Valor Nutritivo.	12
2.6. Usos del Cultivo.	15
2.7. Establecimiento del Cultivo.	16
2.7.1. Preparación del suelo.	16
2.7.2. Epoca de siembra.	17
2.7.3. Método de siembra.	17
2.7.4. Epoca de cosecha.	18
2.8. Características Ecológicas del Cultivo.	18
2.9. Producción del Cultivo.	20

	Página
III. MATERIALES Y METODOS.	23
3.1. Localización y Características de los Sitios Experimentales.	23
3.2. Material Experimental.	24
3.3. Metodología Experimental.	25
3.3.1. Diseño experimental.	25
3.3.2. Manejo del experimento.	26
3.3.3. Análisis bromatológico.	25
IV. RESULTADOS.	28
4.1. Aspectos Morfológicos.	28
4.1.1. Altura.	28
4.1.2. Altura promedio de los hijuelos y nú- mero de hijuelos.	38
4.1.3. Rendimiento.	41
4.2. Aspectos Bromatológicos.	48
4.2.1. Materia seca.	48
4.2.2. Proteína.	52
4.2.3. Cenizas.	57
V. DISCUSION.	61
VI. CONCLUSION Y RECOMENDACION.	64
VII. RESUMEN.	66
VIII. BIBLIOGRAFIA.	70

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Requerimientos ecológicos y su relación con características fisiológicas para la producción de maíz, sorgo y Mijo (Fre- re, 1984).	22
2	Promedios mensuales de temperatura, humedad relativa y pre- cipitación en el municipio de Marín, N.L.	23
3	Propiedades físico-químicas promedio del suelo y subsuelo del lugar experimental.	24
4	Datos de los diferentes parámetros de rendimiento considera <u>da</u> dos en el presente trabajo.	29
5	Análisis bromatológico en la espiga de Mijo Perla.	30
6	Análisis bromatológico de forraje seco de Mijo Perla.. . . .	31
7	Estimaciones del rendimiento de materia seca y proteína en toneladas por hectárea de forraje de Mijo Perla.	32
8	Estimaciones del rendimiento de materia seca y proteína en toneladas por hectárea de la espiga de Mijo Perla.	33
9	Coeficientes de correlación.	34

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica	Página
1 Correlación graficada de la altura en centímetros con el rendimiento total en gramos por planta.	36
2 Histograma de la altura en centímetros con la frecuencia de altura.	37
3 Histograma que muestra la altura promedio de los hijuelos en centímetros con la frecuencia de altura.	39
4 Histograma que muestra el número promedio de hijuelos por planta con la frecuencia del número de hijuelos. . .	40
5 Histograma que muestra el rendimiento promedio de forraje en gramos por planta con la frecuencia del rendimiento promedio de forraje.	42
6 Histograma que muestra el rendimiento promedio de la espiga en gramos por planta con la frecuencia del rendimiento promedio de la espiga.	43
7 Histograma que muestra el rendimiento total promedio en gramos por planta, con la frecuencia del rendimiento total promedio.	44
8 Histograma que muestra el rendimiento promedio estimado en toneladas por hectárea, con la frecuencia del rendimiento promedio estimado.	45

9	Histograma que muestra el rendimiento estimado de forraje en toneladas por hectárea con la frecuencia del rendimiento estimado de forraje.	46
10	Histograma que muestra el rendimiento estimado de la espiga en toneladas por hectárea, con la frecuencia del rendimiento estimado de la espiga.	47
11	Histograma que muestra el rendimiento de materia seca de la espiga en toneladas por hectárea, con la frecuencia. .	50
12	Histograma que muestra el rendimiento de materia seca del forraje en toneladas por hectárea con la frecuencia. . . .	51
13	Histograma que muestra el porcentaje de proteína en el forraje de las diferentes líneas investigadas.	53
14	Histograma que muestra el porcentaje de proteína en la espiga en las diferentes líneas estudiadas.	54
15	Histograma que muestra el rendimiento estimado de proteína del forraje en toneladas por hectárea en las líneas de mijo perla estudiadas.	55
16	Histograma que muestra el rendimiento de proteína en la espiga en toneladas por hectárea en las diferentes líneas de mijo perla.	56
17	Histograma que muestra el porcentaje de cenizas del forraje en las líneas de mijo perla estudiadas.	59

18	Histograma que muestra el porcentaje de cenizas de la espi <u>ga</u> en las líneas de mijo perla estudiadas.	60
----	--	----

I. INTRODUCCION

La región semiárida del noreste de México presenta una gran variabilidad en los suelos, vegetación, tipos de agricultura y un extenso mosaico climático caracterizado en su mayoría por lluvias erráticas e impredecibles y de poco volúmen, altas oscilaciones de temperatura. Bajo tales condiciones, predominantemente se desarrolla una agricultura de temporal de limitados recursos socioeconómicos y técnicos, donde los principales cereales para propósitos de consumo humano y potencial forrajero son el maíz, sorgo, avena, entre otros. Lo errático de las lluvias y su mala distribución, frecuencia y duración, genera severas sequías que afectan los rendimientos de grano y forraje requeridos en la dieta alimenticia; lo anterior ha ocasionado la importación de granos de otras regiones o de procedencia extranjera, o en todo caso, la explotación de especies de potencial arbustivo o zacates forrajeros para la alimentación del ganado. Bajo estas condiciones adversas, la introducción y explotación de otros cultivos con capacidad de tolerar o resistir a escasos requerimientos de humedad reviste una gran relevancia en la agricultura mencionada, pues al ser establecidos favorecen una alternativa en el incremento de la producción de alimentos tanto de origen vegetal como animal.

El Mijo Perla (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) es uno de los cereales de mayor importancia alimenticia y forrajera para la agricultura de temporal que prospera en los trópicos semiáridos de muchos países de África, India, Pakistán, Bangladesh, Burma, Sri Lanka y otros como Argentina y EE.UU. Esta planta crece y se desarrolla en ambientes similares a los que prevalecen en la región semiárida del noreste de México.

Dadas las características que presenta el cultivo es una buena alternativa para la producción de grano y forraje, puesto que en las zonas semiáridas del noreste de México hay condiciones favorables para el cultivo que ningún otro planta puede ofrecer.

Por lo anterior, para conocer la adaptación es necesario la introducción de germoplasma para cuantificar la variabilidad en los diferentes caracteres de interés agronómico y pecuario, así como la respuesta a las estaciones de crecimiento, para posteriormente identificar genotipos que se adapten a la región.

La evaluación bromatológica es un factor esencial para cuantificar el valor nutritivo de un alimento, así como su poder productivo, pues se determinan los principios inmediatos que lo constituyen cuantitativamente. Precisamente, los objetivos de este trabajo que consistieron en esta evaluación.

Objetivos

- Caracterizar preliminarmente el germoplasma, en cuanto a caracteres morfológicos.
- Evaluar el potencial productivo como productor de grano y forraje.
- Valorar el contenido nutricional, mediante análisis bromatológicos.
- Seleccionar las líneas de germoplasma con mayor potencial de desarrollo en la región.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen y Distribución

La región mediterránea es el lugar de origen del mijo (Hill, 1965).

Otros autores mencionan en diferentes situaciones geográficas el origen del mijo perla. Murdock, citado por Brunken (1977), postula la hipótesis en la cual usando evidencias lingüísticas indica que el mijo perla fue uno de los cultivos domesticados en Africa por personas de Monde, cerca de las partes altas del Río Niger. Vavilov, citado por Brunken (1977), indica que el centro de domesticación del mijo perla es Etiopía, pero existen dos controversias acerca de Etiopía como centro de origen. Primero, los progenitores silvestres (*P. americanum*, subespecie *monodii*), son raros en el este de Sudán y nunca son colectados en el altiplano de Etiopía. Segundo, el mijo perla de Etiopía no tiene diversidad morfológica suficiente. Harlan, citado por Brunken (1977), sugirió un tercer centro de origen para el cultivo en una difusa franja estrecha desde el oeste de Sudán a Senegal.

El mijo perla se distribuye por Africa, India, Corea, Japón, Pakistán, Bangladesh, Burma, Sri Lanka, y otros países como Argentina y EE.UU. (Maití, 1985).

2.2. Clasificación Botánica

Reino	- Vegetal
División	- Tracheophyta
Subdivisión	- Pteropsida
Clase	- Angiosperma
Subclase	- Monocotiledónea
Orden	- Graminales
Familia	- Gramineae



FIGURA 1. Los cuatro posibles centros de origen del Mijo Perla
(Brun Ken et al., 1977).

Subfamilia	- Panicoideae
Tribu	- Paniceae
Género	- <u>Pennisetum</u>
Especie	- <u>americanum</u> o <u>typhoides</u>

2.3. Descripción de la Planta

2.3.1. Raíz

El sistema radicular del mijo perla tiene tres componentes:

1. La raíz seminal o raíz primaria
2. Las raíces adventicias
3. Las raíces de la corona

La raíz seminal puede distinguirse fácilmente por su eje principal (radícula) es más delgada que las raíces adventicias y produce un extenso sistema de raíces laterales finas, son visibles como varias ramificaciones a lo largo del eje, crece y se desarrolla rápidamente formando el soporte principal de la planta durante la etapa de plántula. Estas se mantienen activas por un máximo de 45-60 días, después de lo cual desaparecen (Maiti, 1981).

Las raíces adventicias comienzan a aparecer 6-7 días después de la emergencia de la plántula en la región nodal de la base, éstas se pueden distinguir de la raíz seminal por el diámetro y su punto de iniciación en la base del tallo; crecen rápidamente y forman un sistema de ramificaciones secundarias y terciarias, son la principal ruta de suministro de agua y nutrientes para la planta durante la mayor parte de su vida (Maiti, 1981).

Las raíces de la corona se desarrollan en los nudos inferiores del

tallo, cerca de la superficie del suelo aproximadamente 39 días después de la emergencia de la plántula. Se considera que sirve principalmente como soporte para el tallo, pero se ha observado que desarrollan muchas ramificaciones laterales hacia la etapa de floración. Estas aparentan tener actividad en la absorción de agua y nutrientes (Maiti, 1981).

El sistema radicular es bastante amplio y fibroso, por lo que tiene una gran habilidad de aprovechamiento del agua del suelo (Robles, 1982).

2.3.2. Desarrollo de los hijuelos (amacollamiento).

Los hijuelos iniciales o yemas se desarrollan en las axilas de las hojas inferiores y están inicialmente envueltos por la vaina de las hojas, los hijuelos se desarrollan en lados alternos del brote principal. El desarrollo y crecimiento de los hijuelos siguen un patrón idéntico al tallo principal. El número que alcanza a la floración, está en función de la variedad y de las condiciones ambientales, particularmente el distanciamiento entre las plantas. Algunas variedades producen hijuelos en los nudos superiores (llamados hijuelos nodales), después del llenado de grano en la espiga principal. Los hijuelos nodales son comunes cuando el llenado de grano en la espiga principal es pobre, o cuando ésta ha sido dañada de alguna forma (Maiti, 1981).

2.3.3. Desarrollo del área foliar.

Las cinco hojas embrionales emergen a una tasa de aproximadamente una hoja por día, las tasas de emergencia de las hojas siguientes declinan lentamente, alcanzado una tasa promedio de 0.40-0.45 hojas por día al momento de la emergencia de la hoja final. Las tasas de emergencia y número final de hojas varía un poco entre variedades. Las variedades precoces ge-

neralmente tienen menos hojas y una tasa de emergencia foliar mayor.

La tasa de desarrollo del área foliar total por planta, es el producto de las tasas de expansión foliar y el tamaño o longevidad de cada hoja del tallo principal, a la vez que de los hijuelos. La tasa de desarrollo del área foliar es lento en las primeras etapas debido al pequeño tamaño de las hojas embrionales, pero aumenta rápidamente después de 15-20 días aproximadamente de la emergencia. El máximo del área foliar se obtiene aproximadamente al 50% de la floración. La contribución hecha por los hijuelos al total del área foliar varía entre variedades, dependiendo del número de hijuelos que completen su desarrollo. Después de la floración hay una declinación continua en el área foliar a medida que las hojas más bajas empiezan a senescer, al tiempo de la madurez fisiológica generalmente se mantienen 3-4 hojas verdes por brote (Maiti, 198). Las hojas son pubescentes (Robles, 1982).

2.3.4. Crecimiento del Tallo

El crecimiento de los entrenudos del tallo empieza poco después de la iniciación de la espiga, comenzando con los entrenudos basales, siguiendo por los entrenudos superiores, y finalmente el pedúnculo, ocurriendo la tasa máxima de crecimiento alrededor de la etapa de la hoja bandera. Las variaciones más altas y/o más tardías pasan por un período más largo de crecimiento del tallo debido a que tienen entrenudos más largos un mayor número de entrenudos y alcanzan una altura mayor, pero el patrón general y la tasa de crecimiento son similares (Maiti, 1981). Los tallos son pubescentes y altos, miden de 1-2 metros de altura (Robles, 1982).

2.3.5. Desarrollo de la espiga

El proceso de desarrollo de la espiga consiste en una serie de proce-

sos, uno para cada una de las diferentes estructuras florales, las cuales proceden desde la base hasta la punta de la espiga en una sucesión regular. El cambio de la etapa vegetativa a la reproductiva, está determinado por la formación de un estrangulamiento de la base del ápice. La iniciación de los primordios de las espiguillas laterales empiezan en la base de la espiga 1 a 2 días después de la iniciación floral y proceden rápidamente hacia arriba de la espiga, alcanzando el ápice en cerca de 3 días. Cada primordio se subdivide rápidamente para formar dos espiguillas o varios primordios por una división de los primordios de las espiguillas, las cuales empiezan cerca de seis días después de la iniciación de la espiga. Esto es seguido por el desarrollo de las glumas y el crecimiento de los pedúnculos de las espiguillas. La iniciación de las partes florales (lema, palea, estambres y estigmas), empiezan en la base de la espiga, cerca de 10 días después de la iniciación. En la mayoría de las variedades hay dos flóculas, una perfecta y una masculina (Maití, 1981).

La planta está provista de 3 a 8 espigas cilíndricas y compactas, la espiga terminal, simple y densa (Robles, 1982).

2.3.6. Crecimiento del grano

El aumento en el peso seco en los granos de cada espiga sigue un patrón sigmoide normal. Existe un período de tardanza inicial de 5 a 15 días durante el cual existe una división celular activa en el endospermo, pero hay poco aumento de peso seco del grano. Enseguida hay un período más largo de rápida acumulación de peso seco hasta que se desarrolla la capa negra, después de lo cual no hay aumento posterior en el peso del grano. La tasa mayor de crecimiento de peso seco en el grano ocurre de este modo du

rante el estado lechoso-masoso. Existe alguna variación tanto en el tamaño del grano como en el tiempo para la madurez fisiológica entre los granos de las diversas partes de la espiga y entre variedades, Los granos varían un poco en forma, siendo generalmente redondos en las partes superiores y estrechos en la región hilar (Robles, 1982). Los colores varían desde blanco al gris o café (Maiti, 1981).

2.3.7. Fases generales del crecimiento

EC_1 : Fase vegetativa. Desde la emergencia a iniciación floral del tallo principal.

EC_2 : Fase de desarrollo de la espiga. Desde la iniciación de la espiga hasta la floración del tallo principal.

EC_3 : Fase de llenado de grano. Desde la floración hasta el final del período de llenado de grano.

2.3.8. Distribución de peso seco de la planta

La tasa de acumulación de materia seca durante la etapa EC_1 son lentas, debido a la pequeña área foliar de la planta. La mayoría de la materia seca producida durante esta fase corresponde a las hojas y raíces. El crecimiento foliar continúa durante la etapa EC_1 cuando el tallo principal y después los hijuelos emiten el resto de sus hojas. Por la etapa de floración, el crecimiento foliar en la mayoría de los hijuelos de la base con el tallo principal se ha completado y el peso seco de la hoja se mantiene constante por el resto de la vida de la planta. El crecimiento del tallo empieza poco después de la iniciación floral y una fracción cada vez mayor de la materia seca total de la planta se transporta al tallo durante la

etapa EC_2 . Al momento de la floración en el tallo principal, aproximadamente $2/3$ del peso seco de la planta se encuentra en el tallo. El peso seco del tallo de toda la planta puede continuar aumentando después de la floración en el brote principal a medida que los hijuelos continúan aún su crecimiento. Puede haber también alguna pérdida o ganancia en el peso seco del tallo durante el llenado de grano, si por la necesidad de carbohidratos para llenar el grano es mayor o menor que el suministro disponible para la fotosíntesis de la hoja. Bajo tales condiciones el tallo puede servir de base como almacén para el exceso de carbohidratos o como una fuente de suministro para el llenado del grano (Maiti, 1981).

Hay relativamente una poca distribución de materia seca hacia la espiga durante la etapa EC_2 , ya que la espiga no sufre un crecimiento rápido, sino hasta el final de esta fase. Durante la etapa EC_3 , el aumento mayor de materia seca de la planta ocurre en la espiga a medida que los hijuelos alcanzan la floración y se llenan los granos de todas las espigas (Maiti, 1981).

La distribución final de materia seca en la hoja, tallo y espiga, varía ampliamente en el mijo perla dependiendo de las variedades. En las variedades enanas de alta producción hasta un 50% de la materia seca puede estar en las espigas y el resto, dividido entre los tallos y las hojas en una relación aproximada de 3:1. En algunas variedades altas, el 50% o más del peso seco puede estar en los tallos y más de 20 ó 30% en las espigas. La producción de materia seca total en estos tipos, puede ser considerablemente mayor en variedades enanas y el peso seco real en la espiga puede ser similar al de las variedades enanas (Maiti, 1981).

Una cosecha de mijo perla (Pennisetum typhoides) de temporal en Katherine, territorio norte de Australia, situado en una longitud de 14° Sur, se encontró que ésta mostraba una tasa alta de crecimiento y era de 45 g/m² por día al tiempo de inicio de floración. La insolación en este tiempo promedio 530 cal/cm²/día, esta medida representa el almacenamiento como materia seca en la cosecha de 4.2% de la radiación total de 9.5% del componente visible (400-700 u) y asumiendo que el componente visible es 44% de la radiación total. Los datos sugieren que este cultivo tiene una eficiencia fotosintética excepcionalmente alta (Begg, 1965, citado por Robles, 1982).

2.4. Importancia del Cultivo

Los varios tipos de mijos son cultivos anuales de rápido crecimiento y de regiones calientes que pueden ser usados eficientemente como cosecha de emergencia para heno, pudiéndose ocupar las tierras entre cosecha y cosecha o cuando por alguna circunstancia otro cultivo diferente se perdió; el mijo perla es bueno para estos propósitos por su ciclo vegetativo corto, por su facilidad de cultivo y por la alta probabilidad de obtener cosecha.

Los mijos son altamente importantes para la alimentación en áreas del mundo, donde la humedad es limitada. En algunas partes de Africa forma parte básica de la dieta humana y en la India, ocupa el cuarto lugar en producción de cereales. El mijo perla puede ser cosechado para forraje en 50 días y para grano en 90 días o menos, dependiendo de la variedad; por lo tanto, varias cosechas se pueden hacer o alternarlo con otros cultivos. Se ha probado que combina un alto rendimiento de grano potencial, con buena calidad de forraje. Las amplias superficies de cultivo con condiciones

adversas sugieren la adaptación y uso del mijo perla, particularmente bajo condiciones adversas. En la India es el cereal más resistente a la sequía y produce un grano muy nutritivo.

Los mijos son usados aproximadamente de la misma manera que al pasto Sudán en muchas áreas, para producir una rápida cosecha de pastoreo de verano. Puede estar mezclado con una leguminosa de verano como el frijol soya para asegurar mejor pastoreo y control de hierbas en áreas húmedas (Robles, 1982).

2.5. Valor Nutritivo

El mijo perla (Pennisetum americanum (L.) Leake), es un importante grano para la alimentación, siendo uno de los mayores aportadores de calorías y proteínas a gran parte de la población de las regiones semiáridas de la India y Africa (Subramaniam et al., 1981).

Es un alimento muy empleado por las clases pobres y resulta muy valioso en tiempo de frío por su contenido energético (Hill, 1965).

Ahlgren (1956), citado por Robles (1982), reporta los siguientes resultados de análisis bromatológicos en mijos (los resultados están dados en porcentaje sobre base seca).

Cosecha	Mijo
Número de análisis.	40
Cenizas (%).	8.8
Proteína cruda (%)	9.9
Fibra (%).	30.1
Extracto etéreo (%).	3
Elemento libre de N (%)	48.2

El total de azúcares contenidos en el grano de nueve líneas de mijo perla analizados, se encuentran en un rango de 2.16 -2.78%. De los azúcares contenidos en el grano, los principales son cinco:

- 1º Sacarosa. Es el más abundante en el grano del mijo, tiene un rango de 60-68% del total de los azúcares.
- 2º Refinosa. El contenido en el mijo es superior a otros cereales y comprende un 25% del total de azúcares.
- 3º Celobiosa. Contiene el grano de 2.4-4.7% del total de azúcares.
- 4º y 5º Glucosa y Fructuosa. La cantidad contenida de estos azúcares en el grano del mijo varía de 3.2-6.3% del total de azúcares (Subramaniam et al., 1981).

La calidad que se puede esperar en los diferentes tipos de manejo son variables y se ven afectados por un gran número de factores:

- Pastoreo. Su contenido de proteína cruda será de alrededor del 20%.
- Verde. El contenido de proteína cruda será de alrededor de un 17%.
- Henificado. El contenido de proteína cruda será de alrededor de un 15% (Frías y Contreras, 1984).

En el manejo del mijo perla resalta principalmente el alto contenido de proteína cruda, así como el hecho de que la disminución en ésta no es muy rápida al avanzar el estado de madurez, pastoreado o henificado (Frías y Contreras, 1984).

Dillon et al. (1982), analizaron siete variedades de mijo perla altamente productoras: BK-560, BM-46, Jakharana, HS-L, HHB-37, HHB-38 y CJ-104, encontrando los siguientes resultados:

- Humedad 88.0 - 90.10%
- Cenizas 1.92- 2.06%

- Proteína 10.2 - 13.5 %
- Grasas 5.9 - 8.2 %
- Fibra cruda 1.18 - 1.44%
- Extracto libre de Nitrógeno 64-98 - 71.30%

Los azúcares reductores y no reductores en grano, el contenido total de azúcares, el rango va desde:

- 50 - 64 mg Malta/10 g de harina
- 188 - 239 mg Sacarosa/10 g de harina
- 273 - 308 mg Maltosa/10 g de harina

Las fracciones del total de proteína:

- Albumina 10.09 - 19.19%
- Globulina 10.0 - 13.98%
- Prolamina 30.71 - 33.51%
- Gluteína 30.7 - 33.16%

La composición de los ácidos grasos y aceites de estas variedades hay una marcada diferencia del valor superior (84.11%), entre la variedad CJ-104 y las muestras del total de los ácidos grasos insaturados. El ácido oléico y linoléico se encontró que son los mejores ácidos grasos insaturados (Dhindsa et al., 1982).

La proteína cruda y el extracto etéreo y el contenido de cenizas decrecieron con el período de crecimiento de la planta desde 13.4 a 5.52%; 2.47 a 1.32% y 11.05 a 5.91% respectivamente. La fibra cruda se incrementó desde 33.54 a 36.64% de los 68 a los 134 días respectivamente (Andrade y Andrade, 1982).

En la cosecha de forraje verde, el contenido de humedad tiene un rango de 62 a 82% y el contenido de materia seca varía desde 17.75 a 38%. El mijo perla tiene marcadamente un alto contenido de proteína cruda, cenizas, fósforo y potasio en comparación con otras cosechas y zacates. Se ha observado que el contenido de proteína cruda se incrementa cuando se reduce el contenido de fibra cruda (Tendon et al., 1982).

En un estudio realizado por Andrade y Andrade (1982) de digestibilidad in vitro de ensilaje de mijo perla (Pennisetum americanum) encontró que la digestibilidad de proteína no se ve afectada cuando se le añade azúcar de caña y melaza, los niveles de los aditivos fueron (0, 205% de azúcar de caña y 6% de melaza).

2.6. Usos del Cultivo

Las harinas de mijo tienen un buen éxito, usándolas en forma parcial o reemplazando la harina de trigo en panes, galletas y en productos de pastas. Un reemplazo igual o superior al 30% de harina de trigo fue sugerido para hornear ciertos productos y en otras recetas domésticas (Emiola y De la Rosa, 1981; Hill, 1965).

Como forraje se puede usar de diferentes maneras:

Pastoreo. El momento de pastoreo debe ser de 35 a 50 cm de altura. El primer pastoreo se podrá dar entre 40 a 50 días después de la siembra; el intervalo entre los siguientes será de 18 a 25 días para dar un total de seis.

Verdeo. Para ensilaje, el corte debe hacerse cuando las plantas están en embuche, es decir, cuando aparece la espiga en la parte superior de la

planta; esto ocurre entre 60 y 70 días después de la siembra. Luego el intervalo entre los siguientes cortes será de 30 a 35 días para completar un total de cuatro cortes.

Henificado. El mijo perla estará listo para este tipo de manejo cuando las espigas de las plantas se encuentren soltando el polen; esto ocurrirá entre 75 y 80 días después de la siembra, para repetirse a intervalos de 45 a 50 días con lo que se podrán obtener tres cortes durante el ciclo (Fariás y Contreras, 1984).

El heno de mijo perla es de mejor calidad y es más apetecible si las plantas se cortan justo cuando empiezan a aparecer las espigas. Si el corte se retrasa, el heno es relativamente poco apetecible y su valor alimenticio se reduce en forma considerable. Debido a sustallos gruesos, los mijos son difíciles de curar para heno y deben permanecer en el sitio de corte por 1 ó 2 días antes de ahilarlos (Delorit y Ahlgren, 1970).

En general, el mijo se usa para ensilaje sólo cuando el maíz y otros cultivos que por lo general se hacen para este objeto, no se encuentran disponibles (Delorit y Ahlgren, 1970).

2.7. Establecimiento del Cultivo

2.7.1. Preparación del suelo

Lo mismo que sucede para cualquier otro cultivo, resulta indicar un esquema cultural (dicho de otra forma la gama de labores del suelo que ha de sucederse), bien definido en lo que respecta a la creación de las praderas temporales de mijo (Duthil, 1976).

Una buena cama de siembra se obtiene realizando las siguientes prácticas:

Barbecho. Para aflojar la tierra y facilitar la penetración de las raíces, aumentar su estabilidad y mejorar su nutrición.

Rastreo y cruza. Con esto se desmenuza la tierra y se obtiene una cama de siembra uniforme. Favorece la germinación de las semillas (Farías y Contreras, 1984).

2.7.2. Época de siembra

La preparación del suelo debe iniciarse a tiempo, para que pueda sembrarse en el momento adecuado. La fecha de siembra se elegirá de forma que asegure la más rápida germinación, para que la planta forrajera pueda llegar a su estado de resistencia cuando sobrevengan las circunstancias climáticas difíciles. Se requiere por lo tanto, para la siembra una época en la que la pluviometría sea regular y suficientemente abundante (Duthil, 1976).

El mijo perla es una planta que se cultiva en los meses de marzo a abril en la región de Torreón Coahuila (Farías y Contreras, 1984). En la región de Marín, Nuevo León se puede sembrar en los meses de febrero a marzo.

2.7.3. Método de siembra

El mijo perla se puede sembrar al voleo (a mano o con máquina Cyclone), o con una máquina sembradora de granos pequeños (Farías y Contreras, 1984).

Cuando se cultiva para heno o para pastar, la mayoría de las veces se siembra sin espaciar y la semilla se siembra ya sea al voleo o con una sembradora para granos pequeños. Si la semilla se siembra al voleo, debe cubrirse con un paso ligero de rastra. La siembra superficial en surcos generalmente se considera mejor que la siembra al voleo. El mijo perla cultivado para semilla y para ensilaje, con frecuencia se siembra en surcos separados lo suficiente como para permitir la escarda para el control de malezas. A veces los mijos se cultivan en surcos en regiones semiáridas donde con frecuencia la humedad no es suficiente para sostener con éxito una siembra no esparcida (Delorit y Ahlgren, 1970).

2.7.4. Época de cosecha

La semilla del mijo madura primero en la parte superior de la espiga y luego sucesivamente hacia abajo, para evitar pérdidas grandes por desgrane, las plantas se deben cosechar cuando alrededor de la mitad de la semilla está madura y las plantas aún están verdes (Delorit y Ahlgren, 1970).

2.8. Características Ecológicas del Cultivo

El mijo perla está adaptado principalmente a los trópicos semiáridos con:

- Promedio anual de precipitación entre 200-600 mm
- Períodos cortos de lluvias
- Alta temperatura media
- Altas tasas de evapotranspiración potencial
- Características edáficas de suelos poco profundos y arenosos
- Las necesidades térmicas fluctúan entre los 10 a 45°

la máxima expresión de los procesos metabólicos y etapas de crecimiento fluctúan entre 33 a 34°C.

- Por lo general, prospera en suelos con bajos insumos y condiciones muy limitantes.
- Es un cultivo principalmente en suelos alfisoles con un pH que varía de 6.2 a 7.75 (Maiti, 198).

Rachie y Majmudar (1980) citados por Maiti (1984), han sugerido que esta adaptación puede ser debida a una interacción de corta duración y tolerancia al calor. Dado lo anterior es evidente que las etapas de crecimiento y desarrollo y componentes del rendimiento son importantes en la habilidad del cultivo para producir grano y forraje en situación variable de humedad.

El mijo perla es sensible al frío y no puede plantarse hasta que haya desaparecido el peligro de heladas. Se trata también de una planta muy resistente a la sequía (Hill, 1965).

El mijo perla es un cultivo anual de rápido crecimiento y temperatura caliente. El mijo perla también llamado "pencilaria", está adaptado a las mismas condiciones que los sorgos.

Es el forraje de verano temporal más ampliamente usado en la parte sur de la costa del Atlántico en EUA y crece en tierras más pobres que para el pasto Sudán (Robles, 1982).

En experimentos conducidos en Australia se concluyó que este cultivo tiene altos rendimientos de forraje bajo condiciones favorables en regiones tropicales y calientes. También es resistente a la sequía y puede

aprovechar el nitrógeno mejor que otros cultivos por la gran penetración de sus raíces a las capas inferiores del suelo (Robles, 1982).

El mijo se adapta en una amplia gama de terrenos y climas y tiene un gran valor en las regiones semiáridas debido a la brevedad de su época de crecimiento (Robles, 1982).

Por otra parte, el mijo presenta ciertas desventajas al ser castigado por la falta de agua. Una de ellas, es que en casos extremos se disminuye el gusto de este zacate por los animales. Sin embargo, esta condición no representa riesgos de intoxicación para el hato como lo es el sorgo. Cabe señalar, que los riesgos de intoxicación por concentración de nitratos se puede presentar en este cultivo igual que en la mayoría de los zacates, sobretodo cuando son fertilizados con dosis muy altas de nitrógeno. Por otra parte, el cultivo pierde su capacidad de reborte cuando los cortes se realizan muy cerca de la superficie del suelo (Farías y Contreras, 1984).

2.9. Producción del Cultivo

En terminos de producción anual, el mijo perla es el sexto más importante de la cosecha de cereales en el mundo (Brunken, 1977). En promedio, los rendimientos totales y las características del forraje son las siguientes:

Pastoreo

Se puede obtener alrededor de 104 ton/ha de forraje verde, que equivale a 18 ton de forraje seco. Su contenido de proteína cruda será alrededor del 20%, con lo que se producen 3.6 ton de proteína cruda por hectárea.

Verdeo

El rendimiento de forraje verde será de 110 ton/ha, equivalente a 21 ton de forraje seco. El contenido de proteína será del 17%, que produce 3.6 ton de proteína cruda por hectárea.

Henificado

Proporciona rendimientos de 116 toneladas de forraje verde, equivalente a 26 toneladas de forraje seco con un contenido de proteína cruda del 15%, los rendimientos de proteína cruda por hectárea serán de 3.7 toneladas (Farías y Contreras, 1984).

2.10. Comparación con otros Cultivos

TABLA 1. Requerimientos ecológicos y su relación con características fisiológicas para la producción de maíz, sorgo y mijo (Frere, 1984).

	Maíz	Sorgo	Mijo
Sistema radicular	Superficial y localizada en los 50 cm.	Más vigoroso y profundo con respecto al maíz	Más vigoroso y profundo con respecto al sorgo.
Requerimientos hídricos (mm) sobre el período de crecimiento	500 - 600	400	300 - 500
Requerimientos de temperatura (°C)	Optima 25 Mínima 15 Máxima 45	21-35 15 49-48	33 - 34 10 - 12 45 - 47
Rendimientos (kg/ha)			
Altos insumos	4000-5000	3000	1000 - 1500
Bajos insumos	1000	750-1000	500 - 700
Producción mundial anual (miles toneladas)	392,000	58,000	29,000

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización y Características de los Sitios Experimentales

El sitio de realización del trabajo fue en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL, que se encuentra localizada en el Municipio de Marín, N.L. en la región Noreste de México y sus coordenadas geográficas son: 25°53' Latitud Norte, 100°03' Longitud Oeste (W) y una altitud de 375 msnm.

TABLA 2. Promedios mensuales de temperatura, humedad relativa y precipitación en el municipio de Marín, N.L.

M e s	Temperatura promedio mensual	% Humedad relativa promedio	Precipitación promedio (mm)
Enero	10.9	79	45.9
Febrero	14.8	77	3.6
Marzo	21.6	72	17.6
Abril	23.2	75	122.0
Mayo	27.1	74	22.8
Junio	28.5	71	30.2
Julio	29.4	66	35.7
Agosto	30.1	65	28.1
Septiembre	28.8	69	118.9
Octubre	25.0	72.5	113.6
Noviembre	21.0	75.6	5.3
Diciembre	13.3	73.5	6.4
Promedio anual	22.8	72.47	45.88

500-550 mm al año

TABLA 3. Propiedades físico-químicas promedio del suelo y subsuelo del lugar experimental.

Determinación	Profundidad (cm)		Clasificación agronómica	
	0-30	30-60		
pH*	8.24	8.46	Moderadamente ácido	Moderadamente ácido
Textura:				
Arena %	18.45	10.78	Arcilla	Arcilla
Limo %	28.77	33.12		
Arcilla%	52.78	56.1		
Materia orgánica %	1.74	1.62	Medianamente Pobre	Medianamente Pobre
Nitrógeno total%	0.12	0.10	Medianamente Pobre	Medianamente Pobre *
Fósforo Aprovechable (ppm)	2.68	5.32	Bajo	
Potasio Aprovechable (kg/ha)	271.95	30.75	Medio	
Sales solubles totales mmhos/cm a 25°C	1.34	1.3	No salino	No salino

3.2. Material Experimental

El material experimental proviene de las colectas de germoplasma que han sido efectuadas por el International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), establecido en la India y son alrededor de 17,000 líneas.

Con dicha disponibilidad de germoplasma, la Facultad de Agronomía de la UANL, ha introducido 212 líneas de germoplasma, de las cuales se enuncian a continuación las líneas involucradas en el presente trabajo:

Surco	Descripción	Origen
10	ICMPES-27	ICRISAT
15	IP-537 B	ICRISAT
25	IP-7897	Nigeria
27	IP-7949	Nigeria
28	IP-7928	Nigeria
29	R-2960	ICRISAT
21	IP-8153	ICRISAT
32	IP-8153	Câmeroun
33	IP-7962	Cameroun
35	IP-2612	ICRISAT
37	IP-9115	Maharashtra India
39	IP-7959	Cameroun
40	IP-9845	Sudán
49	IP-7972	Cameroun
50	IP-4503	Maharashtra India
57	IP-7931	Nigeria
60	IP-8160	ICRISAT
61	IP-7890	ICRISAT
64	IP-9161	Maharashtra India
65	R-2938	ICRISAT
68	IP-7895	Nigeria
71	IP-7922	Nigeria

3.3. Metodología Experimental

3.3.1. Diseño experimental

La caracterización de las diferentes líneas de germoplasma se hizo me

dante un diseño de prueba Per-se.

3.3.2. Manejo del experimento

La parcela experimental quedó conformada por un surco de 3 metros de longitud, espaciado a 80 cm del otro; la siembra se hizo en el lomo del surco, posteriormente se dió el riego de siembra y a los 10 días después de la emergencia se realizó el aclareo de plantas, siendo éstas espaciadas a 7 cm para obtenerse una densidad de población de 178,000 plantas por hectárea. La dosis de fertilización aplicada fue 50-50-00, usando como fuente de nitrógeno Urea (46% N) y superfosfato de calcio triple (46% P), la aplicación fue al momento de la siembra para ambos elementos.

La toma de datos de las variables o cuantificación de los datos se tomaron cuando la planta se encontraba en estado lechoso-masoso, se seleccionaron tres plantas al azar a lo largo del surco, se cortaron 10 cm arriba de la superficie, se llevó a cabo la toma de datos y el material fue llevado al cuarto de secado por espacio de una semana, posteriormente el material fue llevado al laboratorio de bromatología para ser molido, pesado y almacenado en bolsas previamente identificadas.

3.3.3. Análisis bromatológico

Se realizó de acuerdo al procedimiento que se sigue en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Agronomía, UANL. El análisis químico bromatológico es un factor esencial para valorar el poder nutritivo de un alimento, así como su poder productivo, pues se determina mediante él, cuantitativamente los principios inmediatos que lo constituyen.

Determinación de materia seca. La humedad de la muestra se pierde por vola

tilización a causa del calor. La cantidad de materia residual después de eliminar la humedad, constituye la materia seca. El porcentaje de humedad es la diferencia de 100 menos el porcentaje de materia seca.

Determinación de cenizas. La materia se incinera a 600°C para quemar todo el material orgánico. El material inorgánico que no se destruye a esta temperatura, se llama ceniza.

Determinación de nitrógeno y proteína. El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico que luego es titulado con una solución de ácido estandarizado en presencia de un indicador apropiado, a determinar el porcentaje de nitrógeno se multiplica por una constante (6.25) y el resultado es el porcentaje de proteína bruta.

IV. RESULTADOS

En las siguientes tablas del número 4 al 8, se presentan los resultados de los datos de los diferentes parámetros considerados en el presente trabajo, resultados obtenidos en el análisis bromatológico en la espiga y en el forraje, estimación del rendimiento de materia seca y proteína en toneladas por hectárea de forraje y estimaciones del rendimiento de materia seca y proteína en toneladas por hectárea de la espiga.

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

4.1. Aspectos Morfológicos

4.1.1. Altura

La altura es un parámetro que desde el punto de vista forrajero es importante y depende su manifestación de los factores genéticos y ambientales.

La altura promedio encontrada en las líneas de mijo perla fue de 162.7 cm, con un rango de 114 (105-219 cm). Se puede decir que las líneas se comportaron bien en cuanto a su desarrollo y altura; el ICRISAT-FRU (1984) citados por Maiti (1984), presentó un rango de 35 cm como mínimo y 475 cm como máximo.

Los genotipos que presentaron mayor altura son los siguientes:
IP-9115 con 219 cm; R-2938 con 207 cm; IP-7890 con 195 cm; IP-7962 con 192 cm e IP-9161 con 186 cm.

Analizando los coeficientes de correlación (Tabla 9), se encontró que

TABLA 4. Datos de los diferentes parámetros de rendimiento considerados en el presente trabajo.

LINEA	ALTURA \bar{x} cms.	ALTURA DE HIJUELOS \bar{x} cms.	No. HIJUELOS PROMEDIO	RENDIMIENTO			
				\bar{x} FORRAJE grs/plantas	\bar{x} ESPIGA grs/plantas	\bar{x} TOTAL grs/plantas	ESTIMADO \bar{x} Ton/Ha
ICMPES-27	135	129	4	54.9	39.33	94.27	16.78
IP-537-B	155.7	128.5	5	76.66	57.0	133.66	23.79
IP-7897	174	127.25	3	112.1	35.25	147.35	26.22
IP-7949	186.33	109.16	3	105.23	41.9	147.13	26.18
IP-7928	176.66	111.46	5	138.56	12.83	151.2	26.91
R-2960	146	114.75	4	120.75	83.25	204.0	36.31
IP-8153	151.33	143	3	65.3	36.33	101.63	18.09
IP-7968	105	74.75	4	138.23	3.33	141.58	25.20
IP-7962	192	130.2	4	244.4		244.4	43.54
IP-2612	179	146.83	4	102.5	24.5	127.0	22.60
IP-9115	219	141	3	201.35	36.75	238.1	42.38
IP-7959	151	102.71	3	97.96	27.66	125.62	22.36
IP-9845	126.66	66.55	4	73.58	11.96	85.54	15.22
IP-7972	146.66	120.63	#	143.53	24.83	168.38	29.97
IP-4503	176.66	104.22	4	138.66	10.5	149.16	26.55
IP-7931	122.33	97.4	3	82.43	42.76	125.19	22.28
IP-8160	168	146.83	3	92.5	15.16	107.66	19.16
IP-7890	195.33	135.94	6	176.13	70.86	246.99	43.96
IP-9161	186.66	143	5	218.5	10.66	229.16	40.79
R-2938	207	140.53	5	141	102.0	243.0	43.25
IP-7896	160.5	104.85	5	176.95		176.95	31.49
IP-7922	118.5	111.0	4	258.25	23.5	281.75	50.15

\bar{x} Promedio

cms Centímetros

Número

grs/pta. gramos/planta

ton/ha toneladas/hectárea

TABLA 5. Análisis bromatológico en la espiga de Mijo Perla.

L I N E A	% HUMEDAD	% MATERIA S E C A	% CENIZAS	% PROTEINA
ICMPES-27	10.49	89.51	2.89	9.76
IP-537-B	10.07	89.93	3.75	11.73
IP-7897	12.24	87.76	6.57	13.29*
IP-7949	14.75	85.25	5.42	11.03
IP-7928	9.26	90.74	3.06	10.02
R-2960	11.91	88.09	2.84	12.25
IP-8153	9.55	90.45	4.82	9.89
IP-7968	11.81	88.19	3.33	
IP-7962				
IP-2612	8.98	91.02	4.0	7.13
IP-9115	9.66	91.34	4.16	9.89
IP-7959	8.59	91.41	6.5	13.74
IP-9845	13.26	86.74	5.07	11.9
IP-7972	9.39	90.61	3.55	13.17
IP-4503	7.41	92.59	5.34	12.91
IP-7931	11.44	88.56	4.28	12.12
IP-8160	9.44	90.56	4.28	11.99
IP-7890	8.83	91.17	6.6	12.43
IP-9161	8.62	91.38	6.27	12.86
R-2938	9.8	90.2	3.37	10.63
IP-7896				
IP-7922	8.91	91.09	4.11	9.98

TABLA 6. Análisis bromatológico de forraje seco de Mijo Perla.

L I N E A	% HUMEDAD	% MATERIA SECA	% CENIZAS	% PROTEINA
ICMPES-27	13.64	86.36	8.00	5.99
IP-537-B	18.01	81.99	9.96	6.13
IP-7897	8.2	91.8	11.03	10.11 ⁴
IP-7949	10.46	89.54	9.56	7.66
IP-7928	8.32	91.68	11.36	7.79
R-2960	10.03	89.97	8.39	5.99
IP-8153	10.09	89.91	9.43	5.91
IP-7968	10.02	89.89	11.41	10.33
IP-7962	7.47	92.53	9.43	5.6
IP-2612	10.02	89.98	8.87	3.19
IP-9115	9.75	90.35	8.22	2.49
IP-7959	7.68	92.32	9.39	7.88
IP-9845	16.84	83.16	9.43	10.06
IP-7972	9.59	90.41	9.83	8.44
IP-4503	8.59	91.41	7.14	8.93
IP-7931	10.73	89.27	10.00	7.92
IP-8160	8.12	91.88	10.06	5.69
IP-7890	8.25	91.75	10.63	7.22
IP-9161	7.3	92.7	11.23	8.27
R-2938	6.5	93.5	12.02	6.52
IP-7896	14.21	85.79	7.38	9.36
IP-7922	9.07	90.93	8.19	11.54

TABLA 7. Estimaciones del rendimiento de materia seca y proteína en toneladas por hectárea de forraje de Mijo Perla.

LINEA	RENDIMIENTO		% M.S.	% PROTEINA	RENDIMIENTO	
	\bar{x} FORRAJE grs/planta	EST. FORRAJE Ton/Ha			MS/Ton/Ha	Prot. Ton/Ha
ICMPES-27	54.94	9.77	86.36	5.99	8.43	0.585
IP-537-B	76.66	13.64	81.99	6.13	11.18	0.836
IP-7897	112.1	19.95	91.8	10.11	18.31	2.016
IP-7949	105.23	18.73	89.54	7.66	16.77	1.434
IP-7928	138.56	24.66	91.68	7.79	22.60	1.921
R-2960	120.75	21.49	89.97	5.99	19.33	1.287
IP-8153	65.3	11.62	89.91	5.91	10.44	0.686
IP-7968	138.23	24.60	89.98	10.53	22.13	2.541
IP-7962	244.4	43.50	92.53	5.6	40.25	2.436
IP-2612	102.5	18.24	89.98	3.19	16.41	0.581
IP-9115	201.35	35.84	90.35	2.49	32.38	0.892
IP-7959	97.96	17.43	92.32	7.88	16.09	1.373
IP-9845	73.58	13.09	83.16	10.06	10.88	1.316
IP-7972	143.53	25.54	90.41	8.44	23.09	2.155
IP-4503	138.66	24.68	91.41	8.93	22.55	2.203
IP-7931	82.43	14.67	89.27	7.921	13.09	1.161
IP-8160	92.5	16.46	91.88	5.69	15.12	0.936
IP-7890	176.13	31.35	91.75	7.22	28.76	2.263
IP-9161	218.5	38.89	92.7	8.27	36.05	3.216
R-2938	141.0	25.09	93.05	6.52	23.45	1.635
IP-7896	176.95	31.49	85.79	9.36	27.01	2.947
IP-7922	258.25	45.96	90.93	11.54	41.79	5.303

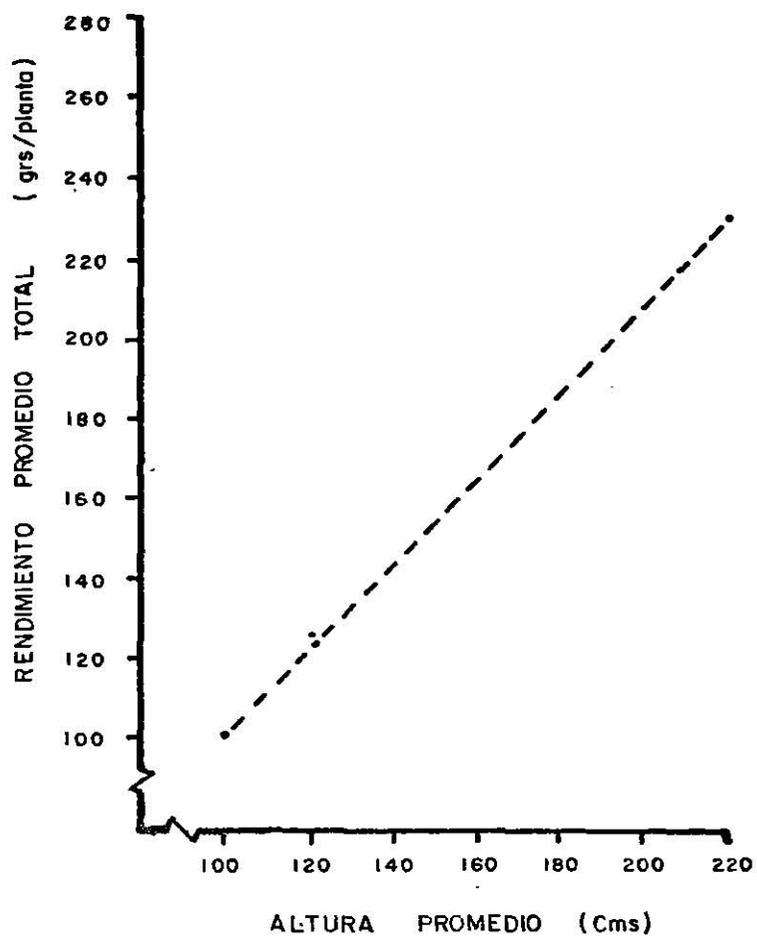
TABLA 8. Estimaciones del rendimiento de materia seca y proteína en toneladas por hectárea de la espiga de Mijo Perla.

L I N E A	RENDIMIENTO		% M.S.	% PROTEINA	RENDIMIENTO	
	X ESPIGA grs/planta	EST. ESPIGA Ton/Ha			MS/Ton/Ha	Prot/Ton/Ha
ICMPES-27	39.33	7.00	89.51	9.76	6.26	0.68
IP-537-B	57.0	10.14	89.93	11.73	9.11	1.18
IP-7897	35.25	6.27	97.76	13.69	5.50	0.85
IP-7949	41.9	7.45	85.25	11.03	6.12	0.82
IP-7928	12.83	2.28	90.74	10.02	2.06	0.22
R-2960	83.25	14.81	88.09	12.25	13.04	1.81
IP-8153	36.33	6.46	90.45	9.89	5.84	0.63
IP-7968	3.33	0.59	88.19		0.52	
IP-7962						
IP-2612	24.5	4.36	91.02	7.13	3.96	0.31
IP-9115	36.75	6.54	91.34	9.89	5.97	0.64
IP-7959	27.66	4.92	91.41	13.74	4.49	0.67
IP-9845	11.96	2.12	86.74	11.9	1.83	0.25
IP-7972	24.83	4.41	90.61	13.17	3.99	0.58
IP-4503	10.5	1.86	92.59	12.91	1.72	0.24
IP-7931	42.76	7.61	88.56	12.12	6.73	0.92
IP-8160	15.16	2.69	90.56	11.99	2.45	0.32
IP-7890	70.86	12.61	91.17	12.43	11.49	1.56
IP-9161	10.66	1.89	91.38	12.86	1.72	0.24
R-2938	102.0	18.15	90.12	10.63	16.37	1.92
IP-7896						
IP-7922	23.5	4.18	91.09	9.98	3.80	0.41

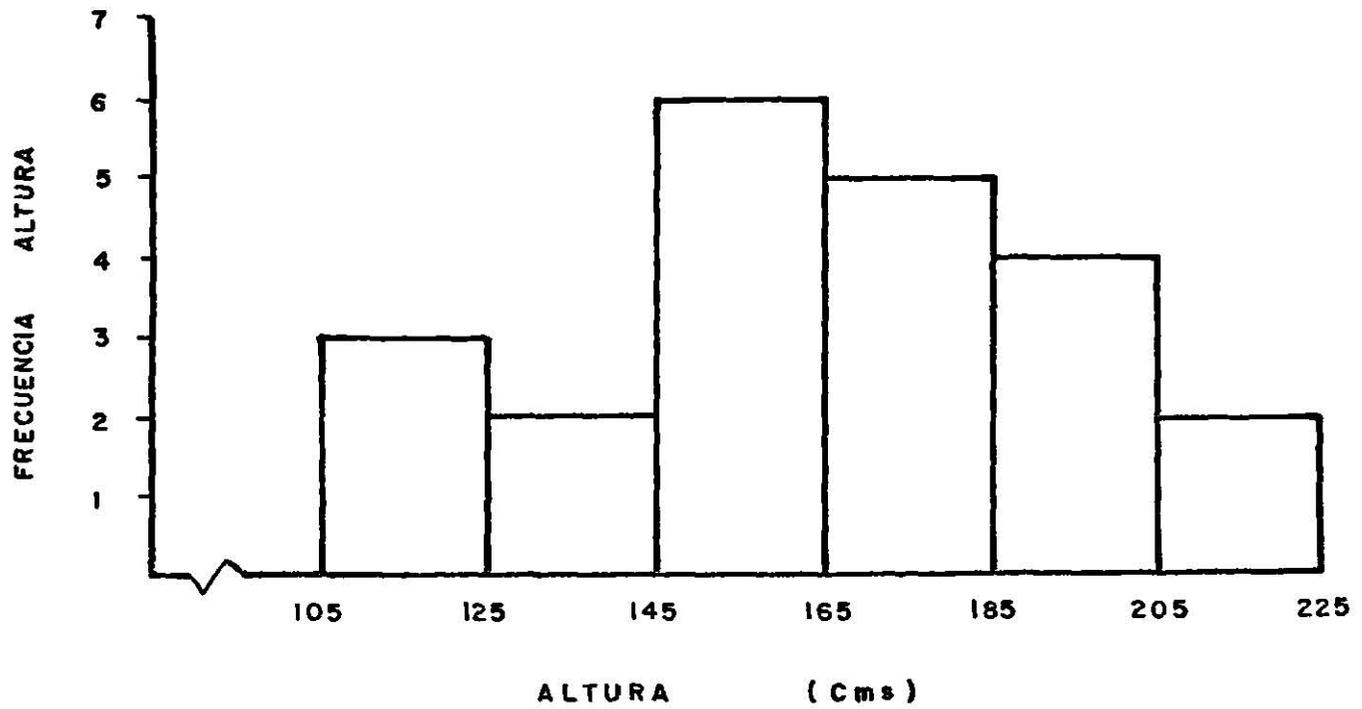
TABLA 9. Coeficientes de correlación.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2	.567														
3	.14	.122													
4	.315	.181	.327												
5	.231	.24	.215	-.06											
6	.391	.272	.396	.903	.375										
7	.39	.268	.397	.903	.375										
8	-.241	-.436	-.309	-.433	.198	-.317	-.315								
9	.241	.436	.309	.433	.198	.317	.315								
10	.251	-.076	-.166	.15	-.239	.036	.037	-6E-03	6E-03						
11	-.107	-.316	.085	.016	-.019	7E-03	7E-03	.085	-.085	.521					
12	-.463	-.373	.015	.499	-.036	-.479	-.476	.408	-.408	-.364	-.132				
13	.463	.378	-.015	.499	.036	.479	.476	-.408	.408	.364	.132				
14	.322	.223	.304	.028	.239	.129	.129	.121	-.121	.183	.211	-.275	.275		
15	-.476	-.613	.124	.217	-.272	.085	.087	-.204	.204	.355	.529	-.031	-.031	.132	

Columna	Parámetro
1	Altura
2	Altura de los hijuelos
3	Número de hijuelos
4	Rendimiento promedio de forraje
5	Rendimiento promedio de la espiga
6	Rendimiento promedio total
7	Réndimiento estimado
8	Porcentaje de humedad de la espiga
9	Porcentaje de materia seca de la espiga
10	Porcentaje de cenizas de la espiga
11	Porcentaje de proteína de la espiga
12	Porcentaje de humedad de la espiga
13	Porcentaje de materia seca del forraje
14	Porcentaje de cenizas del forraje
15	Porcentaje de proteína del forraje



GRAFICA.1. Correlación graficada de la altura en centímetros con el rendimiento total en gramos por planta.



GRAFICA 2. Histograma de la altura en centímetros con la frecuencia de altura.

la altura tiene una relación positiva de 0.567 con la altura promedio de los hijuelos, siendo ésta significativa ($P < 0.05$). Lo que significa que las plantas más altas produjeron los hijuelos más grandes.

También se encontró una correlación positiva de 0.463 con el porcentaje de materia seca del forraje, siendo ésta significativa ($P < 0.05$) y una correlación negativa significativa ($P < 0.05$) de -0.476 con el porcentaje de proteína del forraje.

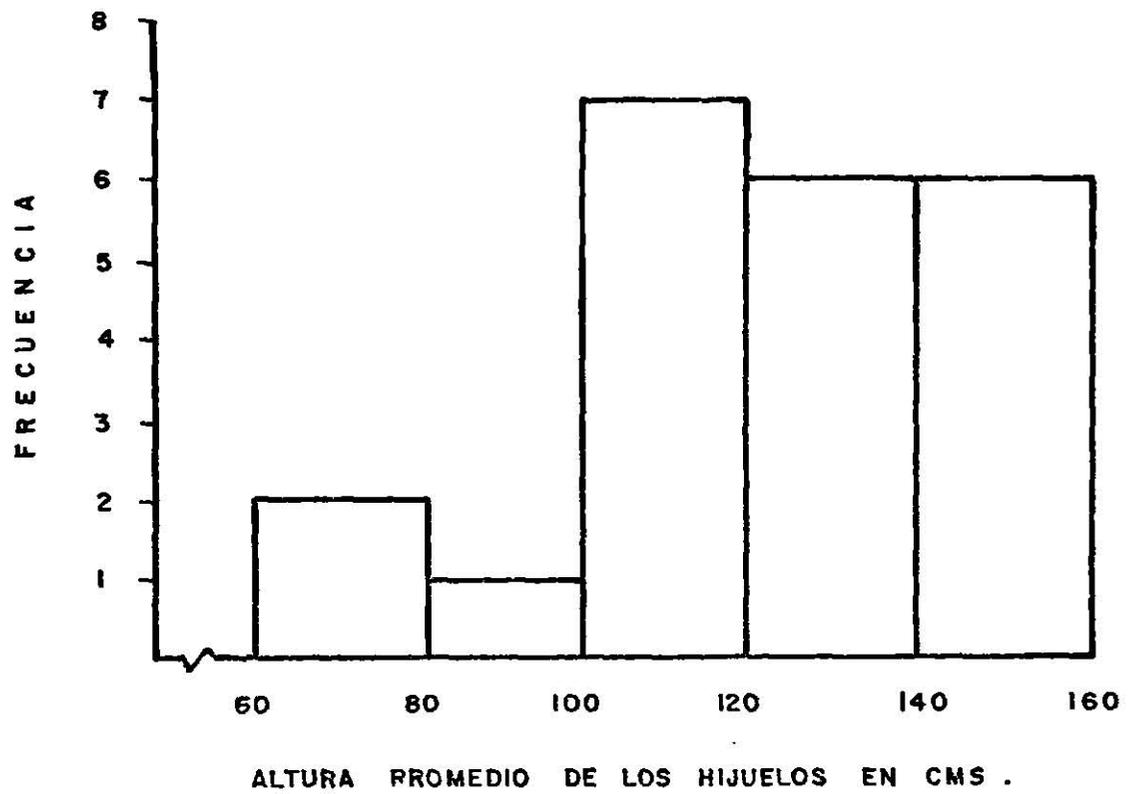
Pudieramos creer que una planta más alta tienen potencial en cuanto a rendimiento, pero como observamos en la Gráfica 1, esto no es totalmente cierto, ya que hay plantas que son bajas y con buenos rendimientos de materia seca. Lo anterior se explica por el grosor del tallo, el número de entrenudos y la capacidad de amacollamiento que en este caso es diferente en cada una de las líneas probadas.

4.1.2. Altura promedio de los hijuelos y número de hijuelos

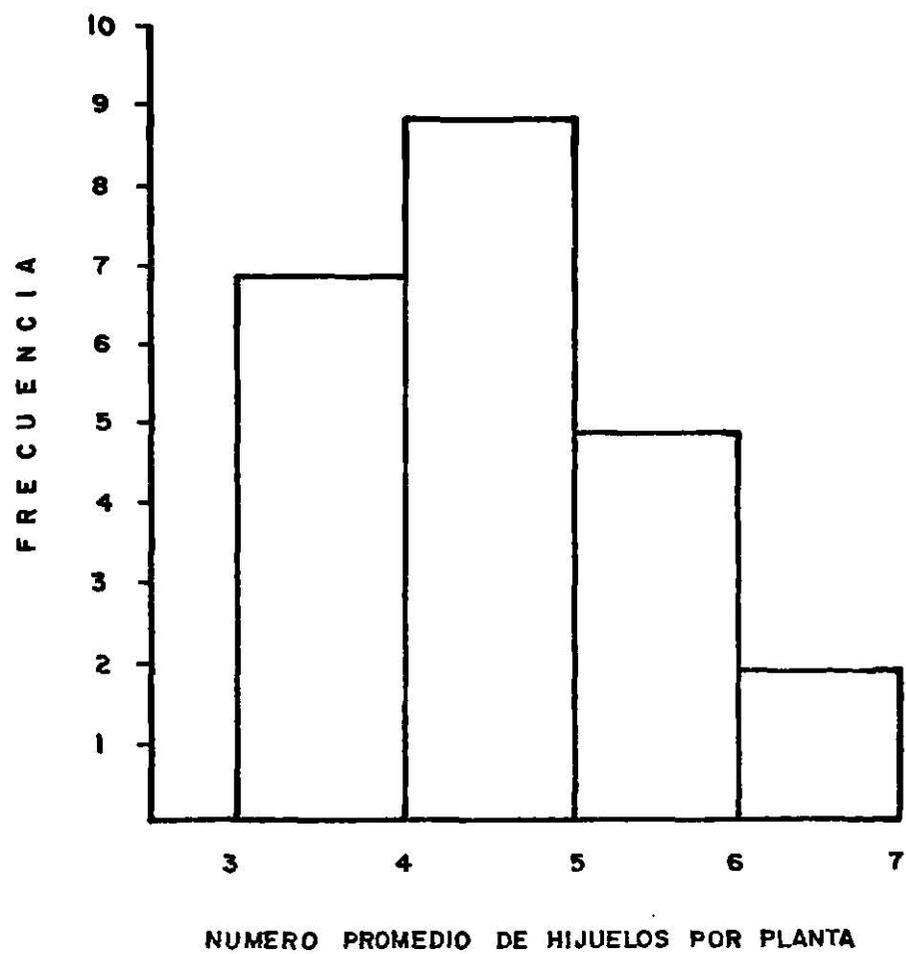
La altura promedio de los hijuelos, son parámetros de importancia porque contribuyen en buena medida con el rendimiento de la planta, tanto de grano como de forraje.

La media de altura de los hijuelos fue de 119 cm, con un rango de (66-147 cm), la media en cuanto a número de hijuelos por planta fue de 4 por planta, con un rango de (3-6).

El ICRISAT-GRU (1984), citados por Maiti (1984), presenta un rango de variación de número de hijuelos de 1 como mínimo y 210 como máximo en su vasta colección mundial de germoplasma.



GRAFICA 3. Histograma que muestra la altura promedio de los hijuelos en centímetros con la frecuencia de altura.



GRAFICA 4. Histograma que muestra el número promedio de hijuelos por planta con la frecuencia del número de hijuelos. .

Las líneas o los genotipos con mayor altura promedio de los hijuelos fueron las siguientes: IP-2612 con 146.9 cm; IP-8160 con 146,9 cm; IP-9161 con 143 cm; IP-8153 con 143 cm e IP-9115 con 141 cm.

Las líneas o los hijuelos con el mayor número promedio de hijuelos por planta son las siguientes: IP-7890 con 6; IP-7972 con 6; IP-9161 con 5; R-2938 con 5 e IP-537-B con 5.

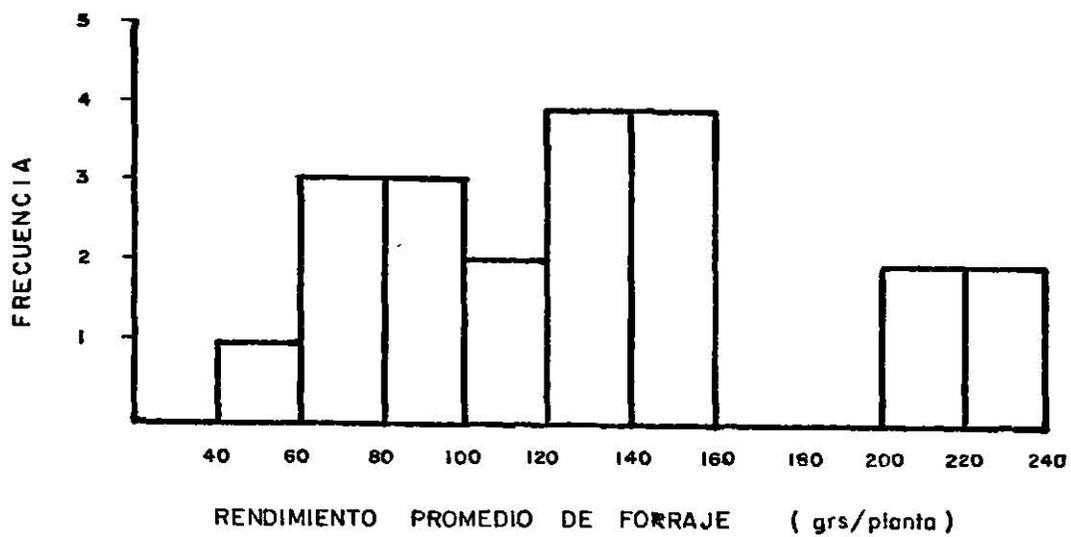
La altura promedio de los hijuelos tuvo una correlación significativa de 0.567 con la altura de planta'

La altura promedio de los hijuelos tuvo una correlación negativa significativa de -0.613 con el porcentaje de proteína del forraje.

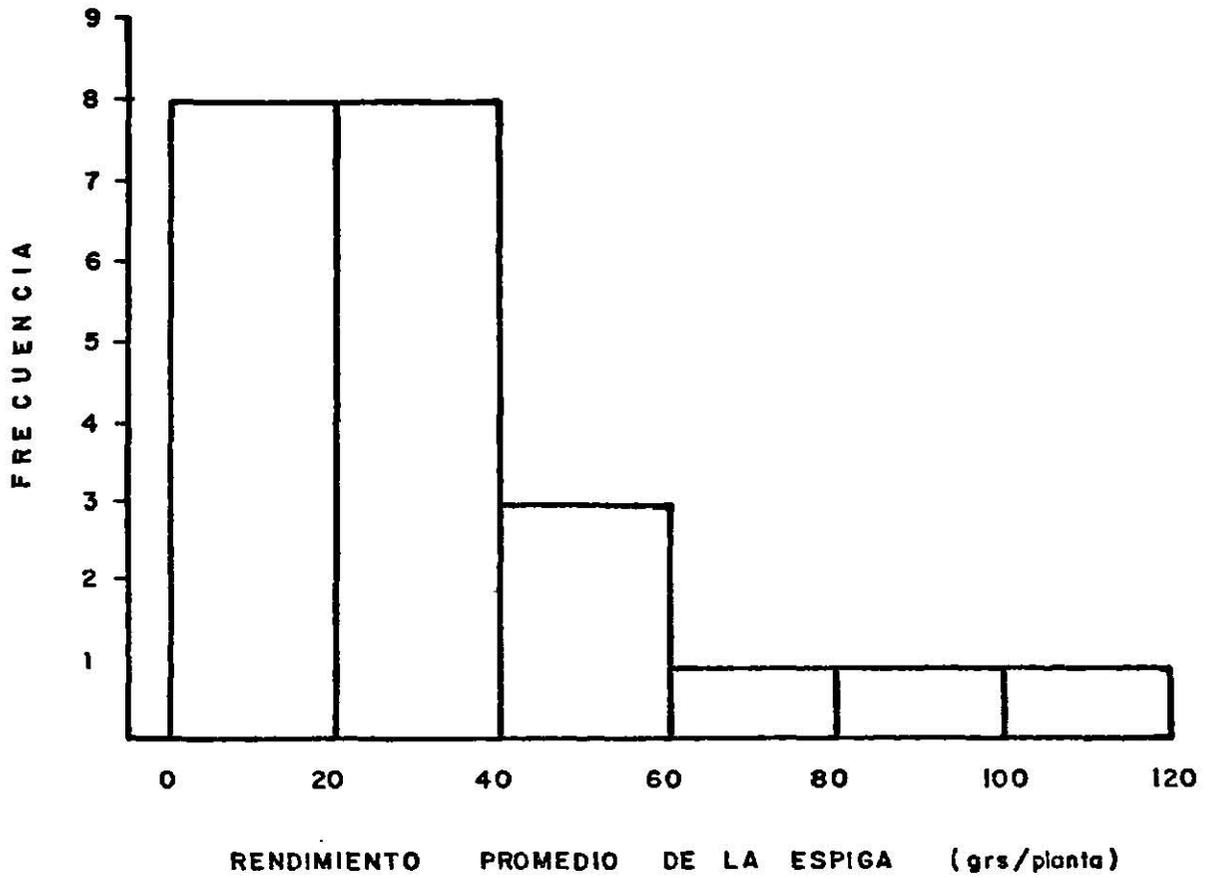
El crecimiento y desarrollo de los hijuelos siguen un patrón idéntico al del tallo principal. El número que alcanza a la floración está en función de la variedad y de las condiciones ambientales, particularmente la distancia entre plantas por lo que los hijuelos contribuyen en buena medida en el contenido de materia seca, proteína y cenizas (Maiti et al., 1981).

4.1.3. Rendimiento

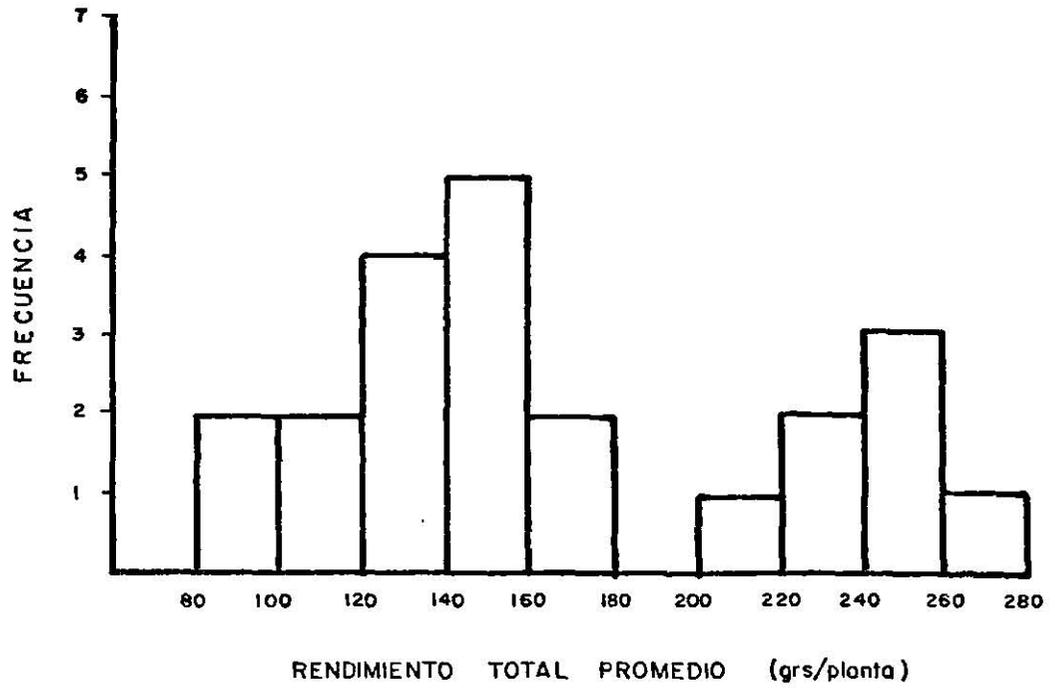
El rendimiento promedio de forraje verde fue de 134.5 g/planta, con una variación de 54.9 a 258.3 g/planta. El rendimiento promedio de la es piga fue de 35.5 g/planta, con una variación de 3.3 a 102 g/planta; por lo que juntando ambos rendimientos nos da un rendimiento total promedio de 166.8 g/planta, con una variación de 85.5 a 281.8 g/planta, esto multi plicado por 178,000 plantas por hectárea, considerando el procedimiento que se siguió en la siembra, nos daría una media del rendimiento estimado



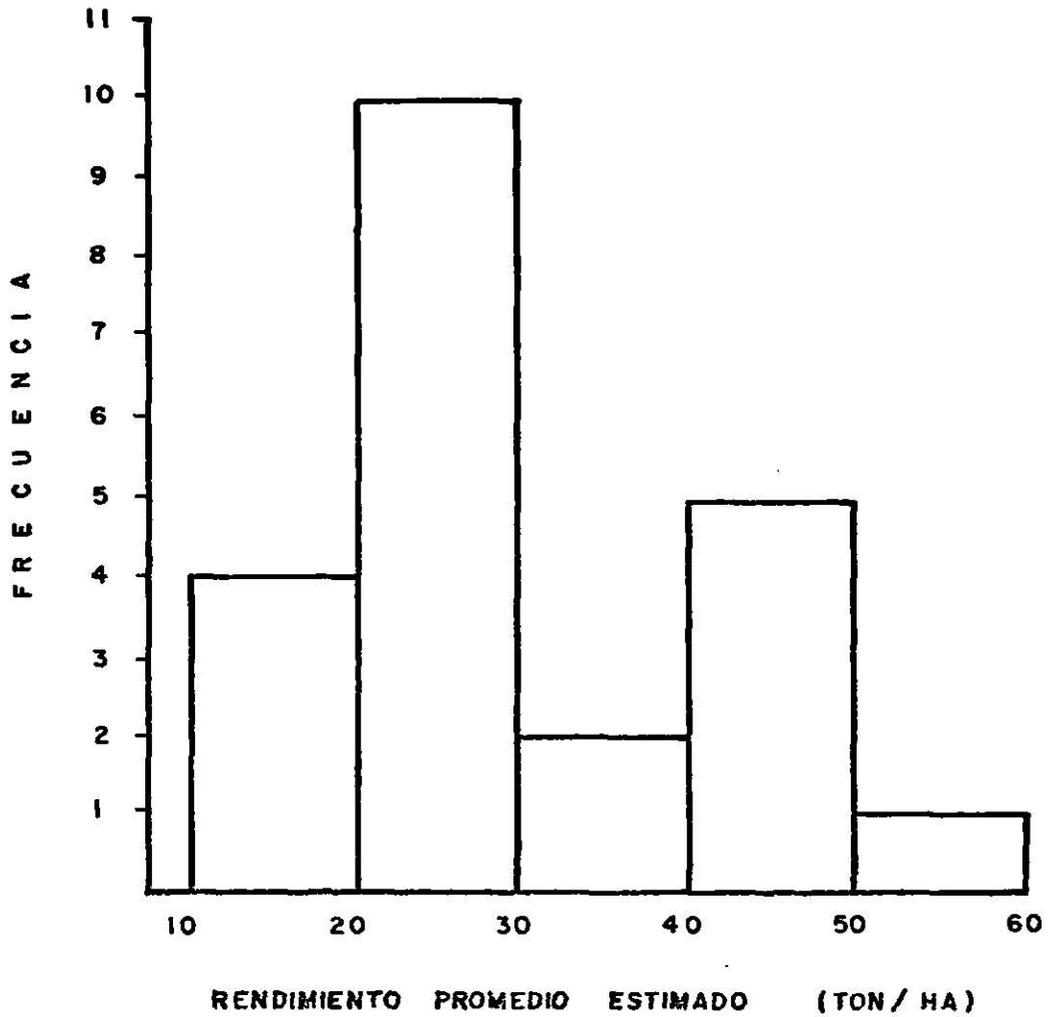
GRAFICA 5. Histograma que muestra el rendimiento promedio de forraje en gramos por planta con la frecuencia del rendimiento promedio de forraje.



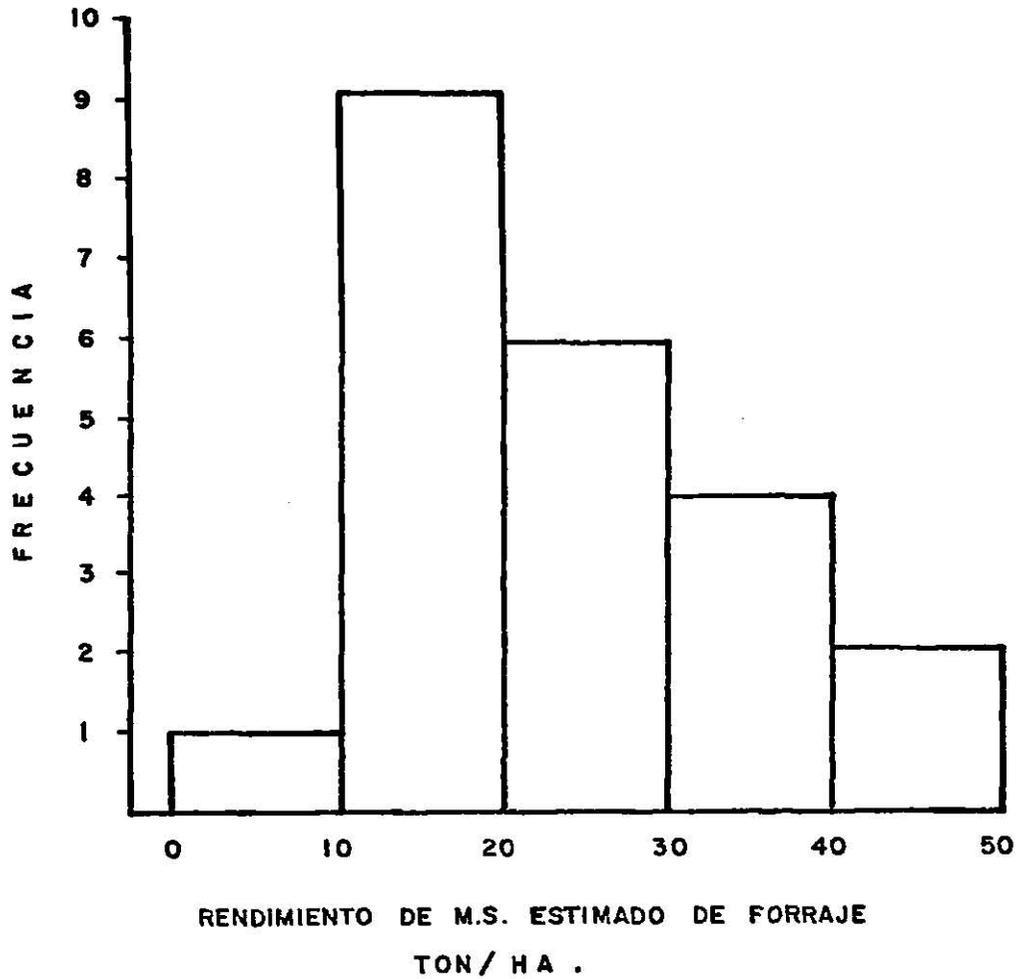
GRAFICA 6. Histograma que muestra el rendimiento promedio de la espiga en gramos por planta con la frecuencia del rendimiento promedio de la espiga.



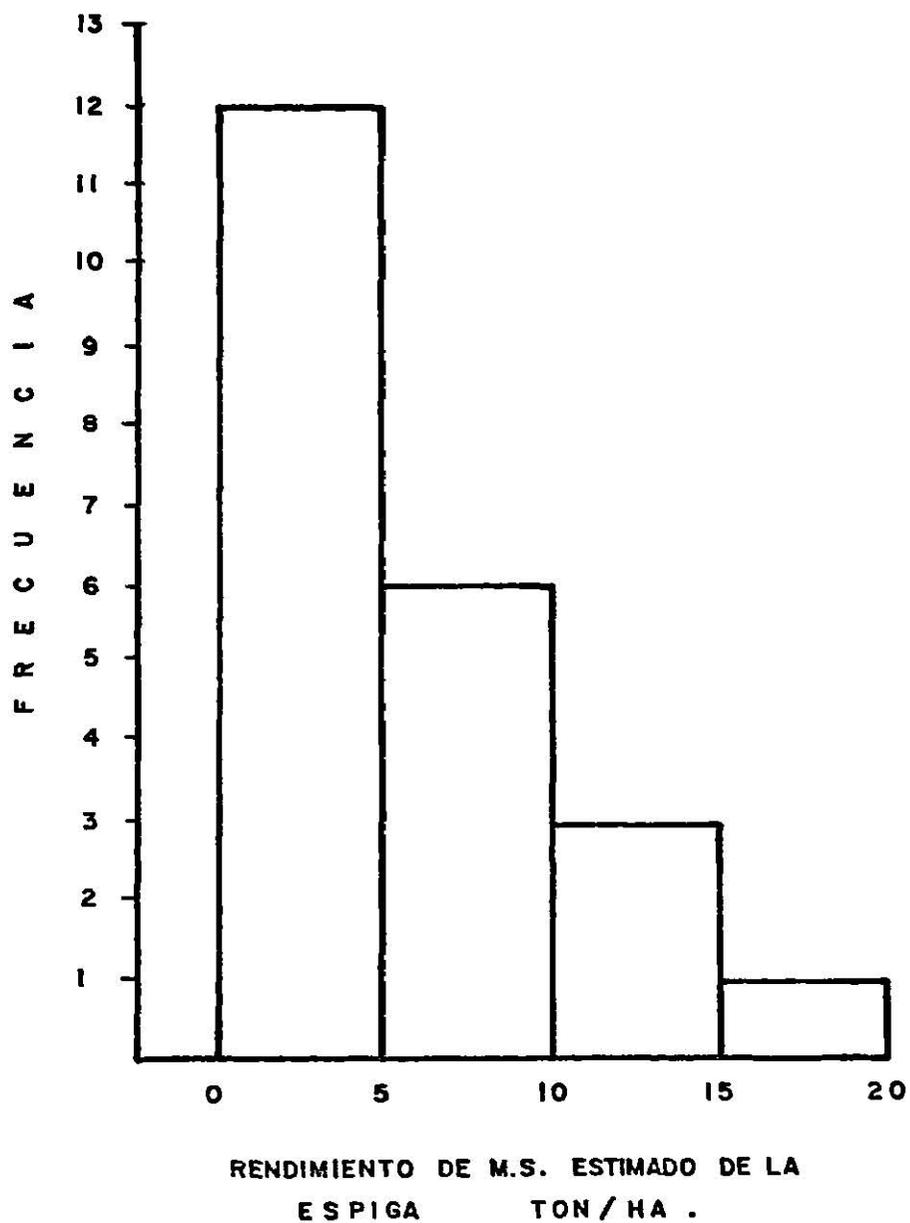
GRAFICA 7. Histograma que muestra el rendimiento total promedio en gramos por planta, con la frecuencia del rendimiento total promedio.



GRAFICA 8. Histograma que muestra el rendimiento promedio estimado en toneladas por hectárea, con la frecuencia del rendimiento promedio estimado.



GRAFICA 9. Histograma que muestra el rendimiento estimado de forraje en toneladas por hectárea con la frecuencia del rendimiento estimado de forraje.



GRAFICA 10. Histograma que muestra el rendimiento estimado de la espiga en toneladas por hectárea, con la frecuencia del rendimiento estimado de la esniga.

total de 29.7 toneladas de forraje verde por hectárea, con un rango de variación de 15.2 a 50.2 ton/ha. La media del rendimiento de materia seca estimado de forraje en toneladas por hectárea es de 23.9 con un rango de 9.8 a 45.9 ton/ha y para la espiga es de 6.3 con una variación de 0.6 a 18.2 ton/ha.

Los genotipos que presentaron un mejor rendimiento promedio de forraje verde en gramos por planta, son los siguientes: IP-7922 con 258.3; IP-7962 con 244.4; IP-9161 con 218.5; IP-9115 con 201.4 e IP-7896 con 176.9; los que presentaron un mejor rendimiento promedio de la espiga (en verde) en gramos por planta, son los siguientes: R-2938 con 102; R-2960 con 83.25; IP-7890 con 70.9; IP-537-B con 57 e IP-7931 con 42.8; los que presentaron un mejor rendimiento (en verde) promedio total en gramos por planta son los siguientes: IP-7922 con 281.8; IP-7890 con 246.9; IP-7962 con 244.4; R-2038 con 243.0 e IP-9115 con 238.1; los que presentaron un mejor rendimiento (en verde) promedio estimado total en toneladas por hectárea son los siguientes: IP-7922 con 50.2; IP-7890 con 43.96; IP-7962 con 43.5; R-2938 con 43.3 e IP-9115 con 42.4; los que presentaron un mejor rendimiento de materia seca estimada en toneladas por hectárea para forraje son las siguientes: IP-7922 con 45.9; IP-7962 con 43.5; IP-9161 con 38.9; IP-9115 con 35.8 e IP-7896 con 31.5 los que presentaron un mejor rendimiento de materia seca estimada en toneladas por hectárea para la espiga, son los siguientes: R-2938 con 18.2; R-2960 con 14.8; IP-7890 con 12.6; IP-537-B con 10.1 e IP-7931 con 7.6.

4.2. Aspectos Bromatológicos

4.2.1. Materia seca

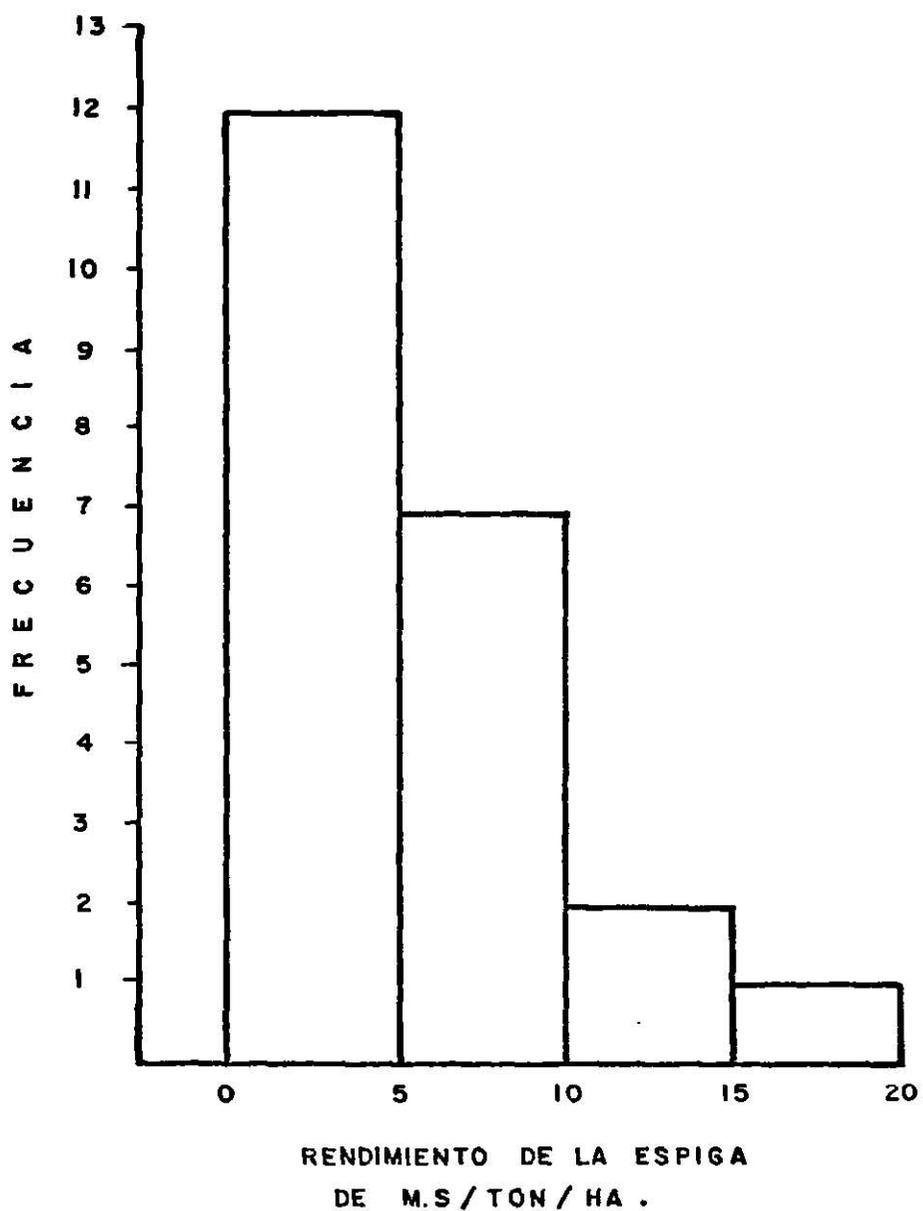
La cantidad de materia seca residual después de eliminar la humedad constituye lo que aquí llamamos la materia seca (MS). Es importante determinar su contenido porque forma la base de todas las raciones de los rumiantes y es esencial suministrar las cantidades mínimas indispensables para el funcionamiento normal del aparato digestivo de los animales.

El rendimiento estimado en toneladas de materia seca por hectárea fue de 21.5 con una variación de 8.43 a 41.79 para la MS del forraje y de 5.68 con un rango de (0.52 - 16.37) para la espiga.

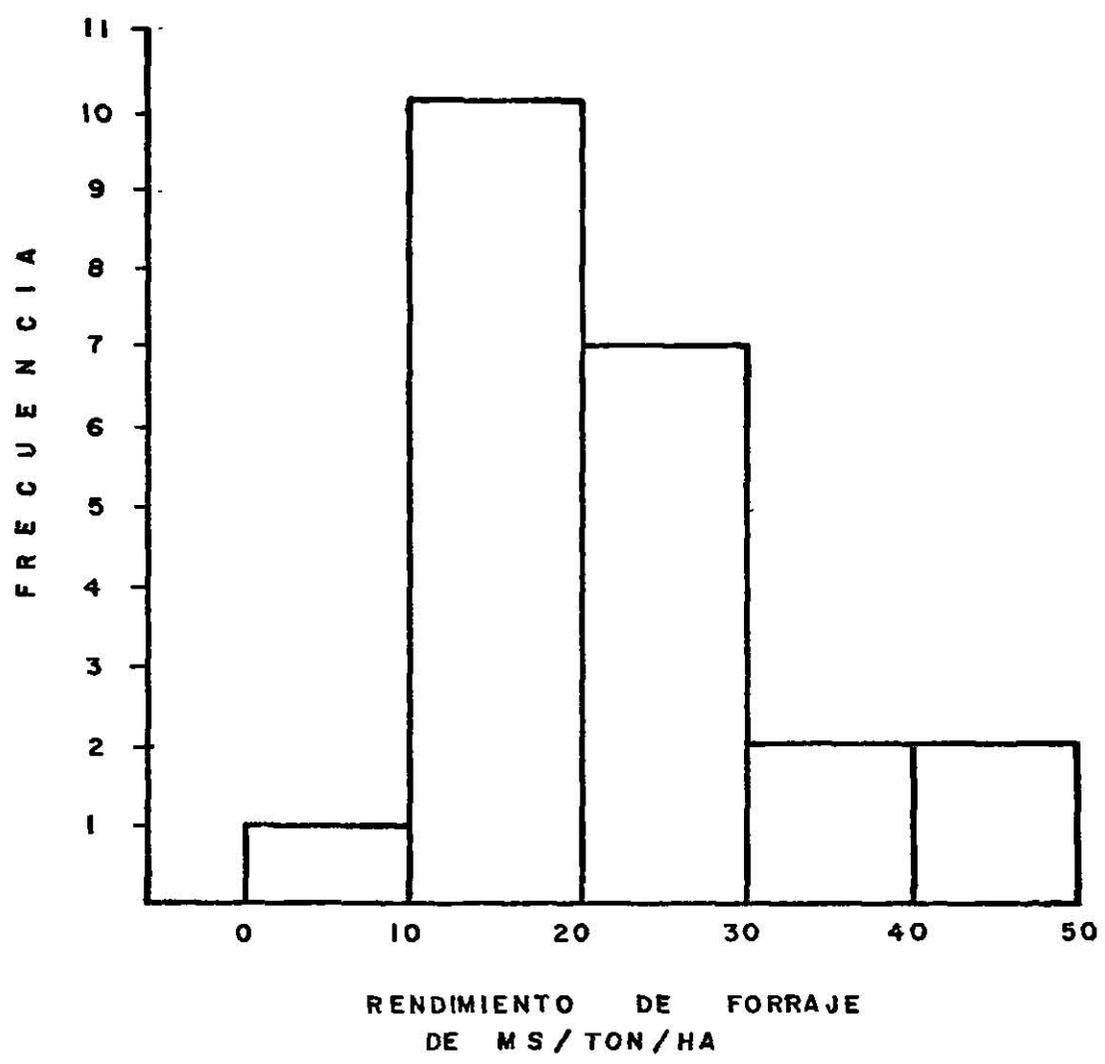
Contreras y Farías (1984) reportaron en un trabajo realizado en el Campo Agrícola Experimental de la Laguan (INIA) Matamoros, Coahuila, México, que en pastoreo se puede obtener hasta 18 ton/ha de forraje seco, en verdeo hasta 21 ton de forraje seco y henificado proporciona rendimientos hasta de 26 ton/ha de forraje seco.

Andrade y Andrade (1982), encontraron que la producción de materia seca en mijo perla varió de 6.7; 10.8 y 21.9 ton/ha en mijos con ciclos de crecimiento de 68, 81 y 134 días respectivamente.

Las líneas que se comportaron mejor en cuanto a rendimiento estimado de materia seca son las siguientes: IP-7922 con 41.79; IP-7962 con 40.25; IP-9161 con 36.05; IP-9115 con 32.38 e IP-7890 con 28.76 para forraje tanto de MS de forraje por hectárea. Las líneas que mejor se comportaron en rendimiento de la espiga fueron las siguientes: R-2938 con 16.37; R-2960 con 13.04; IP-7890 con 11.49; IP-537-B con 9.11 e IP-7931 con 6.73 en toneladas por hectárea.



GRAFICA 11. Histograma que muestra el rendimiento de materia seca de la espiga en toneladas por hectárea, con la frecuencia.



GRAFICA 12. Histograma que muestra el rendimiento de materia seca del forraje en toneladas por hectárea con la frecuencia.

4.2.2. Proteína

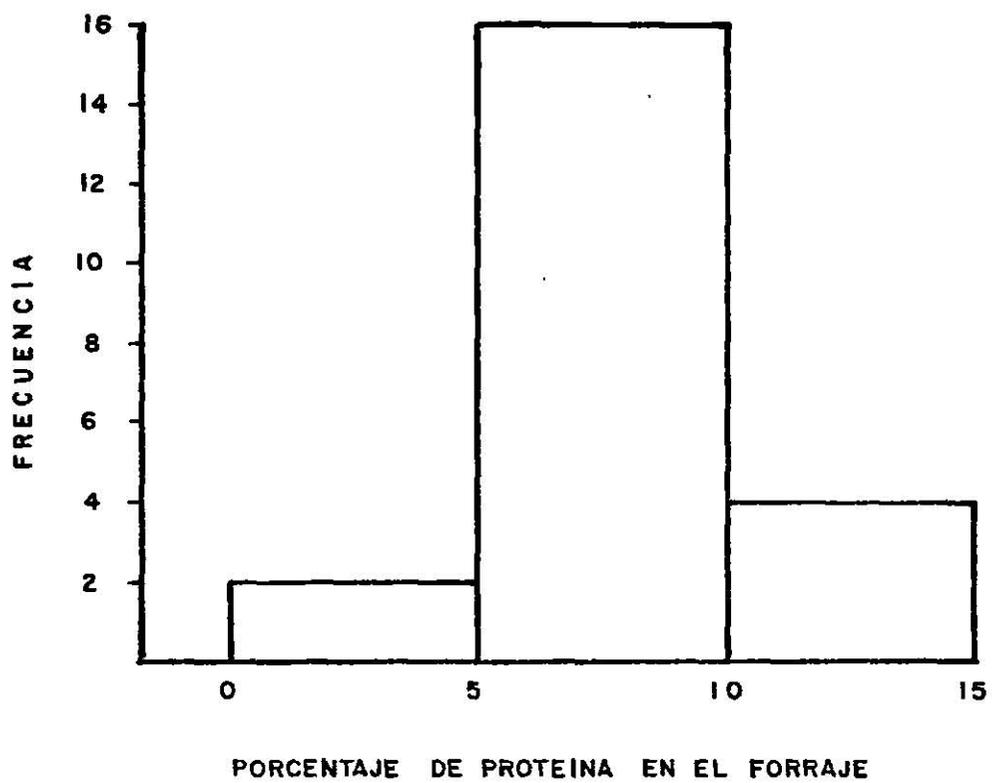
Las proteínas son de fundamental importancia en la alimentación del ganado, porque son esenciales para la vida. Además de carbono, hidrógeno y oxígeno, las proteínas contienen azufre y unas pocas hierro. Esta comprobado que todos los animales deben recibir en su alimentación por lo menos una cantidad de proteína y de buena calidad.

El contenido promedio de proteína en el forraje que se obtuvo en el presente trabajo fue de 7.4%, con un rango que varió de 2.5 a 11.5%, y en la espiga fue de 11.4%, con un rango de 7.1 a 13.7%. El rendimiento estimado de proteína en ton/ha para el forraje fue de 1.8 con un rango de 0.6 a 5.3 ton/ha y para la espiga fue de 0.8 con un rango de 0.2 a 1.9 ton/ha.

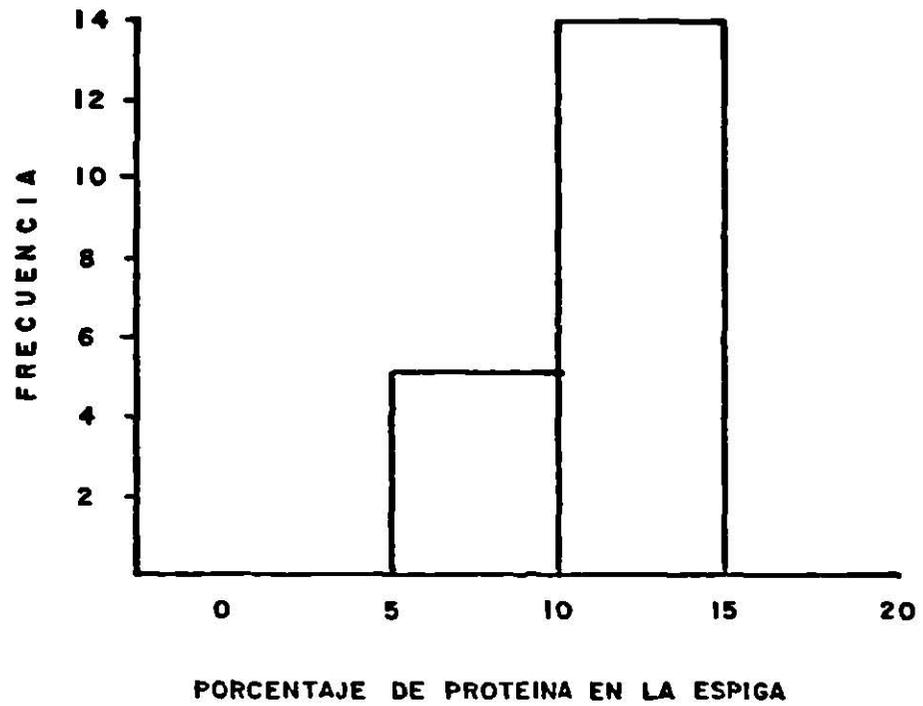
Los genotipos que mostraron el mayor rendimiento de proteína en el forraje seco son: IP-7922, con 11.5%; IP-7968 con 10.3%; IP-7897 con 10.3%; IP-9845 con 10% e IP-7896 con 9.4%. Para la espiga son: IP-7959 con 13.7%; IP-7897 con 13.7%; IP-7972 con 13.2%; IP-4503 con 12.9% e IP-9161 con 12.9%.

Los genotipos que presentaron el mayor rendimiento de proteína en toneladas por hectárea para el forraje son: IP-7922 con 5.3; IP-9161 con 3.2.; IP-7896 con 2.9; IP-7968 con 2.5 e IP-7962 con 2.4; y para la espiga R-2938 con 1.9; R-2960 con 1.8; IP-7890 con 1.6; IP-537-B con 1.2 e IP-7931 con 0.9 ton/ha.

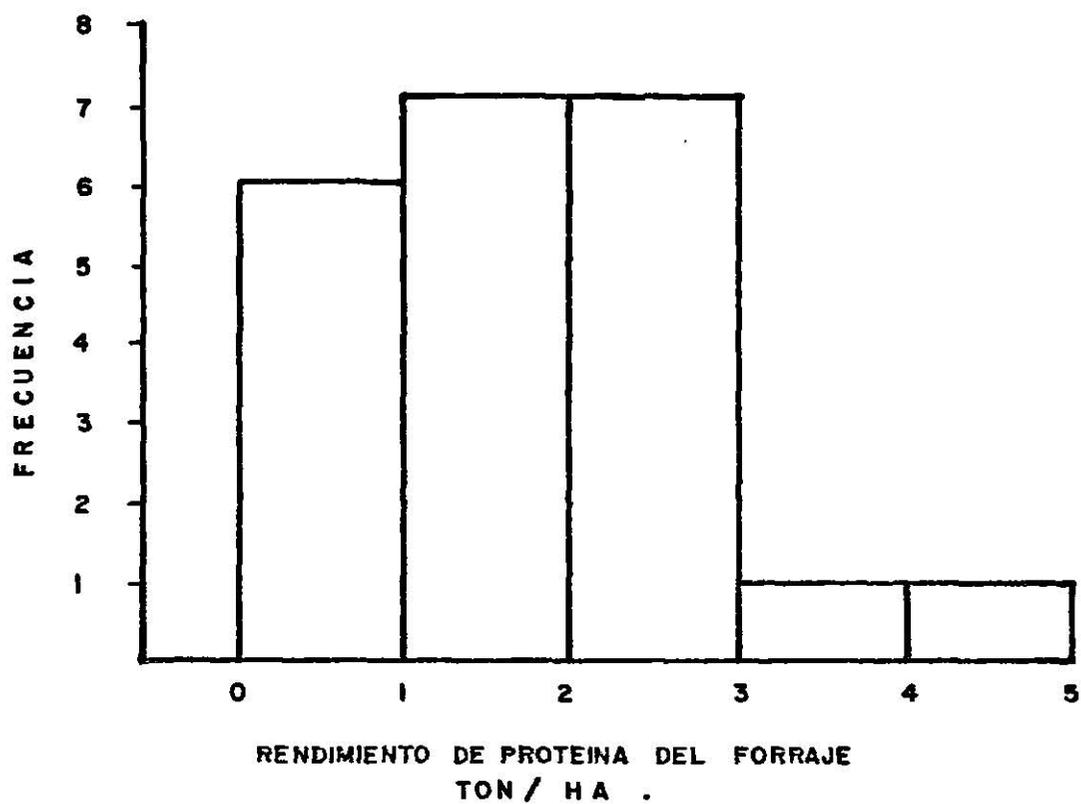
El porcentaje de proteína de la espiga estuvo correlacionado con los caracteres morfológicos. El porcentaje de proteína del forraje tuvo correlaciones negativas con la altura de la planta ($P < 0.05$) y la altura prome



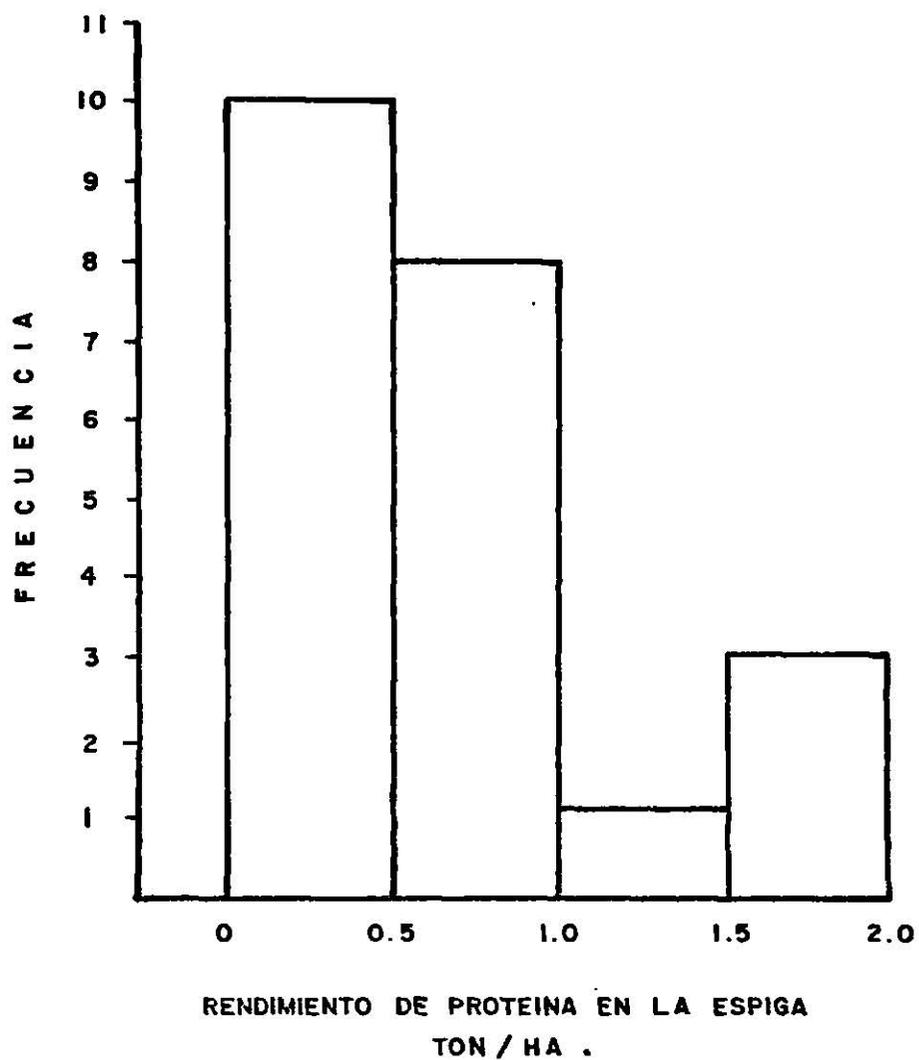
GRAFICA 13. Histograma que muestra el porcentaje de proteína en el forraje de las diferentes líneas investigadas.



GRAFICA 14. Histograma que muestra el porcentaje de proteína en la espiga en las diferentes líneas estudiadas.



GRAFICA 15. Histograma que muestra el rendimiento estimado de proteína del forraje en toneladas por hectárea en las líneas de mi-jo perla estudiadas.



GRAFICA 16. Histograma que muestra el rendimiento de proteína en la espiga en toneladas por hectárea en las diferentes líneas de mijo perla.

dio de los hijuelos (P 0.01).

El porcentaje de proteína de la espiga estuvo correlacionado (P 0.05) con el porcentaje de cenizas de la espiga y con el porcentaje de proteína del forraje. El porcentaje de proteína del forraje estuvo correlacionado (P 0.05) con el porcentaje de proteína de la espiga.

4.2.3. Cenizas

Bajo el concepto de cenizas, quedan registrados los minerales que contienen los alimentos, una vez que han sido incinerados. Se sabe desde hace mucho tiempo que los nutrientes minerales son necesarios para la salud de los animales y más aún para la vida misma.

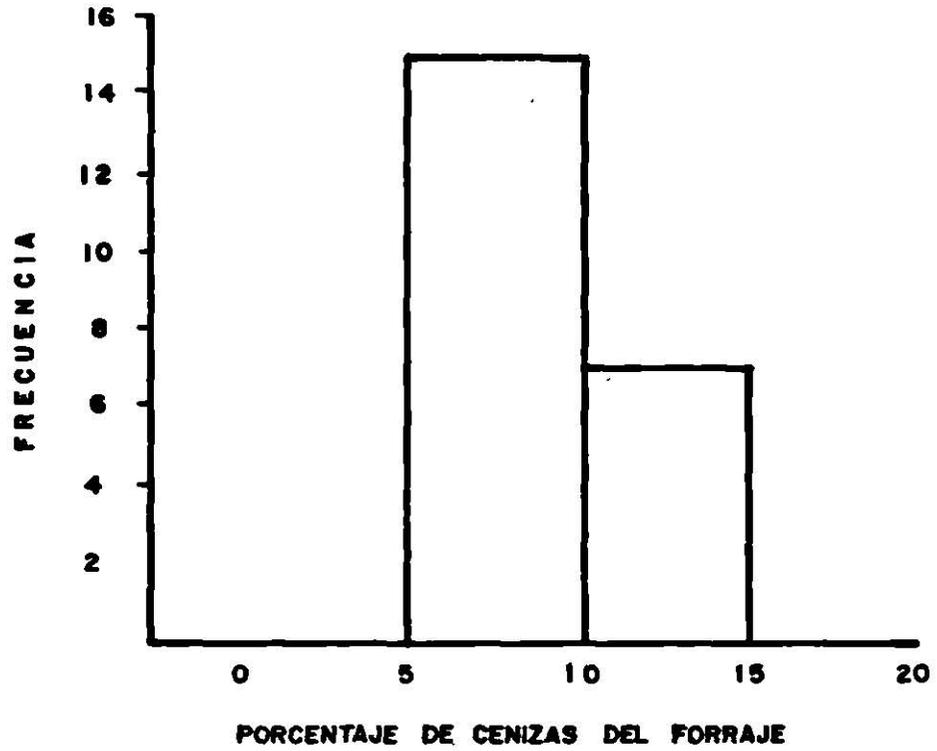
Las principales funciones de los minerales son: integrantes necesarios en los fluidos del cuerpo, toman parte en muchas reacciones químicas en las plantas y animales. Por lo anterior, este concepto se analizó y en seguida se presentan los resultados.

La media del porcentaje de cenizas en el forraje fue de 9.6%, con una variación de 7.1 a 12% y para la espiga la media fue de 4.5%, con una variación de 2.8 a 6.6%.

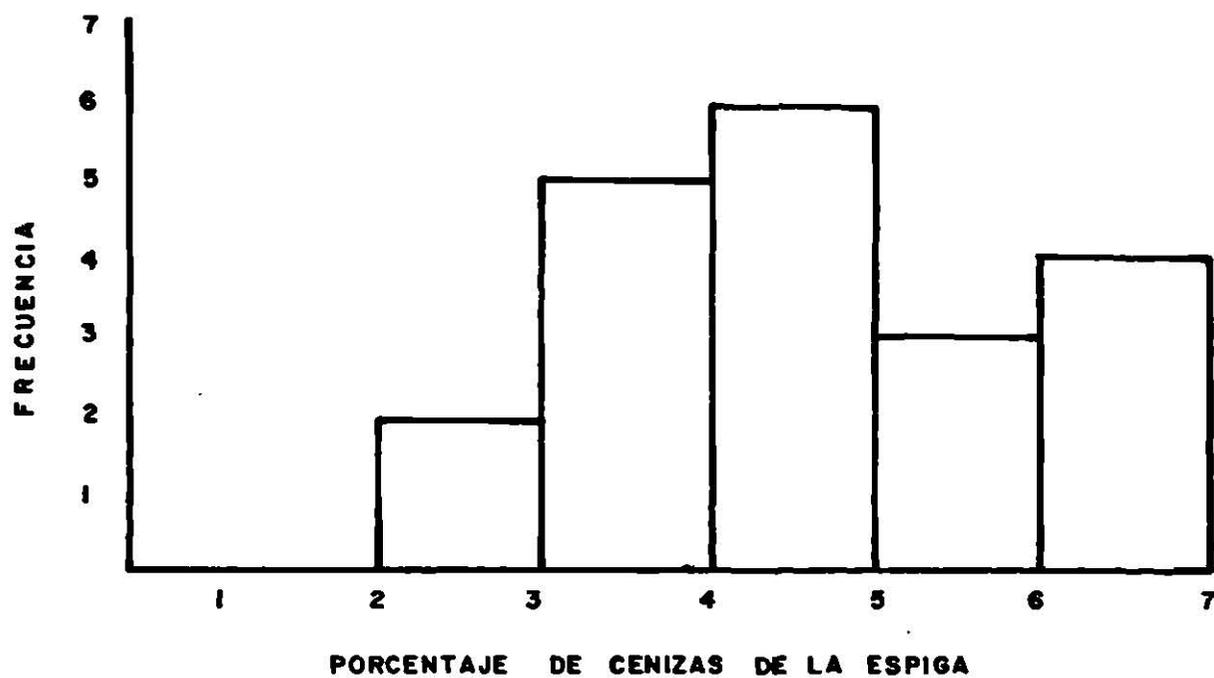
Los genotipos que se comportaron mejor en cuanto al porcentaje de cenizas en el forraje son: R-2938, con 12%; IP-7968 con 11.4%; IP-7928 con 11.4%; IP-9161 con 11.2% e IP-7897 con 11%. Y para la espiga son: IP-7890 con 6.6%, IP-7897 con 6.6%; IP-7959 con 6.5%; IP-9161 con 6.3% e IP_7949 con 5.4%.

El porcentaje de cenizas de la espiga estuvo correlacionada (P 0.05)

con el porcentaje de proteína de la espiga.



GRAFICA 17. Histograma que muestra el porcentaje de cenizas del forraje en las líneas de mijo perla estudiadas.



GRAFICA 18. Histograma que muestra el porcentaje de cenizas de la es
piga en las líneas de mijo perla estudiadas.

V: DISCUSION

El rendimiento promedio de forraje estimado fue de 23.9 ton/ha, con una variación de 9.8 a 45.9 ton/ha, mientras que el maíz en la zona produce entre 44 a 57 ton/ha de forraje y el sorgo rinde de 40 a 45 ton/ha de forraje. (Flores, 1982). Estos rendimientos están dados en la realización de un solo corte. El mijo perla tiene capacidad de rebrote que le permite ser usado bajo un sistema de cortes múltiples (tres a seis por ciclo). Algunas variedades de sorgo también tienen capacidad de rebrote y se les puede dar de tres a cuatro cortes. El maíz no tiene capacidad de rebrote.

Comparando los rendimientos de grano de los tres cultivos, el maíz aparece en primer lugar y el rendimiento es de 1000 a 4000 kg/ha; el sorgo en segundo lugar, cuyo rendimiento es de 2000 a 3000 kg/ha y en el tercer lugar el mijo, con un rendimiento de 1000 a 1500 kg/ha (Maiti, 1984). todos los cultivos bajo buenas condiciones ecológicas. Los resultados obtenidos en este trabajo incluyen el grano y la espiga juntas, la media estimada fue de 23.9 ton/ha, con un rango de 0.6 a 18.2 ton/ha.

El grano de maíz se utiliza principalmente para consumo humano y puede ser en forma de elote o el grano procesado para las tortillas de maíz. El grano del sorgo se utiliza principalmente como fuente de energía en la alimentación animal. El grano de mijo perla se puede usar en forma parcial o reemplazando la harina de trigo en panes, galletas y en productos de pastas (Emiola y de la Rosa, 1981; Hill, 1965), así como en la alimentación animal.

El porcentaje de proteína del forraje de mijo perla fue de 7.44,

con una variación de 2.5 a 11.5% comparándolo con el porcentaje de proteína del forraje de maíz que aproximadamente es de 5.7 a 8.0%; y comparándolo con el porcentaje de proteína de forraje de sorgo que va de 6.4 a 9.2%. El porcentaje de proteína de la espiga que se obtuvo en el mijo perla fue de 11.4% con una variación de 7.1 a 13.7% con el porcentaje de proteína del grano de maíz es de 8.8%, y el porcentaje de proteína del grano de sorgo es de 8.9%.

Las proteínas son de mucha importancia en la alimentación del ganado por que son esenciales para la vida. En mijo perla resalta principalmente el alto contenido de proteína cruda. Lo anterior es importante, pues puede producir un nutriente valioso para alimentación en donde otras plantas no lo pueden hacer.

Comparando la media del porcentaje de cenizas en el forraje de mijo perla de 9.6% con una variación de 7.1 a 12%, con el porcentaje de cenizas del forraje de maíz que va de 6.2 a 7.3% y con el porcentaje de cenizas del forraje de sorgo es de 7% (Flores, 1982).

La importancia de las sustancias minerales se sabe desde hace mucho tiempo que los principios nutritivos minerales son necesarios para mantener la salud de los animales y conservar la vida misma.

Como podemos observar, la diferencia de los diferentes parámetros a excepción del rendimiento de grano son muy similares.

El maíz oriundo de las tierras tropicales, prospera perfectamente en las llamadas zonas templadas, pero en la zona semiarida no lo hace muy bien, el rendimiento del maíz varía considerablemente con el suelo y la

estación. En nuestro país, constituye la planta agrícola predominante.

El sorgo se cultiva por: adaptarse de modo excepcional a las regiones de escasas e inseguras lluvias, en donde es totalmente imposible el cultivo rentable del maíz. Por lo tanto, los sorgos son el recurso por la cantidad y la calidad de sus productos, precisamente en las regiones donde no hay condiciones ecológicas adecuadas para el maíz.

En las regiones que por sus condiciones ecológicas, por su alto riesgo de fracasos del sorgo, se puede utilizar el cultivo del mijo perla ya que esta adaptado a períodos cortos de lluvia, alta temperatura media, altas tasas de evapotranspiración potencial, características edáficas de suelo poco profundos y arenosos. Las necesidades térmicas fluctúan entre los 10 a 45°C, prospera con suelos con bajos insumos y condiciones muy limitantes y un pH que varía de 6.2 a 7.75.

En base a los resultados obtenidos en este estudio, puede decirse que el mijo perla es una buena alternativa para la producción de grano y forraje, puesto que en las zonas semiáridas del noreste de México hay condiciones favorables para el cultivo. Se recomienda se continúe la investigación en este cultivo ya que su potencialidad real es desconocida. Las alternativas de producción son también amplias, pues puede ir desde la producción de grano para fines específicos (alimento para ganado, alimentación humana), hasta la producción de forraje de corte y pastoreo, pasando también con la utilización de doble propósito (grano y forraje). Este estudio es preeliminar y la información requiere revalidarse con la introducción de más germoplasma y sometiéndolo a las condiciones adversas de otras regiones para tener un estudio más amplio de su adaptación y potencialidad productiva.

VI. CONCLUSION Y RECOMENDACION

La introducción y explotación de otros cultivos con capacidad de tolerar y resistir a escasos requerimientos de humedad reviste una gran relevancia en la agricultura, pues al ser establecidos favorece una alternativa en el incremento de la producción de alimentos tanto de origen vegetal como animal. Considerando lo anterior y la potencialidad del cultivo, se puede decir que el mijo es una buena alternativa para la producción de grano y forraje en la región noreste de México.

El propósito fundamental de este estudio era contribuir al inicio de la investigación del cultivo del mijo perla (Pennisetum americanum (L.) Leeke) para que a mediano plazo sea una realidad la utilización del cultivo para ayudar al logro de una adecuada disponibilidad de alimento para el hombre y los animales en esta región y en las regiones en donde las condiciones ambientales se pueda desarrollar el cultivo del mijo perla.

Con estas líneas experimentales, se puede iniciar la investigación con los diferentes factores que afectan el establecimiento de los cultivos, como pueden ser: en el manejo del cultivo (densidad de población, riegos, fertilización, control de malezas), en los factores ambientales (temperaturas altas o bajas, precipitación pluvial, luminosidad, viento) en los factores genéticos (habilidad para emerger, potencialidad de desarrollo), plagas y enfermedades (en la planta y en el suelo) y factores edáficos (preparación de la cama de siembra, humedad del suelo, temperatura del suelo, profundidad de siembra, encostramiento del suelo, disponibilidad de nutrientes y salinidad).

Las amplias superficies de cultivo con condiciones adversas sugieren la adaptación y uso de mijo perla en el país.

VII. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UANL.

El objetivo fue realizar una caracterización preliminar de germoplasma de Mijo Perla. La caracterización incluyó caracteres morfológicos para evaluar el potencial productivo como productor de grano y forraje, valorar el contenido nutricional mediante análisis bromatológicos y seleccionar las líneas de germoplasma con mayor potencialidad de desarrollo en la región.

De un experimento preliminar se seleccionaron 22 líneas por su altura y frondosidad a simple vista de un total de 120 líneas que estaban en investigación desde el punto de vista fitotécnico.

La evaluación se hizo mediante una prueba Per-se, se tenía una línea por tres metros de largo, espaciados los surcos a 80 cm, la siembra se hizo en el lomo del surco, las plantas fueron espaciadas a 8 cm para obtener una densidad de población de 178,000 plantas por hectárea.

Los parámetros que se computaron fueron los siguientes: altura, altura de los hijuelos, número de hijuelos, rendimiento de forraje, rendimiento total, rendimiento estimado, porcentaje de humedad de la espiga, porcentaje de materia seca de la espiga, porcentaje de cenizas de la espiga, porcentaje de humedad del forraje, porcentaje de materia seca del forraje, porcentaje de cenizas del forraje y porcentaje de proteína del forraje.

En el análisis de la información se encontró lo siguiente: La media de altura encontrada en las líneas de mijo perla fue de 162.7 cm, con un

rango de 114 (105 a 219 cm).

En base a los resultados obtenidos, se recomiendan las siguientes líneas para la región de Marín, N.L.:

En altura, las líneas

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 1. IP-9115 | 2. R-2938 | 3. IP-7890 |
| 4. IP-7962 | 5. IP-9161 | |

En rendimiento, las líneas

Forraje	Espiga	Total
1. IP-7922	IP-7922	IP-7922
2. IP-7962	IP-7962	IP-7990
3. IP-9161	IP-9161	IP-7962
4. IP-9115	IP-9115	R-2938
5. IP-7896	IP-7896	IP-9115

En el porcentaje de materia seca

Forraje	Espiga
1. IP-7922	R-2938
2. IP-7962	R-2960
3. IP-9161	IP-7890
4. IP-9115	IP-537-B
5. IP-7890	IP-7931

En el porcentaje de proteína

Forraje	Espiga
1. IP-7922	IP-7959
2. IP-7968	IP-7897

3. IP-7897	IP-7972
4. IP-9845	IP-4503
5. IP-7896	IP-9161

En el porcentaje de cenizas

Forraje	Espiga
1. R-2938	IP-7890
2. IP-7968	IP-7897
3. IP-7928	IP-7957
4. IP-9161	IP-9161
5. IP-7897	IP-7949

La media de altura de los hijuelos fue de 119 cm, con un rango de 81 (61 a 147 cm). La media en cuanto a número de hijuelos fue de 4 por planta, con un rango de (3-6). El rendimiento promedio estimado total fue de 29.7 ton/ha, con un rango de (15.2 a 50.2 ton/ha). La media del rendimiento estimado de forraje verde en ton/ha fue de 23.9, con un rango de (9.8 a 45.9 ton/ha) y para la espiga fue de 6.3, con un rango de (0.6 a 18.2 ton/ha).

El rendimiento estimado de toneladas de materia seca por hectárea fue de 21.5, con un rango de 18.43 a 41.79 para forraje, y de 5.58 con un rango de .52 a 61.37 para la espiga.

El contenido de proteína del forraje varió de 7.4% con un rango de (2.5 a 11.5%) y de la espiga fue de 11.4% con un rango de (7.1 a 13.7%). El promedio del rendimiento estimado de proteína en ton/ha para el forraje fue de 1.8 con un rango de (0.6 a 5.3 ton/ha) y para la espiga es de 0.8 con un rango de (0.2 a 1.9 ton/ha).

La media del porcentaje de cenizas en el forraje es de 9.6%, con un rango de (7.1 a 12%) y para la espiga la media es de 4.5% con un rango de (2.8 a 6.6%).

De estos resultados preliminares se pudo concluir que el mijo perla puede tener un potencial abierto en las zonas áridas y semiáridas de México, por lo que se recomienda continuar investigando acerca de este cultivo como una nueva alternativa de producción de alimento en los trópicos semiáridos.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE J., B. de., and Andrade P. de. 1982. Silage production of pearl millet [Pennisetum americanum (L.) K Schum]] (pt). Boletín de Industria animal. Novo Odessa, sp. 39(2):155-165 18 ref.
- APPA RAO, S., MENGESHA, M.H., and V. SUBRAMANIAM. 1982. Collection and preliminary evaluation of Sweet-Stalk Pearl Millet (Pennisteam). Economic Botany 36(3):286-290.
- BRUNKEN, J., DE WET., J.M.J. and HARLAN, J.R. 1977. The morphology and domestication of pearl millet. Economic Botany. 31(2):163-174.
- DELORIT, R.J. y AHLGREN, H.L. 1970. Producción Agrícola. CECSA. México, D.F.
- DHILLON, S., POPLI S., and DHINDSA, K.S. 1982. Chemical composition and protein fuctions of some high yielding varieties of bajra (Pennisetum typhordeum). Bulletin of Grain Technology 20(3):155-159.
- DHINDSA, R.S., DHILLON S., and SOOD, D.R. 1982. Nutritional quality of millets. Milwai Newsletter. 1:2.
- DUTHIL, J. 1976. Producción de forrajes. 3a. edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 204-206.
- EMIOLA, L.D. and DE LA ROSA, L.C. 1981. Characterization of Pearl Millet Nonstarchy polysaccharides. Journal of Food Science. 46:781.
- FARIAS, J.M. y FAZ CONTRERAS, R. 1984. El mijo perla: Un nuevo forraje pa la comarca Lagunera. Folleto para productores No. 8 SARH. CAELALACIAN-INIA.

- FLORES MENENDEZ, J.A. 1980. Bromatología Animal. 2a. edición. Editorial LIMUSA, México, D.F.
- HILL, ALBERT. F. 1965. Botánica Económica, plantas útiles y productos vegetales. Editorial OMEGA, S.A. Barcelona, España.
- HUGHES, H.D.; HEATH, M.E. y D.S. METACLFEE. 1966. Forrajes. Editorial CECSA. México, D.F.
- MAITI, R.K. et al. 1985. Mijo Perla como cultivo potencial en los trópicos semiáridos de México. Conferencia en Saltillo, Coah. México
- MAITI, R.K. y BIDINGER, F.R. 1981. Crecimiento y Desarrollo del Mijo Perla. Boletín de Investigación No. 6. Patancheru, A.P. India. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- MIRELES, R. y CARDENAS, F. de J. 1981. Manual de prácticas de nutrición I y II. Facultad de Agronomía, UANL Marín, N.L.
- ROBLES SANCHEZ, R. 1982. Producción de Granos y Forrajes. Editorial CECSA México, D.F.
- SUBRAMANIAN, V., SAMBUNATHAN, R. and S. SURYAPRAKASH. 1981. Sugar of pearl millet [*Pennisetum americanum* (L.) Leake]. Grains. Journal of Food Science. 4b:11615.
- TANDON, J.P.; JOSHI, H.C. and MELKANIA, N.P. 1982. Nutritive evaluation of some fodder crops and grasses. Forage Research. 8(2):163-165.

