



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
IZTACALA**

**CONTENIDO Y RENDIMIENTO DE PROTEÍNA CRUDA  
DE LA ASOCIACIÓN  
Sorghum aluum/Macroptilium atropurpureum  
BAJO DOS MÉTODOS DE SIEMBRA Y CINCO NIVELES DE  
FERTILIZACIÓN EN EL EJIDO DE TEPETZINGO, MORELOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :**

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A :**

**ALMA CECILIA ROSAS PULIDO**

**México, D. F.**

**1987**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este trabajo se realizó en la Sección de Fertilidad de Suelos  
del Departamento de Edafología del Instituto de Geología de -  
la U.N.A.M.

A MIS PADRES

A mis hermanos

A mis abuelitos

*A mis tios*

*A mis amigos*

## AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, y en especial a la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, por haberme dado la oportunidad de alcanzar una licenciatura.

Al Dr. José C. Guerrero García y al Dr. Fernando Ortega Gutiérrez exdirector y director, respectivamente del Instituto de Geología de la U.N.A.M. por haber apoyado la realización de esta tesis.

Al Dr. David Flores Román, por su esencial dirección recibida en el desarrollo de este trabajo.

A los miembros de la Comisión Dictaminadora:

M. en C. Ernesto Aguirre León.  
Biol. José Luis Andrade Torres  
Dr. David Flores Román  
M. en C. Beatriz Flores Peñafiel.  
Biól. Daniel Muñoz Iniestra.

A la M. en C. Irene Marie Sommer C., al Sr. Pedro Avilés Jaimes, a la Bióloga Arelia Gonzales Velázquez y al Sr. Humberto Núñez Cardona por su apoyo y orientación desinteresada en las diferentes etapas del presente estudio.

Al M. en C. Rubén Guajardo Viera por su desinteresada ayuda en este trabajo.

Al Sr. René Alcalá Martínez por su estímulo ofrecido en dicho estudio.

Al Dr. Enrique Martínez Hernández por las facilidades brindadas en los trabajos de laboratorio.

A María Luisa Tabche Barrera y Margarita Urzúa Ramírez por su valioso apoyo durante la realización de dicho trabajo y a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron al mismo.

## C O N T E N I D O

### RESUMEN

I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISION DE LA LITERATURA .....	3
1. Características generales de las especies - estudiadas .....	3
2. Rendimiento y valor nutritivo por uso de fer- tilizantes .....	4
3. Asociación gramínea-leguminosa .....	9
4. Manejo .....	13
5. Concentración y efecto de algunos nutrimen- tos en algunas especies forrajeras .....	18
III. OBJETIVO ESPECIFICO .....	25
IV. CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	26
1. Localización .....	26
2. Geología .....	26
3. Edafología .....	27
4. Clima .....	27
5. Uso del suelo .....	30
6. Uso potencial .....	32
V. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO .....	34
1. Fase de campo .....	34
1.1. Diseño experimental .....	34
1.2. Características y preparación del terre- no .....	36
1.3. Muestreo del suelo .....	36

1.4. Siembra .....	36
1.5. Labores culturales .....	36
1.6. Cosecha .....	37
2. Fase de laboratorio .....	37
2.1. Análisis de suelo .....	37
2.2. Análisis del material vegetal .....	39
3. Fase de gabinete .....	40
3.1. Análisis estadístico .....	40
VI. RESULTADOS .....	42
1. Contenido de proteína cruda en la asociación	42
2. Contenido de proteína cruda en el sorgo ....	48
3. Contenido de proteína cruda en Siratro .....	53
4. Rendimiento de proteína cruda en la asociación .....	58
5. Rendimiento de proteína cruda en sorgo .....	64
6. Rendimiento de proteína cruda en Siratro ...	70
VII. DISCUSION .....	75
1. Contenido de proteína cruda en la asociación	75
2. Contenido de proteína cruda en el sorgo ....	77
3. Contenido de proteína cruda en Siratro .....	79
4. Rendimiento de proteína cruda en la asociación .....	81
5. Rendimiento de proteína cruda en sorgo .....	83
6. Rendimiento de proteína cruda en Siratro ...	85
VIII. CONCLUSIONES .....	93
1. Contenido .....	93
2. Rendimiento .....	93
3. Consideraciones finales .....	94
IX. LITERATURA CITADA .....	95

Indice de figuras .....	i
Indice de cuadros .....	iv

## INDICE DE FIGURAS

1. Mapa Geológico...	28
2. Mapa Edafológico .....	29
3. Variación mensual de temperatura y precipitación de la - estación metereológica de Temilpa, Morelos .....	31
4. Mapa de Uso del suelo .....	33
5. Distribución de las unidades experimentales en el campo..	35
6. Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia - por cortes de la asociación <u>Sorghum alnum</u> / <u>Macroptilium</u> --- <u>atropurpureum</u> (siembra asociada) .....	46
7. Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia - seca por cortes de la asociación(siembra separada).....	47
8. Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia - seca por cortes de <u>S. alnum</u> en la asociación con <u>M. atro-</u> <u>purpureum</u> (siembra asociada) .....	51
9. Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia - seca por cortes de <u>S. alnum</u> en la asociación(siembra sepa- rada).....	52
10. Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia - seca por cortes de <u>M. atropurpureum</u> en la asociación con- <u>S. alnum</u> (siembra asociada) .....	56
11. Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia - seca por cortes de <u>M. atropurpureum</u> (siembra separada) ...	57
12. Rendimiento de proteína cruda kg/ha por cortes de la aso- ciación <u>S. alnum</u> / <u>M. atropurpureum</u> (siembra asociada) .....	62

13. Rendimiento de proteína cruda kg/ha por cortes de la asociación S. alium/M. atropurpureum(siembra separada) .... 63
14. Rendimiento de proteína cruda kg/ha por cortes de S. alium en la asociación con M. atropurpureum(siembra asociada) ..... 68
15. Rendimiento de proteína cruda en kg/ha por cortes de --- S. alium(siembra separada) ..... 69
16. Rendimiento de proteína cruda kg/ha por cortes de ----- M. atropurpureum(siembra asociada) ..... 73
17. Rendimiento de proteína cruda kg/ha por cortes de ----- M. atropurpureum(siembra asociada) ..... 74
18. Contenido de proteína cruda en porcentaje, promedio de seis cortes de la asociación S. alium/M. atropurpureum - y por especie(siembra asociada) ..... 87
19. Contenido de proteína cruda en porcentaje, promedio de seis cortes de la asociación S. alium/M. atropurpureum - y por especie(siembra separada) ..... 88
20. Rendimiento de proteína cruda total en kg/ha de la asociación S. alium/M. atropurpureum y por especie(siembra asociada) ..... 89
21. Rendimiento de proteína cruda total en kg/ha de la asociación S. alium/M. atropurpureum y por especie(siembra separada) ..... 90
22. Aplicación del fertilizante después del corte ..... 91
23. Aspecto que mostraron las especies estudiadas en el tratamiento F1 en siembra separada en el ciclo correspon--

diente al segundo corte .....	91
24. Unidad experimental correspondiente al tratamiento F2- en siembra asociada .....	92
25. Otro aspecto de la siembra separada donde Siratro se - desarrolló mejor .....	92

## INDICE DE CUADROS

1.	Resultado del análisis físico y químico del suelo donde se estableció el experimento .....	38
2.	Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia seca por cortes y promedio de la asociación <u>S. alnum</u> / <u>M. atropurpureum</u> .....	45
3.	Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia seca por cortes y promedio de <u>S. alnum</u> en la asociación con <u>M. atropurpureum</u> .....	50
4.	Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia seca por cortes y promedio de <u>M. atropurpureum</u> en la asociación con <u>S. alnum</u> .....	55
5.	Rendimiento de proteína cruda en kg/ha por cortes y total de la asociación <u>S. alnum</u> / <u>M. atropurpureum</u> ....	61
6.	Rendimiento de proteína cruda en kg/ha por cortes y total de <u>S. alnum</u> en la asociación con <u>M. atropurpureum</u>	67
7.	Rendimiento de proteína cruda en kg/ha por cortes y total de <u>M. atropurpureum</u> en la asociación con <u>S. alnum</u>	72

## RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar el contenido y rendimiento de proteína cruda de la asociación Sorghum almum/ ----- Macroptilium atropurpureum bajo dos métodos de siembra y cinco niveles de fertilización en el ejido de Tepetzingo, Morelos, - México. El experimento se desarrolló en condiciones de campo durante un año, lapso en el cual se realizaron seis cortes. Se empleó un diseño experimental bifactorial con arreglo en -- parcelas divididas y distribución de los tratamientos en blo-- ques al azar con cuatro repeticiones.

Las principales conclusiones señalan: en el contenido de proteína cruda para la asociación y para cada especie en forma individual, no se mostró efecto en los métodos de siembra ni - en los niveles de fertilización; no obstante, los contenidos - más altos fueron obtenidos por la siembra separada y las dosis altas de fertilización. Para el rendimiento de proteína cruda, la asociación y el sorgo en forma individual mostraron efecto significativo en los niveles de fertilización y no lo hubo en los métodos de siembra; para Siratro hubo dicho efecto en los métodos de siembra, y no en los niveles de fertilización; de - la misma manera que en el contenido, los rendimientos más al-- tos se observaron en el método de siembra separada y en las do-- sis más altas de fertilizante.

## I. INTRODUCCION

Las gramíneas y las leguminosas son la base principal para la alimentación del ganado, el cual a su vez constituye la fuente proteica principal para la alimentación humana, debido a que de él se obtienen alimentos de gran importancia nutricional, como la carne, leche, y sus derivados (Flores, 1981). En la actualidad los trabajos de investigación realizados sobre el manejo de praderas en el país ha sido con el propósito de obtener el mejor provecho posible a dicho recurso; este problema se ha enfatizado principalmente desde el punto de vista de la aplicación de elementos deficientes en los suelos, como un medio para elevar la productividad y valor nutritivo del forraje (Olalde, 1983).

Con el crecimiento de la población y la demanda de los alimentos se ha tenido la necesidad de incrementar la producción sin aumentar la superficie explotada. Por lo que las praderas artificiales proporcionan una alternativa en la siembra de pastos, leguminosas o la asociación de ambos cultivos, que por lo general se realizan bajo condiciones de riego. La pradera mixta es una asociación de leguminosas y pastos en diversas proporciones de la que resulta un cultivo balanceado ya que proporciona las proteínas y carbohidratos necesarios en la dieta del ganado (Paredes, 1968).

En este trabajo se estudió la asociación Sorghum alnum / Macroptilium atropurpureum cuya clasificación taxonómica es la siguiente:

### Sorghum alnum

Familia	Gramineae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Género	<u>Sorghum</u>
Especie	<u>Sorghum alnum</u> . Parodi.
Nombre común	Sorgo negro

Planta perenne densamente amacollada, de 1 a 3 m de altura. Forma rizomas cortos terminales ascendentes. Tallos erectos y numerosos. Hojas planas, de 30 a 100 cm de longitud y 1.5 a 4 cm de ancho. Panícula de 20 a 60 cm de largo, laxa. Espiguillas sésiles ovado lanceoladas de 4.5 a 7 mm de largo y 2.5 mm de ancho, sin arista, o más a menudo con una arista de alrededor de 1 cm de largo. Glumas pardas o negras, duras ovadas, cubren completamente el cariósido en la madurez. Cariósido parduzco, ovado, 3.3 a 4 mm de largo y 2 a 2.3 mm de ancho. Espiguillas persistentes sobre los racimos. Espiguilla pedicelada masculina, similar a aquella de S. halepense.

Macroptilium atropurpureum

Familia	Leguminosae
Subfamilia	Papilionaceae
Género	Macroptilium
Especie	<u>Macroptilium atropurpureum</u> (D.C.) Urb.
Nombre común	Siratro

Planta perenne con tallos trepadores o rastreros que forman nudos en las raíces. Hojas con tres folíolos, los folíolos verde oscuro y ligeramente pubescentes y más pubescentes y plateados en el envés, ovados, 3 a 8 cm de largo y de 2 a 5 cm de ancho; folíolos laterales a menudo un lóbulo en el lado externo. Flores 3 a 12 agrupadas sobre pedúnculos axilares de 10 a 30 cm de largo. Corola con alas prominentes de 15 a 17 mm de largo hondamente púrpura; estandarte más pequeño que las alas, púrpura verdoso; la quilla rosada forma una espiral completa. Las vainas lineares, rectas, pero ligeramente curvas en el ápice, alrededor de 8 cm de largo y 5 mm de ancho, con aproximadamente 8 semillas. Las semillas de pardo claro a negro, de forma ovoide y aplanada, 4 mm de largo, 2.5 mm de ancho y 2 mm de grosor.

## II REVISION DE LITERATURA

## 1. Características generales de las especies estudiadas.

Sorghum alnum es cultivado con buen éxito en climas cálidos y secos pero puede soportar cierto grado de heladas. Es una especie resistente a la sequía y está recomendada en Sudáfrica para áreas con una lluvia anual de 400 hasta 600 mm y en Australia hasta 750 mm. En áreas más húmedas llega a ser más susceptible a enfermedades de las hojas similar a aquellas de Sorghum bicolor y también puede llegar a ser una mala hierba. Puede crecer sobre una variedad de suelos; los mejores parecen ser los suelos planos negros. En Australia gris y pardos, suelos ligeramente salinos, así como también aluviales, incluyendo aluviones recientes, aunque las plantas establecidas no toleran la inundación. Esta especie puede soportar moderada salinidad (Bogdan, 1977).

Bajo temperaturas adecuadas Siratro rinde mejor bajo condiciones de día largo que bajo fotoperíodos cortos, pero bajo fotoperíodos de 16 horas o más no florea y se clasifica como una planta de día corto. Puede sobrevivir a heladas aunque las hojas pueden ser dañadas fácilmente. Sus requerimientos de lluvia no son particularmente altos y puede cultivarse con algún éxito en áreas moderadamente secas con una lluvia anual de 700 a 800 mm y con mejores resultados bajo 800 a 1600 mm. Siratro puede crecer sobre una variedad de suelos y no requiere particularmente un buen suelo; crece bien sobre cenizas volcánicas y en general prefiere suelos con textura ligera y bien drenados, aunque puede establecerse razonablemente bien en suelos infértiles y con algo de anegamiento, pero no en suelos salinos (Bogdan, 1977).

Cook y Lowe (1977) hicieron una revisión bibliográfica sobre el establecimiento de praderas de Siratro, donde consideran

sus atributos, factores ambientales favorables, manejo y efecto de quemas y pastoreo. Enfatizan que Siratro tiene plántulas vigorosas que están bien adaptadas a un intervalo amplio de suelos y condiciones climáticas; por lo tanto presenta pocos problemas para su establecimiento sobre camas de siembra cultivadas, pero hay un gran riesgo de fracaso cuando se usan métodos de sobre siembra. Los factores de manejo son de gran importancia bajo tales condiciones para tener un establecimiento exitoso.

Tothill y Jones (1977) hicieron un trabajo sobre la estabilidad de Siratro en praderas sembradas y sobre sembradas. Consideran que la estabilidad de Siratro en una pradera se define como el mantenimiento de un balance por largo tiempo entre el pasto y la leguminosa. Los factores que gobiernan el comportamiento de estos componentes afectará su estabilidad. Los atributos que conducen al éxito de Siratro como una leguminosa prático la los relacionan a su persistencia y productividad. Donde Siratro se adapta, su persistencia y productividad, están asegurados, considerando que no sea sobrepastoreado. Si se usa un pasto débil o mal adaptado o si Siratro se siembra en un pastizal nativo, son casi inevitables los cambios en la composición botánica. Esto puede parcialmente ser el resultado de un crecimiento fuerte de Siratro y en parte contribuir a elevar los niveles de nitrógeno que provocarían la respuesta para el desarrollo de otras especies. Se hace énfasis sobre estudios de praderas sembradas y sobre-sembradas y la importancia de tener especies de pasto acompañante adecuados para mantener la estabilidad de praderas basadas en Siratro.

## 2. Rendimiento y valor nutritivo por uso de fertilizantes.

Minson y Milford en 1966 determinaron el valor nutritivo de algunas especies forrajeras, dos pastos subtropicales ----

Sorghum alnum y Digitaria decumbens y una leguminosa Phaseolus atropurpureum (Var. Siratro) los cortes se hicieron a diferentes edades y se suministró como alimento para ovejas estabuladas para medir el consumo voluntario y su digestibilidad energética aparente. Los valores energéticos de la materia seca se encuentran en intervalos de 4.11 a 4.48 kcal/g y de materia orgánica de 4.47 a 4.94 kcal/g. Estos tuvieron una correlación positiva entre el valor de energía de la materia orgánica y el contenido de proteína cruda ( $r = 0.84$ ,  $p < 0.01$ ). La digestibilidad aparente de energía proporcionada por el alimento fue correlacionada con las especies, edad y digestibilidad de la materia seca, pero hubo diferencias significativas entre las ecuaciones de regresión para cada especie. La edad fue el factor más importante y determinante en el contenido de energía digestible de las tres especies y el valor energético de la materia orgánica digestible varió de 3.860 a 4.801 kcal/g. Este valor fue positivamente correlacionado con el contenido de proteína. El consumo de energía digestible ( $\text{kcal/kg}^{0.75}$ ), fue aproximadamente cuatro veces tan grande para cortes jóvenes como para cortes maduros de ambos pastos. El índice de valor nutritivo (I.V.N.) fue estrechamente correlacionado con el consumo de energía digestible para las 3 especies ( $r = 0.998$ ,  $p < 0.001$ ), pero el coeficiente de regresión para S. alnum fue significativamente diferente de D. decumbens y P. atropurpureum. Se discuten los méritos relativos de los métodos de energía digerible y I.V.N. expresado el valor de energía de los forrajes y se concluye que la energía digestible es el método más apropiado.

En México el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas), (S.A.G., 1968) proporciona rendimientos de S. alnum de 15.98 t/ha de forraje seco en el primer año y 15.19 t/ha en el segundo, en un campo experimental de Chapingo, estado de México y de 17.5 t/ha en Mexicali, Baja California.

Fuentes en 1973 estudió la respuesta de Sorgho aluum ---- (Sorghum aluum) a la fertilización de NPK mediante estudios de fertilización en microparcels de campo. El tamaño de las parcelas fue de  $2.25 \text{ m}^2$  con  $1 \text{ m}^2$  de parcela útil y una densidad de 100 plantas por  $\text{m}^2$ . Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo de tratamientos compuestos analizado por superficie de respuesta. Los tratamientos fueron las combinaciones obtenidas para este diseño con tres factores y 5 niveles, dando un total de 15 tratamientos. Las fuentes de fertilizantes utilizados fueron Nitrato de amonio, Superfosfato triple y Cloruro de potasio los cuales fueron mezclados en las diferentes combinaciones utilizando  $\text{Ca SO}_4$  hidratado como inerte para completar las fórmulas y se hicieron perdigones de más o menos  $0.75 \text{ g/pardigón}$ , estos fueron incorporados al suelo a 10 cm de profundidad. La evaluación de este experimento se hizo en términos de producción de materia seca, en calidad de forraje por medio de N total, fósforo total, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda y cenizas durante 5 años. Después de la primera temporada de crecimiento, el nitrógeno incrementó la producción de materia seca en 200%. El fósforo sólo parece ser que no tiene gran influencia en la producción de materia seca; sin embargo, se observa la interacción NP. El potasio tuvo un efecto declinante en la producción ya que a 120-60-2- y 120-20-20 se obtuvo una producción de 632 y 623  $\text{g/m}^2$ , respectivamente, y los de menos producción fueron 0-40-40 y el testigo, con producción de 202 y 204  $\text{g/m}^2$ , respectivamente.

Wilman (1975) estudió el contenido y rendimiento de nitrógeno, fósforo y potasio en Lolium multiflorum hasta 14 semanas de crecimiento. La aplicación de un nivel muy alto de nitrógeno (196 kg/ha) aumentó el contenido de N total y nitratos y el rendimiento a partir de la segunda o tercera semana de adelante. Los cambios con el tiempo en el contenido y rendimiento -

de P y K fueron ampliamente similares a aquellos de N. El nivel del nitrógeno tenía solamente un pequeño efecto sobre el contenido de P y K. Siguiendo el período de incremento en rendimiento de N, P y K, había un período de aproximadamente seis semanas de rendimiento relativamente constante, seguido por -- una caída. El contenido de N, P y K en el forraje fresco, más que en el seco, cambió poco con el tiempo de la semana 4 a la 14, apesar de los cambios mayores en la madurez del cultivo, - la relación P:K fue afectada por el nivel de N o el tiempo de la cosecha.

Rayment et al en 1977 estudiaron la respuesta de Siratro con fertilizantes fosfatados. Se estimó que el fosfato de calcio suministrado a 60 kg P/ha sobrepasó praderas comerciales - de pasto-siratro (Macroptilium atropurpureum cv. Siratro) en - 18 experimentos conducidos durante 3 años en el sudeste de --- Queensland. Siratro fue el componente de mayor respuesta para incrementar la producción de materia seca. Su respuesta no pa reció ser influenciada por el tipo de suelo, la asociación de pastos, porcentaje de leguminosas o precipitación pluvial. La aplicación de fósforo incrementó la concentración de fósforo - en Siratro, pero también incrementó la concentración de fósforo en los pastos en casi todos los sitios. Los pastos presentaron una competencia ventajosa sobre el Siratro por el fósforo aplicado, pero la deficiencia de nitrógeno limitó su res--- puesta a la producción de materia seca.

Cóser y Marschin en 1981 evaluaron el mijo común ----- (Pennisetum-americanum (L.) Leeke) y al sorgo cv. Sordan NK -- (Sorghum bicolor (L.) Moench) bajo pastoreo continuo en un experimento en Brasil. Las especies fueron evaluadas a través - de la producción de materia seca, porcentaje de materia seca, contenido de proteína cruda, digestibilidad de la materia seca in vitro y digestibilidad de la materia orgánica in vitro. Tanto el mijo como el sorgo fueron similares en la producción

de materia seca. El contenido de proteína cruda de las especies no difirió significativamente. Para la digestibilidad de la materia seca in vitro, ambas especies respondieron en forma similar pero el mijo tenía valores más altos que el sorgo.

Reneau et al. en 1983 reportaron que, aunque casi siempre el fósforo y el potasio son nutrimentos esenciales, la respuesta de las cosechas agronómicas a la interacción de P/K sobre la producción no está adecuadamente documentada. Esta investigación fue conducida para examinar la influencia de los altos y bajos niveles de P sobre un intervalo amplio de niveles de K y viceversa sobre la producción y composición química del sorgo forrajero (Sorghum bicolor L.). En el experimento I el K se aplicó en dosis de 0, 56, 112 y 224 kg/ha y se dividió con aplicaciones de P de 0 y 116 kg/ha. En el experimento II el P fue aplicado en dosis de 0, 20, 58 y 116 kg/ha y fue dividido con aplicaciones de K de 0 y 224 ka/ha. Estos estudios fueron conducidos de 1978 a 1980 sobre suelos arcillosos de Davidson (Rhodic Paleudult: arcillas cauliníticas y térmicas. La aplicación de K (Exp. I) incrementó la producción solamente en --- años con menos de las condiciones óptimas de humedad y esto solamente cuando fue aplicado el P. Cuando el fósforo no fue -- aplicado, las producciones se abatieron con el incremento de la aplicación de K. El P en el Exp. II incrementó la producción por cada uno de los 3 años estudiados. En los años con menos humedad óptima, la aplicación de K incrementó la producción en los niveles altos de P.

Las concentraciones de K en los tejidos se incrementaron con aplicaciones de K mientras las concentraciones de Ca y Mg decayeron con el incremento de la aplicación de K. Sin embargo, cuando el P fue aplicado la concentración de Ca y Mg se -- incrementaron. En ausencia de P aplicado, el abatimiento en la concentración de Ca y Mg fue relacionado por competir por -

la absorción de K. Esta competencia puede ser responsable de reducir las producciones cuando la aplicación de K fue incrementada en ausencia del P. Cuando el P fue aplicado (en ausencia o presencia de la aplicación del K), la concentración de Ca y Mg se incrementó en el tejido. Se presentó en relación lineal entre producción y concentración de Mg en el tejido.

Flores (1985) reportó el efecto de la fertilización en el rendimiento de forraje seco, contenido y rendimiento de proteína cruda y distribución de N total en tres especies de sorgo forrajero: Sorghum alnum, Sorghum sudanense y Sorghum bicolor en el ejido de Tepetzingo, Morelos, México. El experimento se desarrolló en condiciones de campo durante el año, lapso en el cual se realizaron 6 cortes para las dos primeras especies y cuatro para la última. Se empleó un diseño experimental bifactorial con arreglo en parcelas divididas y distribución de los tratamientos en bloques al azar con cuatro repeticiones. La especie que mostró mayor eficiencia en la producción de materia seca, 27 t/ha, fue S. bibolor. Los porcentajes más altos de proteína cruda, 8.23 y 8.16% correspondieron a S. alnum y S. sudanense respectivamente. S. alnum registró el rendimiento más alto de proteína cruda, 1979 kg/ha. En la distribución de nitrógeno total los porcentajes más bajos se registraron en hoja, 1.71-1.71-1.04%; en espiga, 1.69-1.60-0.98% en el orden de las especies citadas; entre especies, los contenidos de N total más altos en hoja y en tallo se registraron en S. alnum y S. sudanense, 1.72-1.71% y 0.62-0.55%, respectivamente, en espiga el contenido más alto, 1.69% lo obtuvo S. alnum. En todos los parámetros, los valores obtenidos en los niveles de fertilización utilizados manifestaron una tendencia lineal a mayores dosis de fertilizantes químicos.

### 3. Asociación gramínea-leguminosa.

Partridge en 1975 realizó un estudio sobre tratamientos -

"al voleo" de superfosfato sólo y de superfosfato con semilla de Siratro y frecuencia de cortes de 6 y 12 semanas y los comparó en una pradera con un pasto nativo (Pennisetum polystachion). La adición de superfosfato sólo incrementó la producción total principalmente debido al estímulo de Desmodium heterophyllum. El empleo de superfosfato y semilla de Siratro incrementó la producción total al triple, de 6.0 hasta 19.5 t de materia seca/ha, principalmente debido al incremento de la leguminosa (9 t/ha/año, a un promedio de 14.7% de proteína cruda). Siratro incrementó el promedio de proteína cruda del pasto asociado en un 25%. El intervalo de corte más largo incrementó significativamente la producción total de forraje principalmente por el incremento del pasto. Las dosificaciones altas de superfosfato dispersado "al voleo" sin la semilla de la leguminosa no es recomendado, pero sería de utilidad el incremento de D. heterophyllum.

Neto y Leal (1979) estudiaron el efecto de la densidad de siembra sobre la producción de materia seca y composición botánica de la asociación del pasto Rhodes y Siratro. Las densidades de siembra del pasto Rhodes fueron 6, 15 y 30 kg/ha y de 2 y 10 kg/ha para Siratro, ambas especies en asociación y la producción fue satisfactoria en el primer año (3.0 a 5.5 t/ha de materia seca). La densidad de siembra de 6 kg/ha del pasto Rhodes fue suficiente para el establecimiento; en esta densidad de siembra la producción fue inferior solamente en el primer año. En el segundo año, la producción de todas las densidades no presentaron diferencias significativas. La densidad de siembra de Siratro de 3 kg/ha produjo una buena asociación; sin embargo, 10 kg/ha da un porcentaje más alto de la leguminosa en la asociación en el primer año. Todas las densidades estudiadas y sus combinaciones permitieron el establecimiento de la asociación, aún en esta área donde el crabgrass fue una hierba dominante.

Wong y Wilson en 1980 realizaron experimentos de 100, 60 y 40% de iluminación solar sobre el crecimiento de Macroptilium atropurpureum cr. Siratro y Panicum maximum variedad trichog-lume cv. Petrie (Green panic) en cultivo sólo y en una mezcla con el pasto 50/50, defoliadas cada 4 (D.4) u 8 (D.8) semanas; las plantas crecieron sin fertilizante nitrogenado y sobre un suelo con condiciones moderadas en N. La sombra de 60 y 40% del total de luz solar incrementó la producción de brotes del pasto green panic en el cultivo sólo en un 30 y 27% respectivamente en 8 semanas de defoliación pero se redujo en el tratamiento D4 en un 3 y 14%. Observaron también que la sombra a un 40% reducía la producción de brotes de Siratro y en pastos de siembra sola en 38 y 33% en los tratamientos D4 y D8. La acumulación de N en Green panic fue marcadamente mejorada por la sombra, el incremento en rendimiento de N en los brotes en cultivo sólo bajo 60 y 40% fue de 29 y 32% para D4 y 45 y 76% para el tratamiento D8. En todas las fracciones de las plantas de Green panic se incrementó el porcentaje de N con el aumento de la sombra. La producción de N de Siratro en cultivo sólo disminuyó con el efecto de sombra en proporción al peso seco. Las poblaciones de Green panic sombreadas tenían un índice de área foliar más grande, mejor distribución de área foliar con la altura y coeficientes más bajos de extinción luminosa. Las hojas individuales tenían actividad fotosintética más grande que aquellas poblaciones sujetas a plenitud solar. Las poblaciones de Siratro que crecieron en la sombra tenían un potencial fotosintético más bajo que en tratamiento a la luz completa. La nodulación se redujo bajo la sombra. La competencia entre Green panic y Siratro fue más severa en relación a producción de brotes y se acentuó con la sombra, defoliación frecuente y tiempo. La proporción de Siratro en la asociación declinó de 40% inicialmente hasta 4 a 6%. La competitividad extra de Green panic bajo la sombra fue debido a una capacidad incrementante para acumular N y también a los cambios de estructura. En suelos de marcadamente diferente provi

si3n de N o con fertilizante nitrogenado pudo modificarse la respuesta de la sombra.

Wilson y Wong (1982) estudiaron el efecto de la iluminaci3n a 100, 60 y 40% de luz solar durante 4 meses sobre la calidad del follaje en Siratro y el pasto Green panic, cultivado en peque1as parcelas en el campo en poblaciones solas y asociadas 50:50, de foliadas cada 4 (D4) y 8 (D8) semanas. Las l3minas foliares y los tallos de edades definidas fueron cosechadas peri3dicamente del tratamiento D8 y despu3s de 8 y 16 semanas los D4 y D8 a los cuales se tomaron muestras en estratos - cada 10 cm para an3lisis de digestibilidad de materia seca --- (DMS). El sombreado a 60 y 40% redujo la DMS de Green panic y la poblaci3n asociada hasta 10 y 12 unidades porcentuales en - el tratamiento D8. El efecto de sombra sobre la DMS fue m3s - peque1o en el tratamiento D4. El sombreado increment3 la densidad del follaje en el estrato superior del pasto y de la poblaci3n asociada. El efecto de sombra sobre la DMS de la l3mina foliar y el tallo de Green panic, y en el estrato inferior, tambi3n a la reducci3n en la relaci3n tallo-hoja del pasto. La DMS m3s baja de Green panic fue asociada con los carbohidratos solubles totales y lignina m3s alta en los tejidos -- sombreados. La reducci3n en el contenido de la pared celular de Green panic bajo sombra (como un balance hacia la prote3na cruda m3s alta) indica que la sombra debe haber reducido grandemente la digestibilidad del material de la pared celular.

En 1983 Flores realiz3 un estudio para evaluar la productividad de 12 asociaciones graminea-leguminosa en el municipio de Puente de Ixtla, Mor. Las especies seleccionadas fueron: dos pastos amacollados, Bells Rhodes y Green panic; dos estoloni3feros, estrella de Africa y pangola, y tres leguminosas ---- Siratro, Glycine y Centrosema; de su combinaci3n resultaron 12 asociaciones. El experimento se desarroll3 en condiciones de

de campo y bajo riego durante un año, lapso en el cual se realizaron seis cortes. Se utilizó un diseño experimental simple con distribución de los tratamientos en bloques al azar con seis repeticiones. Las variables de estudio fueron rendimiento de forraje seco, contenido de proteína cruda, rendimiento de proteína cruda y porcentaje de la leguminosa en la asociación. De lo anterior se concluyó que en la producción de forraje seco, nueve asociaciones que correspondieron a los dos pastos amacollados y el estolonífero estrella de Africa con las tres leguminosas cada uno, producen los rendimientos más altos y estadísticamente equivalentes; en el contenido de proteína cruda, el porcentaje más alto fue obtenido por Green panic/Siratro; las asociaciones que dieron mayor rendimiento de proteína cruda fueron las mismas nueve que produjeron los rendimientos más altos de forraje seco; y las leguminosas que obtuvieron el mayor porcentaje de biomasa en la asociación fueron Glycine y Siratro, siempre que estén asociadas a los pastos estoloníferos.

#### 4. Manejo.

En 1974 Jones llevó a cabo un estudio sobre los efectos de pastos asociados, intervalos de corte, altura del corte y composición botánica de siratro en un ambiente subtropical. En este trabajo se cultivó Siratro sólo y Siratro más Setaria Nandi. Los cortes se realizaron cada 4, 8, 12 y 16 semanas a 7.5 o 15 cm por encima del suelo en 3 años. Al fin de los tres años se midió la densidad de plantas y los efectos residuales del tratamiento sobre la producción en 10 semanas de primavera y verano. La producción de Siratro fue reducida alrededor del 30% cuando creció con Setaria (4.04 y 2.86 t/ha/año); pero la producción total anual fue incrementada para todos los intervalos de corte, con un promedio de 4 t/ha cuando el pasto fue incluido (10.6 y 6.6 t/ha/año). La producción de Siratro se incrementó en un promedio de  $225 \text{ kg/ha}^{-1}/\text{año}^{-1}$  para cada semana

del intervalo del corte. Asociado con este incremento hubo un descenso en producción de mala hierba y un incremento en el porcentaje de Siratro. Cortes a 15 cm redujeron el total de la producción por  $2.44 \text{ t/ha}^{-1}/\text{año}^{-1}$  comparado con el corte a 7.5 cm, pero solamente redujo la producción de Siratro en las 12 y 16 semanas de los intervalos de corte. En los lotes de cortes a 7.5 cm cada 4 semanas la producción de Siratro decayó en 3 años y fue sustituido por la invasión del trébol blanco. La densidad de Siratro fue reducida en los lotes pasto-Leguminosa en una tercera parte en relación a la leguminosa sola. En ambos forrajes, la densidad de Siratro se incrementó linealmente a medida que el intervalo de corte se incrementó pero no fue afectada por la altura del corte. La densidad del pasto también se incrementó linealmente con intervalos de corte hasta 12 semanas pero entonces declinó marcadamente cuando el corte fue cada 16 semanas. Esta declinación fue atribuida a la sombra pesada del Siratro asociado. Hubo grandes efectos residuales del intervalo de corte sobre la producción total y de Siratro, la cual fue asociada con la densidad de la planta y el vigor de la misma.

Jones, (1974) estudió los efectos del corte previo y los tratamientos de defoliación sobre la recuperación de Siratro. En el primer experimento Siratro fue cortado a 7.5 cm por encima del nivel del suelo cada 4 semanas, cada 8 semanas o un corte una vez en 16 semanas durante primavera y verano. La recuperación de todos los tratamientos en 10 semanas fue medida después de variar el índice de área foliar en lámina foliar (LAI) de los lotes cortados cada cuatro semanas. El modelo de la producción de recuperación fue similar para todos los tratamientos con una fase pronunciada de retardo después del corte. La producción de recuperación después de 10 semanas se diferenció entre los tratamientos y fue relacionada linealmente ( $P < 0.01$ ) al LAI residual en la lámina foliar en el inicio de recuperación. En la ausencia de hojas, las parcelas previamente cortadas a 16

semanas o a 8 semanas produjeron marginalmente más que aquellas cortadas cada 4 semanas. No hubo diferencias marcadas en los tratamientos en la morfología de la raíz principal más que un incremento doble en el estolón enraizante para el tratamiento de las 16 semanas. El contenido de nitrógeno en las raíces ( $\bar{X}$  1.38%), no fue afectado por el tratamiento, pero el porcentaje de azúcares solubles en agua caliente fue más que para los tratamientos de 8 y 4 semanas. En el segundo experimento las plantas individuales fueron cortadas a una etapa de lámina foliar uniforme cada 4 semanas y se dejaron 0, 5 y 10 hojas. El peso seco de la recuperación y el desarrollo del estolón, fueron más grandes cuando se dejó la mayoría de las hojas. Dos terceras partes de las plantas murieron después de 6 cortes con defoliación completa pero ninguna murió cuando se retuvieron 5 y 10 hojas.

Las plantas sobrevivientes no fueron relacionadas con la producción de la planta o el grado de desarrollo estolonífero. Sin embargo, había una correlación fuerte entre el número de estolones y la producción de la planta bajo este régimen intensivo de corte.

Partridge (1980) estudió en dos pruebas de pastoreo en suelos de colinas en Fiji a hetero (Desmodium heterophyllum) la cual incrementó en frecuencia y contribución en porcentaje el rendimiento en forraje total bajo pastoreo pesado, con aplicaciones de superfosfato. El fertilizante incrementó los rendimientos. Hetero contribuyó con 45% del rendimiento de forraje total en una población abierta del pasto misión (Pennisetum polystachion) bajo un índice de pastoreo de 3.5 cabezas/ha y combinó también el pasto rastrero Nadiblue (Dichanthium caricosum). Concluye que hetero podría llegar a ser una leguminosa forrajera importante para el mejoramiento de las colinas de pastoreo en las islas del Pacífico.

En 1982, Monzote et al, estudiaron el establecimiento de Siratro (Macroptilium atropurpureum) sobre pastizales establecidos de gramíneas naturales con barbecho seguido de siembra al voleo; siembra al velo + barbecho y siembra al voleo sin preparación y el comportamiento posterior bajo frecuencias de corte de 6 y 8 semanas. En la etapa de establecimiento se empleó un diseño de bloques al azar y para la etapa de cortes una parcela dividida con cuatro repeticiones para el análisis de los resultados. Durante la etapa de establecimiento, los tratamientos con barbecho fueron superiores a los de siembra al voleo sin preparación con relación al porcentaje (21, 17 y 5%) altura (53, 59 y 24 cm) y población (4, 4 y 2 plantas/m<sup>2</sup>) del Siratro, respectivamente. Además el rendimiento en materia seca del corte de establecimiento (4.6, 4.7, 2.8 t/ha) también fue superior. En la etapa de corte no hubo interacción entre el método de siembra y la frecuencia de corte. El rendimiento en materia seca de la asociación cortada a intervalos de 8 semanas (6.6 y 6.3 t/ha) fue superior que a las 6 semanas (4.8 y 5.2 t/ha) en los dos años de evaluación respectivamente. El rendimiento en MS del componente de Siratro no mostró diferencia entre el método de siembra ni frecuencia de corte en ninguno de los dos años.

Se concluye que se puede emplear cualquiera de los métodos de siembra evaluados y que la frecuencia de 8 semanas fue superior a la de 6 semanas. Se discuten las ventajas de la inclusión de leguminosas en pastizales naturales.

Monzote y García en 1983 estudiaron el establecimiento de cinco leguminosas tropicales Neonotonia wightii, Macroptilium atropurpureum, Centrosema pubescens, Desmodium intortum y Stylosanthes guianensis asociadas con pangola bajo pastoreo rotacional simulado. También se estudió la rehabilitación de estas asociaciones mediante el empleo de barbecho después de un año de pastoreo y dejándolas en reposo 7 meses. La disponi

bilidad anual de la asociación fue inferior con Neonotonia (6.7 t/ha) comparada con las demás especies ( $\bar{X}$  = 8.5 t/ha). Sin embargo, con relación al comportamiento de la leguminosa en el pastizal, la Neonotonia (4.1 t/ha) no tuvo diferencia -- con Desmodium (4.4 t/ha) la cual fue la mejor. Con relación -- al consumo, solo hubo diferencias en seca y las asociaciones -- con Siratro, Glycine y Desmodium las de mayor porcentaje de -- utilización (85, 73 y 72% respectivamente). Todas las asociacio-- nes incrementaron el rendimiento proteico en relación con -- pongola sin asociar (29-83%) excepto stylo. Las especies que mejor respondieron a la rehabilitación fueron Glycine (de 13 a 83%) y Siratro (de 10 a 39%). Se concluye que las asociacio-- nes de mejor comportamiento fueron Glycine y Siratro y que es-- tas pueden aumentar su permanencia en el pastizal asociado al emplear barbecho.

Abraham y Singh en 1984 realizaron experimentos en el -- Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, en un perío-- do estacional de verano lluvioso de 1980-1981. Estudiaron los efectos de diferentes sistemas de intercrosecha sorgo-leguminosa y métodos de control sobre el crecimiento, rendimiento y -- absorción de nutrimentos de malas hierbas, así como por dife-- rentes cultivos y malas hierbas. El sistema de intercrosecha -- de la leguminosa incrementó su desarrollo, absorción de N, P y K y el rendimiento del sorgo, comparado con el sorgo solo. Sin embargo, el incremento máximo fue obtenido cuando fue cul-- tivado en asociación con el chicharo de vaca. Todas las inter-- cosechas se vieron reducidas por las malas hierbas pero el más abatido fue el chicharo de vaca. La absorción total de nutri-- mentos (N, P y K) fue también mayor en los sistemas de interco-- sechas. La aplicación preemergente de fluchloralin en 0.5 -- kg/ha fue el más efectivo en todos los sistemas seguido por el nitrofen en 1.0 kg/ha. El deshierbe a mano y la aplicación de fluchloralin también llevó a la absorción elevada de nutrime-- tos por el sorgo y el sistema completo donde no se controlaron

las malas hierbas. La aplicación de fluchloralin y nitrofen controlaron más las malas hierbas y redujeron los nutrientes removibles comparados con el testigo, pero fue menos efectivo que el deshierbe a mano.

5. Concentraciones y efectos de algunos nutrientes en algunas especies forrajeras.

En 1969 Andrew y Robins reportaron un estudio con 9 especies tropicales y una especie templada de leguminosas forrajeras que cultivaron en macetas variando las adiciones de fosfato. Fue registrada la respuesta al crecimiento y la composición química de la planta y de esta última fueron establecidos los porcentajes críticos de fósforo. Estos fueron verificados con el uso de datos de dos suelos de la investigación del cultivo en macetas y un total de seis sitios de campo. Glycine javanica y Desmodium intortum fueron las especies que más respondieron a las macetas y Stylosanthes humilis y Lotononis bainesii fueron las que menos respondieron. La cantidad de fósforo por maceta acumulada en las partes terminales de las plantas fue más alta para Stylosanthes humilis y Lotononis bainesii en todos los niveles de tratamiento. Los porcentajes críticos de fósforo en las partes terminales de Phaseolus lathyroides, P. atropurpureum, S. humilis, Centrosema pubescens, G. javanica, L. bainesii, Medicago sativa, Desmodium uncinatum D. intortum y Vigna luteola muestreados en la etapa inmediata a la pre-floración fueron: 0.20, 0.24, 0.27, 0.16, 0.23 y 0.17, 0.24, 0.23, 0.22 y 0.25% de fósforo respectivamente.

Los mismos autores en 1969 describen en un segundo experimento sobre los efectos del fósforo sobre la concentración de nitrógeno y sobre el total y concentraciones individuales de los cationes de Ca, Mg, K y Na en las partes terminales de 10 leguminosas tropicales y una leguminosa templada cuando se desarrollaron sobre dos tipos de suelos diferentes, un suelo so

lódico de textura ligera y un suelo de gley. Las especies usadas fueron Phaseolus lathyroides, P. atropurpureum Stylosanthes humilis, Centrosema pubescens, Glycine javanica, Lotononis bainesii, Medicago sativa, Desmodium uncinatum, D. intortum Vigna luteola y Leucaena leucocephala. Las concentraciones de nitrógeno en las partes terminales de las plantas se incrementaron por el suministro de fósforo y se establecieron buenas correlaciones entre las concentraciones de nitrógeno y fósforo en las partes terminales de la planta. Cuando fue usado el fosfato monobásico de sodio como fuente de fósforo se incrementó la concentración de Na en V. leuteola, M. sativa y L. bainesii. Las otras especies no fueron afectadas. El suplemento incrementante de fosfato como fosfato monobásico tuvo poco efecto sobre la concentración de calcio en la planta, pero aportó un incremento de magnesio en P. lathyroides y P. atropurpureum. En el suelo solódico particularmente, los incrementos en el suplemento de fósforo en la mayoría de las especies causó reducciones en la concentración de potasio, parcialmente compensadas por los incrementos en las concentraciones de calcio y magnesio. Las concentraciones de los cationes en las plantas reflejaron la composición catiónica intercambiable del suelo. Las especies de plantas difirieron en su dotación de cationes. P. atropurpureum y P. Lathuroides, fueron relativamente altas en magnesio, L. bainesii y D. intortum en potasio, V. leutola, L. bainesii, M. sativa y P. lathyroides en sodio y C. pubescens y S. humilis en calcio.

White y Haydock (1970) reportaron las concentraciones de nitrógeno y fósforo para Siratro (Phaseolus atropurpureum) desarrollándose en cultivos solos, en una serie de tratamientos en el campo en condiciones climáticas subtropicales. Se examinó la relación entre la concentración de fósforo en los apices de las plantas de las parcelas testigos y su respuesta al fósforo aplicado y la relación entre la concentración y la dosis de fertilizante requerido para elevar la producción de Siratro

a un nivel óptimo.

Además se hizo un experimento para establecer una amplia aplicación del valor normal sobre el porcentaje crítico, la cual reflejó una nutrición fosfatada en la planta, estudiando la relación entre la producción, expresada como un porcentaje del máximo obtenido y la concentración de fosfato en la planta. Tales experimentos proporcionaron un medio para probar la validéz del concepto valor crítico aplicado al desarrollo de Siratro bajo condiciones de campo.

Johansen en 1976 analizó la distribución de algunos elementos nutritivos a diferentes edades y diferentes partes de Siratro en donde fue examinada la posición del fósforo para valorar cual parte de la planta es la mejor muestra para el análisis químico y de la posición del nutrimento para estimar su movilidad relativa dentro del brote. Con el incremento fisiológico de la edad de las hojas, las concentraciones de nitrógeno fósforo, azufre y potasio decrecieron, las concentraciones de calcio, aluminio, manganeso y boro se incrementaron y las de magnesio, hierro, zinc y cobre fueron afectadas muy poco. Las concentraciones de nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, aluminio, boro, zinc y cobre en las partes de la planta entre la parte terminal y la tercer hoja más joven cambiaron poco con la edad de la planta, sugieren que el análisis de esta porción del brote sería una guía adecuada o suficiente para determinar estos elementos en las plantas de Siratro. En contraste, la concentración de potasio en todas las partes de la planta fue marcadamente abatida por el incremento de la edad de la planta, se sugiere que la estandarización en el tiempo de muestreo sería necesario para la interpretación de la dotación de potasio en la planta. Las concentraciones de magnesio, hierro y manganeso en todas las partes de las plantas también decrecieron con la edad de la planta. Las concentraciones de todos los elementos excepto N y P decrecieron escasamente con

incrementos del suministro de P. Este abatimiento pudo atribuirse a la dilución de estos elementos con el incremento del crecimiento de la planta, inducido por el P. El presente resultado sugiere que el K y posiblemente el Fe y Mg fueron redistribuidos en los brotes de Siratro con el tiempo otros elementos fueron relativamente inmóviles.

Johansen et al. en 1977 estudiaron la respuesta del efecto residual del Mo en algunas especies forrajeras tropicales - como Panicum maximum cv. Gatton, aplicándose inicialmente el Mo en forma de Trióxido de Molibdeno, durante 5 años en 6 sitios en el sureste de Queensland. Las leguminosas que mejor respondieron fueron Glycine wightii cv. Tinaroo y Desmodium intortum cv. Greenleaf, seguidas por Macroptilium atropurpureum cv. Siratro y Medicago sativa cv. Hunter river; con Lotononis bainesii cv. Miles y Stylosanthes guianensis cv. Cook, se obtuvo la menor respuesta. Los sitios difirieron marcadamente en la magnitud de la respuesta de las leguminosas. Por ejemplo - el sitio de mayor respuesta requirió de 200 g/ha de Mo por 5 años para un máximo de crecimiento de Siratro, por lo que no había respuesta de Siratro a las aplicaciones de Mo en otros sitios. No hubo diferencia entre el Trióxido de Molibdeno --- aplicado a la superficie y el Trióxido de Molibdeno aplicado - en la semilla y el Molibdeno de Sodio aplicamiento de la leguminosa. La respuesta de los pastos a los tratamientos de Mo - fue generalmente similar a la respuesta de las leguminosas y - las concentraciones de nitrógeno en leguminosas y pastos se incrementaron con el rendimiento.

Johansen et al. (1980) determinaron concentraciones críticas de fósforo para diferentes partes de Macroptilium ----- atropurpureum cv. Siratro y Desmodium intortum cv. Greenleaf, en varias edades de la planta para establecer una técnica de muestreo apropiada para análisis químico de fósforo. Las concentraciones críticas de fósforo se derivaron del uso de un mo

delo matemático relacionado con cálculos obtenidos del análisis de Varianza asociados con valores críticos. Así los efectos de la edad de la planta y la variabilidad asociados con cada determinación de la concentración crítica de fósforo limitarían lo práctico del análisis de fósforo para detectar la diferencia marginal de dicho elemento. Esto especialmente se aplica a plantas perennes en praderas donde la identificación de la edad de la planta no es posible. Los efectos de la edad de la planta pueden disminuir en cierta proporción cuando las concentraciones críticas de fósforo son calculados en relación a tejido húmedo, pero se sugiere que se requieran técnicas menos empíricas del análisis de tejidos vegetales si se abaten los efectos de la edad de la planta sobre las concentraciones críticas de fósforo.

Sherrell en 1984 experimentó en semilla de trébol blanco (Trifolium repens L.), trébol rojo (Trifolium pratense L.), lotus (Lotus pedunculatus Cav.) y alfalfa (Medicago sativa L.) con diferentes concentraciones de Mo, posteriormente fueron sembradas en un suelo bajo en su contenido de dicho elemento. Todas las especies respondieron a la aplicación de Mo pero no había relación entre la concentración de Mo en la semilla y la respuesta del Mo aplicado. En un segundo experimento las semillas de trébol blanco, el rojo y la alfalfa fueron embebidas en soluciones de Molibdato de sodio. Esto incrementó las concentraciones de Mo en la semilla hasta 4000 a 5000 ppm. Cuando estas semillas fueron sembradas los rendimientos se incrementaron hasta concentraciones en la semilla de 900 ppm en el trébol blanco y aún más altos para el trébol rojo y alfalfa. Las aplicaciones de Mo embebiendo las semillas fue más de 20 veces más eficiente que la aplicación al suelo en el incremento de rendimiento y fijación de nitrógeno, de tal manera que este método puede ser usado cuando estas especies se establezcan en suelos deficientes en Mo.

White (1972) estudió la respuesta relativa en rendimiento en la absorción de fósforo de Stylosanthes humilis, Phaseolus atropurpureum y Desmodium intortum, cultivados en suelo pobre, enriquecido con fósforo, tales variables se midieron en cuatro cosechas sucesivas durante 42 días de crecimiento bajo condiciones ambientales controladas. Excepto para la primera cosecha (19-21 días), los rendimientos relativos de S. humilis y P. atropurpureum a P fueron idénticas y ligeramente más grandes que para D. intortum; la respuesta relativa al fósforo aplicado fue similar para las tres especies hasta el rendimiento máximo esperado. El rendimiento relativo más alto de D. intortum, en la cosecha 1 reflejó la influencia de una concentración de fósforo inicial más alta en la plántula de Desmodium en comparación con S. humilis y P. atropurpureum. El índice de absorción medio para fósforo (AR) de Desmodium intortum y en menor grado de S. humilis y P. atropurpureum, mostró dos máximos distintivos; un pico inicial a baja actividad del suelo ( $03-3\mu\text{MP}$ ) y un segundo a alta actividad del suelo ( $37-43\mu\text{MP}$ ) cuando se obtuvo el rendimiento máximo y apareció una acumulación de fósforo abundante. El pico inicial AR fue seguido por una reducción, para D. intortum en la actividad del fósforo en el suelo correspondiente al rendimiento máximo, sugiriendo que el índice de absorción por las raíces fue influenciado por la demanda por fósforo originada dentro de la planta en crecimiento.

Los índices de absorción medios y los índices de crecimiento relativo (RCI), promediados sobre todos los niveles de fósforo cayeron en el siguiente orden: D. intortum S. humilis P. atropurpureum. Contrariamente, la eficiencia de fósforo para la planta, la cual puede esperarse sea más grande en las plantas de bajo RCI, cayeron en el orden de P. atropurpureum S. humilis D. intortum así contrarrestaron el AR más bajo de P. atropurpureum y en menor extensión S. humilis. Sin embargo S. humilis tenía la ventaja de una retencial más baja de fósforo

ro en el sistema radical, comparando con P. atropurpureum, debido a la reducción mayor de nitrógeno en los ápices cuando se cultivaron sobre nitrógeno fijado simbioticamente.

Yamanaka y Holl (1984) realizaron experimentos sobre la importancia de las especies de leguminosas fijadoras de nitrógeno ( $N_2$ ) en el establecimiento y desarrollo de un ecosistema estable de residuos minerales. Los experimentos se realizaron en invernadero utilizando residuos de carbón mineral y se evaluaron algunos factores que afectaron la formación temprana de la planta. De la aplicación de N, una parte fue tomada por las plantas y la otra se filtró por los residuos de carbón, de tal modo que N supuesto constituyó un factor limitante para las plantas. La producción total de biomasa se incrementó con el aumento de la densidad de siembra de pastos y con fertilización alta de N, mientras que la fijación de  $N_2$  fue disminuyendo con la densidad de siembra de pastos y con la alta fertilización de N. En los mismos tratamientos reflejó una interacción significativa pastos x fertilizante, por la disminución de la biomasa de la leguminosa. Los cambios en la biomasa total y la fijación de  $N_2$  se relacionaron a cambio en los componentes de la leguminosa y fueron independientes del N del suelo. La producción de biomasa óptima y la actividad de la fijación de  $N_2$  se obtuvieron por una combinación de tratamientos de 17.5 kg/ha de semillas de pasto, 30 kg/ha de semillas de pasto, 30 kg/ha de semilla de leguminosa y 50 kg/ha de N.

## III OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar el efecto de dos métodos de siembra y cinco niveles de fertilización en el contenido y rendimiento de proteína cruda de la asociación Sorghum almum / Macroptilium atropurpureum .

#### IV CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 1. Localización

El estado de Morelos se encuentra situado en la parte sur y central de la República Mexicana, entre los paralelos - de  $18^{\circ}22'08''$  y  $19^{\circ}07'10''$  de latitud norte y entre los meridianos  $98^{\circ}37'08''$  y  $99^{\circ}30'09''$  de longitud oeste de ---- Greenwich.

Limita al norte con el Distrito Federal y el estado de -- México; al sur con los estados de Puebla y Guerrero; al oriente con el estado de Puebla; y al occidente con el es- tado de México. La superficie total del estado es  $4952 \text{ km}^2$  (S.P.P., 1981).

La zona de estudio se localiza a 30 km al SE de Cuernava- ca, con una altitud de 1200 m.s.n.m.; el lote experimen- tal se encuentra ubicado en las inmediaciones de Tepetzin- go, a  $18^{\circ}47'$  latitud norte y  $99^{\circ}11'$  longitud oeste; poli- ticamente pertenece al municipio de Emiliano Zapata, y al estado de Morelos.

##### 2. Geología

En el estado de Morelos existen solamente afloramientos - de rocas ígneas recientes y rocas sedimentarias del cretá- cico inferior, litológicamente clasificadas como calizas y depósitos marinos interestratificados de areniscas y lu- titas. Del cenozoico existen tanto rocas sedimentarias - clásticas como rocas volcánicas que cubren discordantemen- te a las rocas del cretático. Las rocas clásticas son de ambiente continental, clasificadas litológicamente como - areniscas interdigitadas con conglomerados. Las rocas --

volcánicas son las más jóvenes y las más abundantes. Las estructuras geológicas más notables son las constituidas por los aparatos volcánicos y sus grandes espesores de lava. Las rocas sedimentarias del cretácico forman estructuras plegadas (anticlinal y sinclinal). Los depósitos aluviales forman planicies de la cuenca del balsas.

La zona de estudio pertenece a la provincia geológica de la Sierra Madre del Sur, esta provincia cubre la porción central y suroeste del estado y limita al norte y oriente con el eje neovolcánico. El material geológicamente dominante en el área de estudio lo constituyen depósitos aluviales. En áreas circunvecinas a este depósito se encuentran otros de arenisca conglomerado, de basalto, siendo el primero el que se encuentra con mayor frecuencia en la región (Figura 1).

También se tienen depósitos de lutita-arenisca, de caliza y brecha volcánica aunque estos son menos abundantes (S.P.P., 1981).

### 3. Edafología

El material geológico que dió origen a los suelos está --- constituido por basalto, caliza y aluvi6n.

De acuerdo a S.P.P. (1981) en la zona se encuentran los siguientes grandes grupos de suelos: Feozem, Vertisol, Regosol y Rendzinas. Los vertisoles pélicos asociados con Feozem háplico aunque existen en menor proporción localizándose en pequeñas áreas de relieve ondulado. Las Rendzinas estan ubicadas en las formaciones montañosas. Los Regosoles representan dentro de la zona de estudio la mayor superficie, se encuentran en pequeños pies de monte que colindan con las zonas planas. (Figura 2).

### 4. Clima

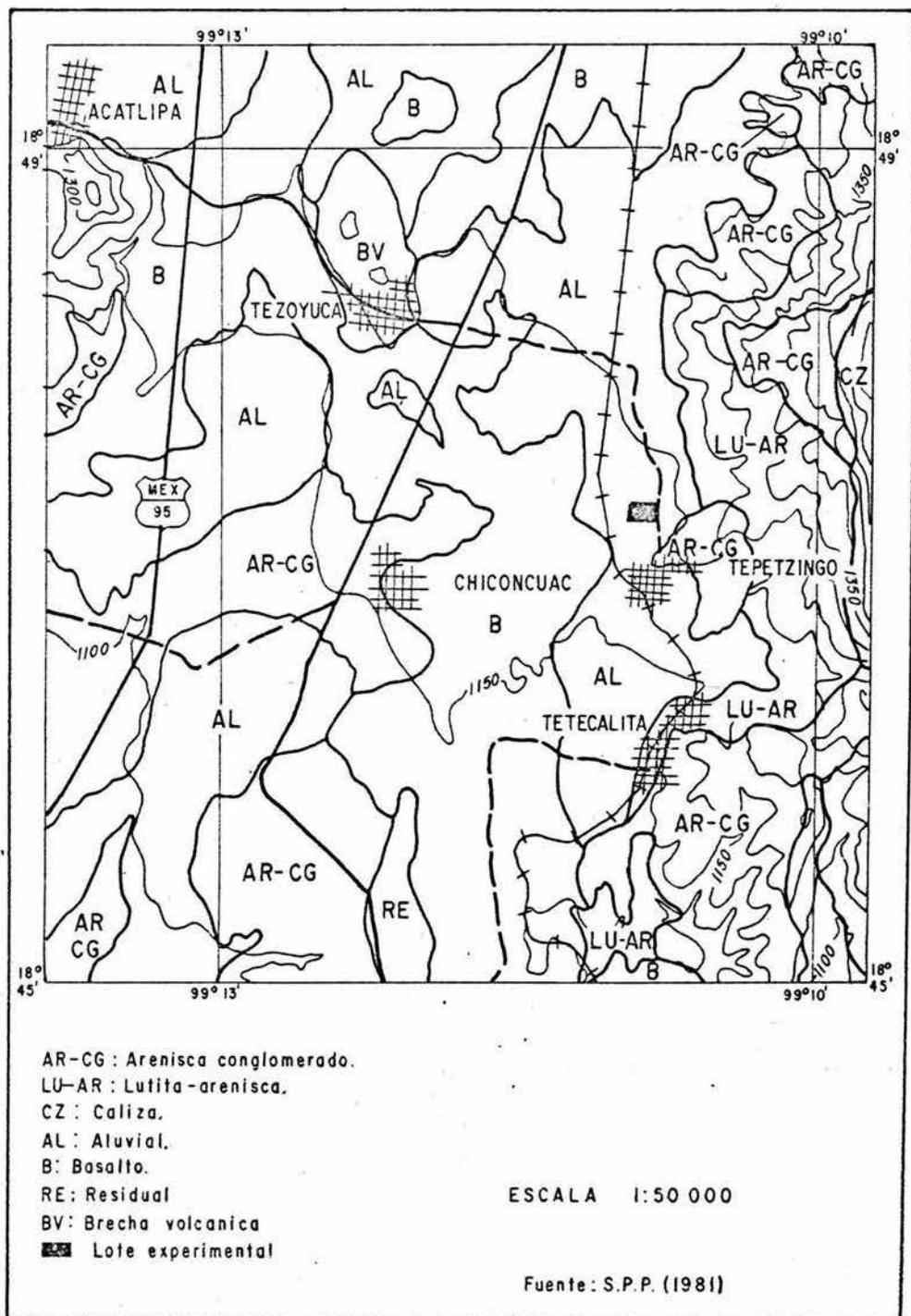
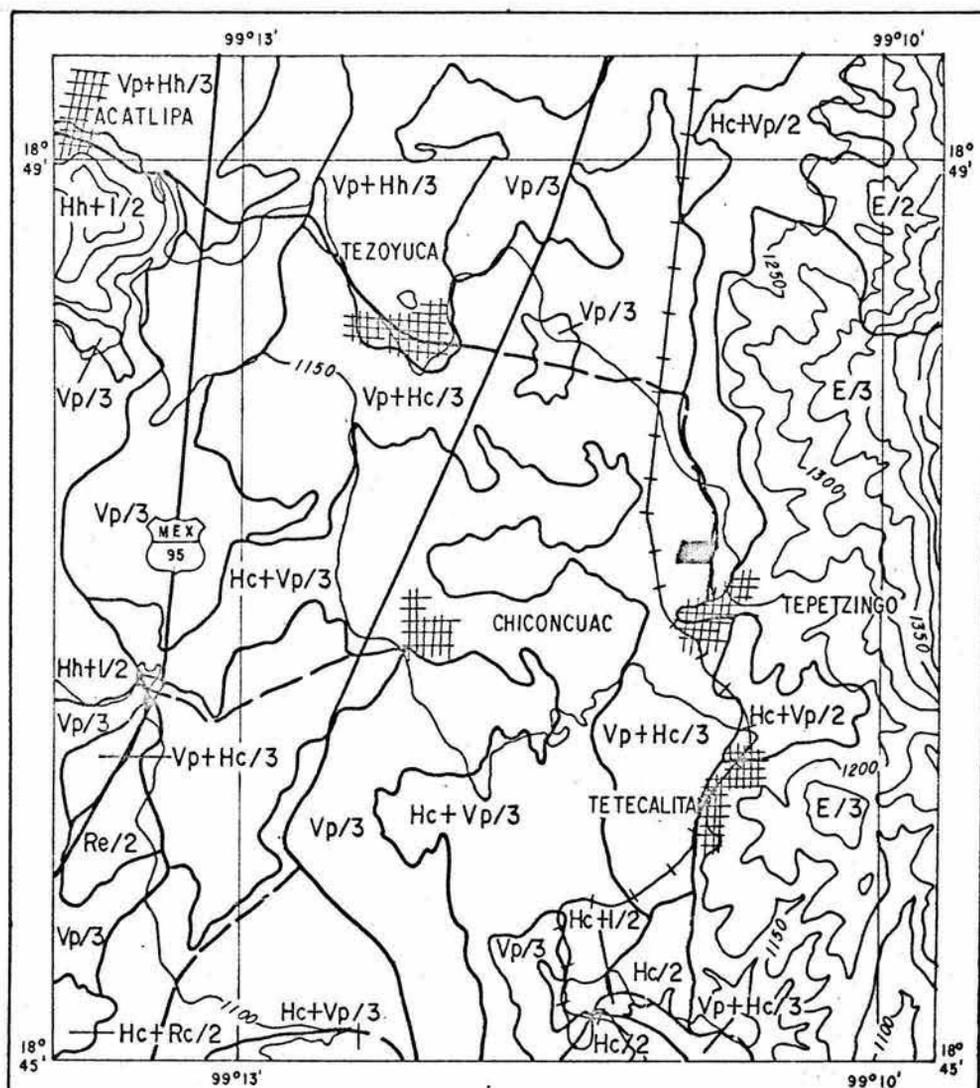


FIGURA I.-- MAPA GEOLOGICO



### EXPLICACION

Hc: Feozem calcárico

Hh: Feozem haplico

Vp: Vertisol pélico

Rc: Regosol calcárico

Re: Regosol eutríco

E: Rendzina

■ Lote experimental

Clase Textural

1 - Gruesa

2 - Media

3 - Fina

ESCALA 1:50 000 Fuente S.P.P.(1981)

FIGURA 2.--MAPA EDAFOLOGICO

Para la caracterización climática de la zona de estudio se consultó la Carta de Climas México 14 Q-V editada por el Instituto de Geografía de la U.N.A.M. y la Secretaría de la Presidencia. Para la obtención de los datos se consideró la estación meteorológica de Temilpa, Morelos.

Con base en la clasificación de los climas de Köppen modificado por Enriqueta García (1973) el clima de la región corresponde a  $Aw''(w) (i) g$ ; caracterizado por ser cálido-subhúmedo, intermedio en grado de humedad con una temperatura media anual de  $23.3^{\circ}\text{C}$  y precipitación total anual -- 1026.6 mm. El régimen de lluvia es de verano por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco. La temperatura del mes más caliente es de  $26.8^{\circ}\text{C}$  con poca oscilación térmica, entre  $5$  y  $7^{\circ}\text{C}$ .

El período de lluvias comprende julio-septiembre, siendo el mes más húmedo julio con una precipitación de 205.3 mm. En estos cuatro meses de lluvia existe poca oscilación en los valores de precipitación (Figura 3).

## 5. Uso del Suelo

El principal uso del suelo en la zona es agrícola. La agricultura de riego semipermanente anual es la más frecuente en las áreas planas, dentro de las cuales está el lote experimental. Existen pequeñas áreas en donde se lleva a cabo la agricultura de riego permanente y de temporal permanente anual.

El uso del suelo para algunas áreas es pecuario ya que en la zona existen pequeñas proporciones de pastizales inducidos.

En las áreas montañosas aún se conserva selva baja caduci

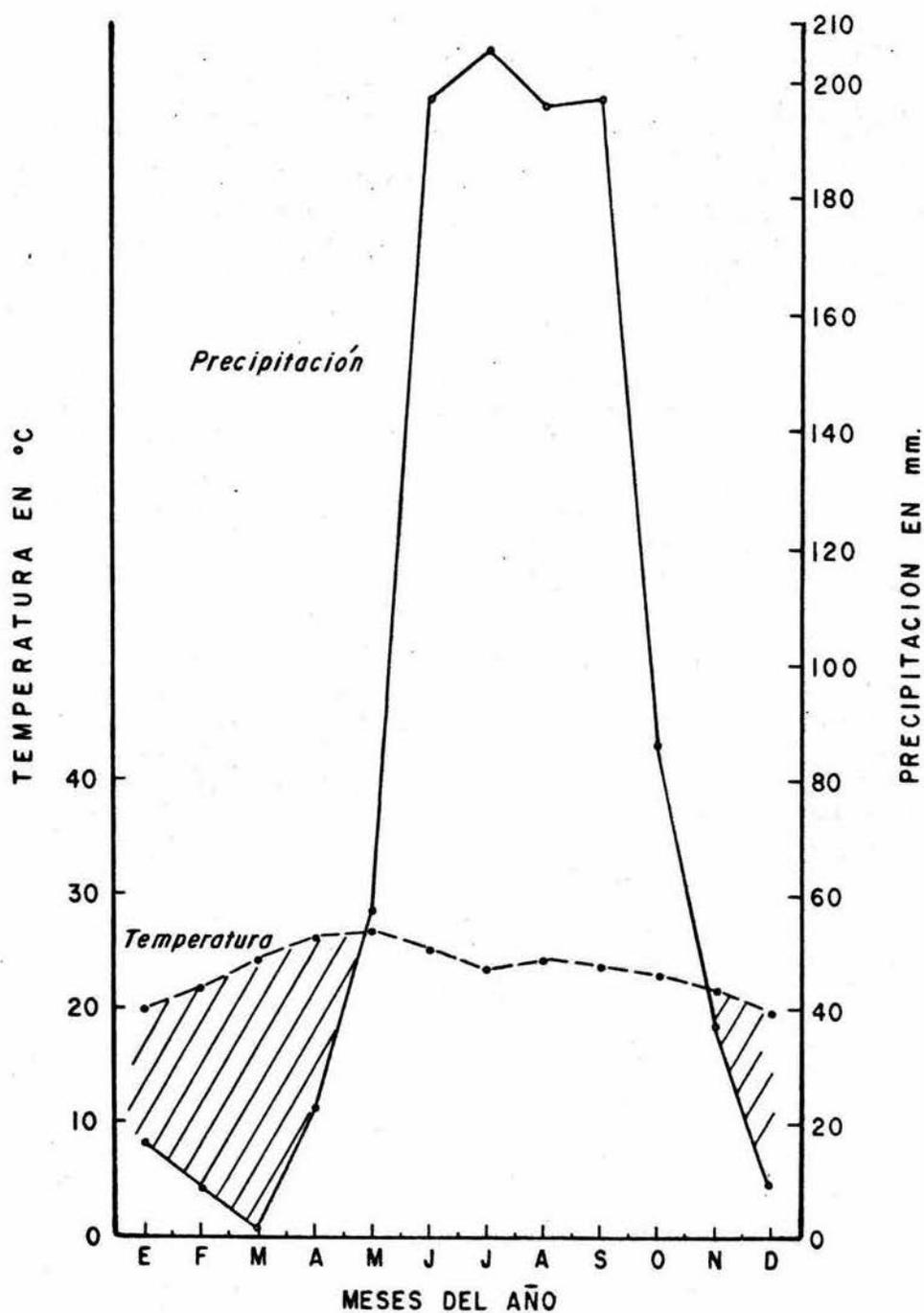


FIGURA 3.—Variación mensual de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Temilpa, Morelos. Periodo de observación: 10 años

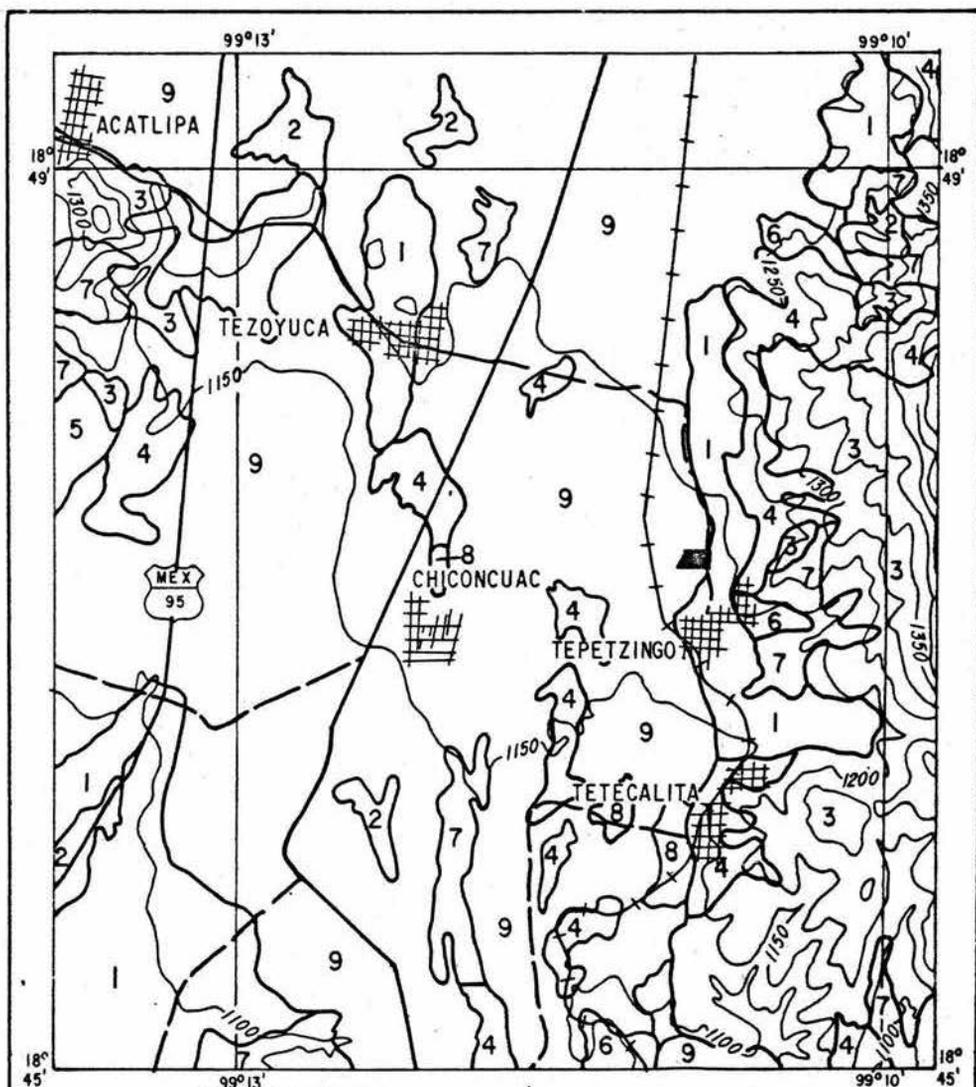
folia y selva secundaria caducifolia, sin embargo aún en áreas donde éstas han sido perturbadas se ha inducido al establecimiento de pastizales (Figura 4).

## 6. Uso Potencial

La mayor parte del área de estudio esta comprendida por los suelos de clase 3 y 4. El lote experimental queda incluido en la clase 3. Estas clases pertenecen a los grupos de los suelos: Vertisol, Feozem y Regosol y están dedicadas a la agricultura y al uso pecuario.

Las clases 2 y 5 se encuentran en áreas planas, los grupos de suelos que presentan son: Regosol, Vertisol y Fozem y el uso semejante a las clases anteriores.

En las zonas montañosas y en el pie de monte, las clases que predominan son las sexta, séptima y octava, aquí el grupo de suelos dominante es Rendzina y no se practica la agricultura ni el cultivo de pastizales debido a que en esta zona existe selva baja caducifolia y selva secundaria caducifolia.



EXPLICACION

- 1- AtpA: agricultura de temporal permanente anual.
- 2- PiF(s)b(c): pastizal inducido selva secundaria caducifolia.
- 3- FSb(c): selva bajo caducifolia.
- 4- F(s)b(c): selva secundaria caducifolia
- 5- AtpA-Pi: agricultura de temporal permanente anual pastizal inducido.
- 6- Pi: pastizal inducido.
- 7- F(s)b(c)-Pi: selva secundaria caducifolia pastizal inducido
- 8- Arp: agricultura de riego permanente
- 9- Ar(sp-A): agricultura de riego semipermanente anual.

 Lote experimental

ESCALA 1: 50 000

Fuente: S.P.P. (1981)

FIGURA 4-- MAPA DE USO DEL SUELO

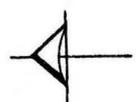
## V DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

### 1. Fase de Campo

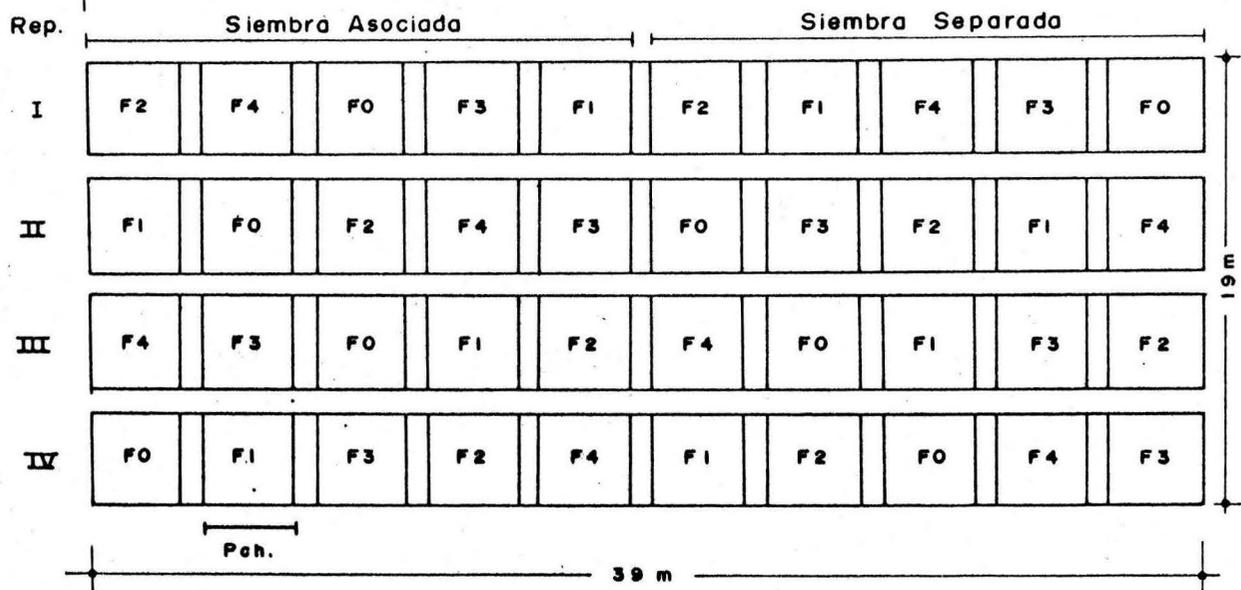
1.1 Diseño experimental. Se empleó un diseño experimental bi factorial con arreglo en paredes divididas y distribución de los tratamientos en bloques al azar con cuatro repeticiones; las parcelas "grandes" correspondieron a los métodos de siembra y las parcelas "chicas" a los niveles de fertilización. Los métodos de siembra consistieron en -- siembra asociada, gramínea-leguminosa y siembra separada, en donde las especies permanecieron separadas. En los niveles de fertilización se probaron las dosis siguientes; F0: fue el testigo absoluto, F1: 50(N)-60(P)-00(K), F2: 50-120-00, F3: 50-120-00 más 70g/ha de Mo y 2.4 kg/ha de B y F4: 50-180-00; las cantidades para N y P corresponden a kg/ha de N y de  $P_2 O_5$  respectivamente. Los fertilizantes usados fueron: como fuente de N Sulfato de amonio con 20.5% de N, el P como Superfosfato de calcio simple con 19.5% de  $P_2 O_5$  el B como Borax y el Mo como Molibdato de sodio. El uso de estos fertilizantes se debió a su facilidad de obtención y bajo costo, lo cual en determinado momento facilitará la repetición de la experiencia.

Con base en lo anterior y con la distribución aleatoria de los tratamientos en bloques, el diseño experimental -- comprendió cinco tratamientos por dos métodos de siembra y por cuatro repeticiones, resultaron cuarenta unidades -- experimentales, tal como se aprecia en la Figura 5.

La unidad experimental total o parcela "bruta" fue de 4 -- surcos de 1m. de separación y 3m de longitud,  $12 m^2$ , el -- muestreo experimental o parcela "útil" se realizó en los dos surcos centrales o los que se eliminó 50 cm de cada -- lado para evitar efectos de bordo.



Parcelas Grandes



Factor A. Parcela Grande

Factor B. Parcela Chica. Niveles de Fertilización (Pch.)

Siembra asociada  
Siembra separada

Superficie Total 741 m<sup>2</sup>

	N	P	B	Mo
	Kg/ha			g/ha
F0	00	00	00	00
F1	50	60	00	00
F2	50	120	00	00
F3	50	120	2.4	70
F4	50	180	00	00

FIGURA 5. Distribución de las unidades experimentales en el campo.

1.2 Características y preparación del terreno. La superficie total del lote experimental fue aproximadamente de 741 m<sup>2</sup>, con pendiente aproximada de 3 a 4% en sentido Este-Oeste. Se realizaron dos barbechos y el surcado se hizo en el -- sentido de las curvas de nivel con el fin de obtener un óptimo aprovechamiento del agua de riego.

1.3 Muestreo del Suelo. Una vez preparado el terreno se toma ron cuatro muestras al azar a una profundidad de 0-20 y 20-40 cm para su análisis en el laboratorio; tales mues-- tras se mezclaron entre si para obtener finalmente una de cada profundidad.

1.4 Siembra. El establecimiento de las praderas se realizó el 4 de mayo de 1985, depositándose la semilla a "chorri-- llo" y a "tierra avenida" cubriéndose con suelo y azadón hasta quedar a una profundidad de 1 a 3 cm, las densida-- des de siembra de las especies estudiadas fueron para la gramínea 10 kg/ha y 6 kg/ha en el caso de la leguminosa.

1.5 Labores culturales.

-Riegos. El riego se efectuó por gravedad, con agua pro-- veniente de manantiales de la población vecina de Jiute-- pec, Morelos; se aplicó con una periodicidad aproximada de 15 días. Cabe observar que durante toda la época de lluvias no hubo necesidad del mismo, dado lo regular del temporal.

-Fertilización. Los fertilizantes fueron aplicados en -- banda a 10 cm aproximadamente de la hilera del cultivo y posteriormente cubierto por suelo.

-Limpieza. Después de cada corte se realizaron labores - de limpieza, que consistieron en deshierbe y aporque con

azadón sobre la hilera del cultivo.

-Aplicación de insecticida, fungicida y sulfato ferroso. Se hicieron aplicaciones del insecticida Nuvacron 60E en proporción 1t/ha y fungicida Captan 50 en proporción de 2 kg/ha. Asimismo, se aplicó sulfato ferroso en dosis de 2.5 kg/ha para evitar la clorosis que por falta de hierro empezó a manifestar la leguminosa; tales productos se aplicaron mezclados por aspersión foliar durante el desarrollo del cultivo correspondiente a cada corte.

- 1.6 Cosecha. Los cortes fueron efectuados con hoz y machete cuando la gramínea se encontraba en 100% de floración, lo cual no siempre coincidió con la leguminosa. Una vez efectuado el corte se pesó el material resultante de la "parce la útil"; para la siembra asociada las especies se pesaron juntas y después se separaron para determinar la composición botánica, posteriormente se pesó la leguminosa para que por diferencia de peso se obtuviera el de la gramínea; con el fin de determinar el peso seco y efectuar los análisis del laboratorio, se tomó una muestra representativa de ambas especies que en total pesó 350 g aproximadamente. Para la siembra separada el peso fue independiente obteniendo la muestra representativa igual a la anterior. En ambos casos las muestras se guardaron en bolsas de papel de estraza y se rotularon para su posterior análisis.

Los cortes se realizaron del primero al tercero en las fechas siguientes: 10 de julio, 31 de agosto y 1° de noviembre en 1985 y del cuarto al sexto: 18 de enero, 21 de marzo y 17 de mayo de 1986.

## 2. Fase de laboratorio

- 2.1 Análisis del suelo. Las muestras de suelo recolectadas en

CUADRO 1. RESULTADO DEL ANALISIS FISICO Y QUIMICO DEL SUELO DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO.

PROF CMS	COLOR		D.A G/ML	TEXTURA			CLASIFICACION	pH REL 1:2.5	M.O. %	C.I.C.T. %	Ca <sup>++</sup> MEQ/100G	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	P.ASIM. KG/HA	Mo PPM	C.E. MMHOS/CM
	SECO	HUMEDO		ARENA %	LIMO %	ARCILLA %											
0-20	10 Y R 5/1 GRIS	10 Y R 4/1 GRIS OSCURO	1.17	22	47	31	MIGAJON ARCILLOSO	7.3	1.6	51.0	73.15	11.0	1.25	0.77	54	5.0	0.32
20-40	10 Y R 5/1	10 Y R 4/1	1.13	25	39	36	MIGAJON ARCILLOSO	7.3	2.2	47.5	62.3	19.8	1.19	0.63	36	6.0	0.32

el campo fueron secadas al aire, molidas y pasadas por un tamíz de 2 mm de diámetro.

Determinaciones físicas. Se determinó el color en seco y en húmedo por comparación de las tablas de Munsell (1965). Densidad aparente por el método de probeta (Baver, 1956). Textura por el método de Bouyoucus (1963).

Determinaciones químicas. La reacción del suelo, pH, se llevó a cabo por el método del potenciómetro Corning 10, con electrodos de vidrio y calomel, se utilizó una suspensión de suelo-agua destilada en relación a 1:2.5. Materia Orgánica se empleó el método de Walkley y Black, modificado por Walkley (1947). Capacidad de intercambio catiónico total y cationes intercambiables por saturación con acetato de amonio 1N, pH 7.0 por el método de percolación ---- (Schollenber y Simon, 1945). Calcio y magnesio con versenato (EDTA) (Richards, 1974). Sodio y Potasio por flamometría con el aparato de Corninc 400. Fósforo asimilable -- por el método de Bray I. (Bray y Kurtz, 1945) (Cuadro 1).

## 2.2 Análisis del material vegetal.

Las muestras de las especies recolectadas en el campo se secaron en estufa a 100°C hasta peso constante.

Posteriormente este material se trituró en un molino para material vegetal, pasando dicho material por un tamíz de 0.5 mm. Nitrógeno total, por el método semi-micro Kjeldahl (Bremner, 1965). Proteína cruda, multiplicando el porcentaje de proteína por el 100% de materia seca.

El método semi-micro Kjeldahl es la conversión de nitrógeno orgánico a amonio y su subsecuente estimación por el método Kjeldahl. La muestra es digerida con ácido sulfúrico

requiriendo para ello un catalizador que puede ser sulfato de cobre, potasio, selenio o pentóxido de vanadio.)

En lo general es satisfactorio digerir la muestra finalmente molida secada al horno o al aire, pero cuando hay mucho nitrógeno (como en muchos tejidos animales y microbianos) puede ser necesario digerir las muestras frescas; es muy importante asegurar que los pesos relativamente pequeños tomados para este método sean representativos del material vegetal.

Estrictamente este método estima el nitrógeno orgánico total y el nitrógeno amoniacal. Los nitratos no están incluidos, aunque las cantidades normalmente presentes en la vegetación sin fertilizar son muy pequeñas. Si es necesario el método puede ser modificado por la adición de ácido salicílico en la etapa de digestión, de tal manera que el nitrato se reduce a amonio (Black, 1965).

En la destilación el amonio es liberado de la digestión diluida en presencia de exceso de alcalí. El destilado es recogido en un recipiente que contenga ácido bórico combinado con una solución indicadora en este caso verde de bromocresol. El amonio se titula con ácido sulfúrico 0.1 N.

Proteína cruda. El nombre de proteína cruda es un término convencional para todas las sustancias nitrogenadas: N mineral, amidas, aminoácidos y proteínas, su determinación está basada en el contenido de nitrógeno total que se multiplica por el factor 6.25.

### 3. Fase de Gabinete

- 3.1 Análisis estadístico. Las variables de estudio fueron: contenido y rendimiento de proteína cruda en forraje de la

asociación S. alnum / M. atropurpureum y de cada especie en forma independiente. A la información resultante se le aplicó Análisis de Varianza para determinar el efecto de los métodos de siembra y niveles de fertilización, posteriormente en aquellos casos donde hubo dicho efecto fue aplicada la prueba de Tukey para detectar diferencias significativas entre los mismos.

## VI. RESULTADOS

1. Contenido de proteína cruda en la materia seca de la asociación Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum.

Los resultados del análisis de varianza para métodos de siembra y fertilización se muestran en el cuadro 2. Los cortes que observaron efecto significativo fueron 4 y 6.

Corte 1.- El contenido de proteína cruda en el método de siembra separada obtuvo un valor mayor, 11.99% en relación a la siembra asociada, 10.31%. Para la fertilización, en la siembra asociada, el tratamiento que mostró el valor más alto fue F1 13.31% y el más bajo, 8.34%, para F0. En la siembra separada el tratamiento que obtuvo contenido más alto fue F3, 13.37% y F0 con el contenido menor, 11.28% (Figuras 6 y 7).

Corte 2.- Para los métodos de siembra, el contenido mayor lo mostró la siembra separada, 13.42% y 10.65% para la siembra asociada. Los resultados para la fertilización en la siembra asociada fueron de 11.59% en F2, el más alto y de 9.26% en F1, el más bajo. En la siembra separada F3 alcanzó 14.45%, sin embargo F0 obtuvo un 12.17%. Se hace notar en la Figura 6 que el tratamiento F1 después de haber obtenido el valor más alto en el corte 1, decayó en el corte 2, sin embargo los tratamientos F2, F3, F4 y F0 tuvieron un ascenso en dicho corte. En la Figura 7 se observa que los cinco tratamientos tuvieron el mismo comportamiento.

Corte 3.- En los métodos de siembra se observa que la siembra separada obtuvo mayor contenido 11.21%, contra la siembra asociada que manifestó 8.80%. Para fertilización en el método de siembra asociada, el tratamiento que resultó --

con mayor contenido fue F1 con 9.60% y el menor F3, 8.11%. En la siembra separada el valor mayor fue para F1, 11.54%, y el menor, F0 con 10.30%.

Corte 4.- Para métodos de siembra no hubo efecto significativo, sin embargo, se observa que la siembra separada -- presenta, un contenido mayor de proteína cruda, 10.59%, -- con respecto a la asociada que fue de 10.25%. Para fertilización hubo efecto significativo ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey estratificó en la siembra asociada a los tratamientos en dos grupos, el primero, con promedio de 7.30%, para el tratamiento F1 con el valor más bajo; y en el segundo, a los tratamientos F2, F4, F3 y F0 con valores de 9.96%, 10.21%, 11.74% y 12.06% respectivamente, todos ellos equivalentes estadísticamente. Para la siembra separada no existió estratificación, resultó un sólo grupo, donde se observa que el tratamiento F1 11.26% fue mayor con relación al F0 10.08%, sin embargo, todos son equivalentes (Cuadro 2, Figuras 6 y 7).

Corte 5.- Para métodos de siembra fue la siembra separada quien alcanzó el valor mayor, 13.30%, con respecto a la siembra asociada que obtuvo 12.10% de promedio de proteína cruda. Para la fertilización no hubo efecto significativo pero se observa que el tratamiento que obtuvo mayor contenido de proteína cruda para la siembra asociada fue F4 con 13.52% con respecto al tratamiento F0 con 8.67%. Para la siembra separada el tratamiento que alcanzó mayor contenido fue F4 con 15.34% y el tratamiento F0 con el valor más bajo de 11.61% (Cuadro 2 y Figuras 6 y 7).

Corte 6.- En los métodos de siembra no hubo efecto significativo, pero la siembra separada tuvo un valor de 11.81% con respecto a la asociada que fue de 11.14%. Para fertilización hubo efecto de tratamientos ( $P < 0.05$ ); en la siem

bra asociada la prueba de Tukey estratificó a los tratamien-  
tos en tres grupos, en el primero, F0 7.94% y F1 9.97% con  
los valores más bajos; en el segundo con valor intermedio -  
F3 11.21% y el tercer grupo, que obtuvo mayor contenido de  
proteína cruda, F4 y F2 con 12.50% y 14.06% respectivamente.  
Se observa también que F1 y F4 son estadísticamente equiva-  
lentes para el segundo grupo. En la siembra separada a di-  
ferencia de la asociada, sólo se observaron dos grupos, con  
F0 10.49%, F1 10.84% y F3 11.40% con los valores más bajos  
para el primer grupo; en el segundo grupo F4 13.15% y ----  
13.18% para F2, haciendo notar que F3 también es estadísti-  
camente equivalente para éste último grupo.

CUADRO 2: CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES Y PROMEDIO DE LA ASOCIACION Sorghum alnum / Macroptilium atropurpureum.

Promedio de cuatro repeticiones

Métodos de Siembra	C		O		R		T		E		S		$\bar{X}$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
	Fert.													
	SE													
Asociada	F0	8.34	F0	11.20	F0	9.10	F1	7.30a	F0	8.67	F0	7.94a	F0	9.55
	F1	13.31	F1	9.26	F1	9.60	F2	9.96 b	F1	12.77	F1	9.97ab	F1	10.37
	F2	10.18	F2	11.59	F2	8.94	F4	10.21 b	F2	12.04	F3	11.21 b	F4	10.67
	F3	10.41	F3	10.99	F3	8.11	F3	11.74 b	F3	13.33	F4	12.50 bc	F3	10.96
	F4	9.32	F4	10.22	F4	8.25	F0	12.06 b	F4	13.52	F2	14.06 c	F2	11.13
$\bar{X}$	10.31	10.65	8.80	10.25	12.10A	11.14	10.54							
Separada	F0	11.28	F0	12.17	F0	10.30	F0	10.08a	F0	11.61	F0	10.49a	F0	10.99
	F1	11.57	F1	13.55	F1	11.54	F4	10.14a	F1	12.64	F1	10.84a	F1	11.81
	F2	11.65	F2	13.09	F2	11.28	F1	10.70a	F2	13.58	F3	11.40ab	F2	12.26
	F3	13.37	F3	14.45	F3	11.28	F2	10.77a	F3	13.16	F4	13.15 b	F3	12.48
	F4	12.08	F4	13.83	F4	11.65	F3	11.26a	F4	15.34	F2	13.18 b	F4	12.70
$\bar{X}$	11.99	13.42	11.21	10.59	13.30A	11.81	12.05							

SE = Significancia Estadística

\* Valores con la misma letra son estadísticamente equivalentes.  
Las letras mayúsculas representan la SE de los Métodos de Siembra y las minúsculas los niveles de fertilización.

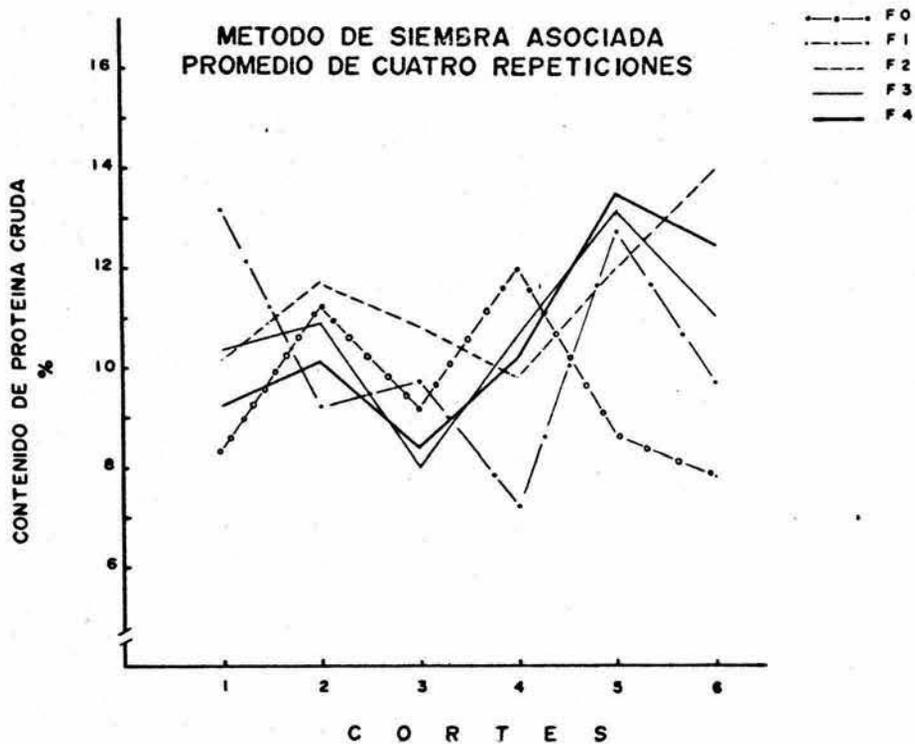
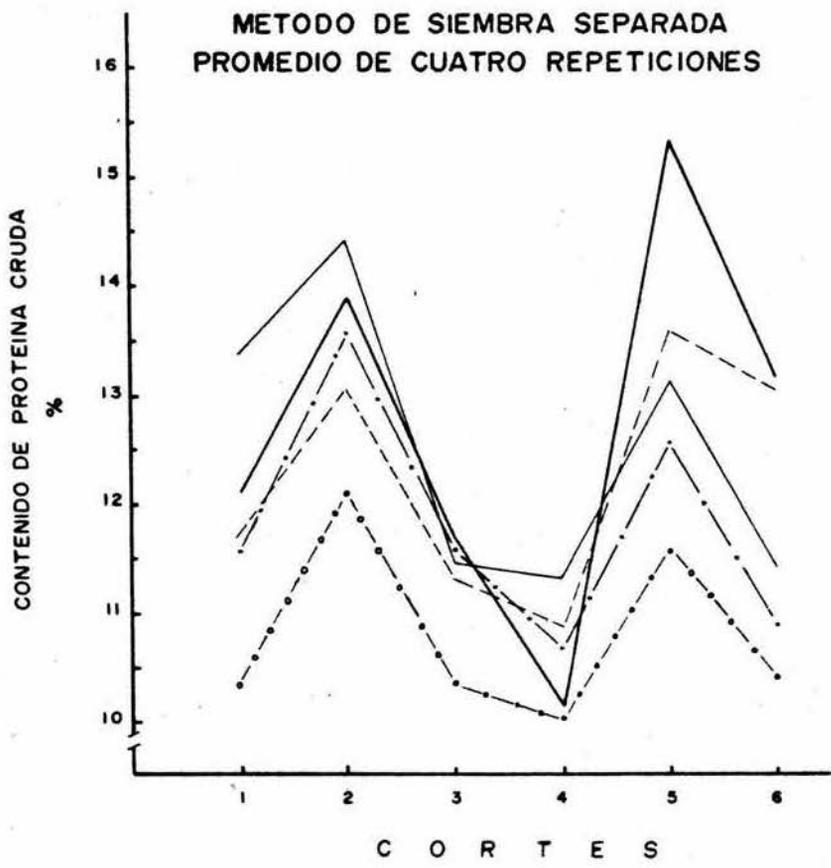


FIGURA 6 CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE LA ASOCIACION Sorghum almum/Macroptilium atropurpureum



**FIGURA 7** CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE LA ASOCIACION Sorghum alatum / Macroptilium atropurpureum

2. Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia seca de Sorghum alnum en asociación con Macroptilium atropurpureum.

Los resultados de análisis de varianza para métodos de siembra y fertilización mostraron efecto significativo en los cortes 3 y 5 (Cuadro 3).

En el primer corte, el método de siembra separada obtuvo un contenido de 8.43%, siendo más alto con respecto a la siembra asociada, 7.13%. En la siembra asociada el tratamiento que mayor contenido presentó fue F1 9.20% y F0 5.67% con el contenido menor. En la siembra separada F1 obtuvo 9.84% y F0 6.09%.

Segundo corte. Se manifiesta para la siembra asociada un contenido promedio de 5.27% y en la siembra separada 7.64%. En el caso de la fertilización, F0 se mantiene abajo con 5.01% y F3 observa un contenido de 8.70% (Figura 8). Para la siembra separada como se observa en la Figura 9, F0 se mantiene abajo con un contenido de 5.90% mientras F1 mantiene el valor más alto 8.98%; con respecto a los otros tratamientos F2, F3 y F4 obtienen contenidos de 7.54%, 7.77% y 8.01%, respectivamente.

En el tercer corte hubo efecto significativo ( $P < 0.05$ ) para los métodos de siembra, la siembra asociada mostró diferencia significativa con respecto a la siembra separada con valores de 5.59% y 6.98% respectivamente. En el caso de fertilización para la siembra asociada, se observa en la Figura 8, los contenidos disminuidos para este corte, mostrándose F0 con 5.79% y F1 5.31%; sin embargo entre los tratamientos no hubo mucha diferencia F2 5.63%, F3 5.60% y F4 5.63%. Para la siembra separada, F2 mostró el menor contenido 5.82%, sin embargo F0, F3, F4 y F1 con contenidos de 7.00%, 7.01%, 7.26% y 7.82% respectivamente, no manifiestan gran

diferencia entre sí.

Cuarto corte. El método de siembra con mayor contenido de proteína cruda fue la siembra separada 6.11% y el menor la siembra asociada, 5.62%. Los tratamientos para la siembra asociada que obtuvieron mayor contenido fueron F3 6.99% y F4 6.03% con respecto a los tratamientos F1 y F2 que manifestaron valores menores 4.96% y 4.54% respectivamente. En la siembra separada F3 mostró el mayor contenido 7.40% y el menor F0 que resultó con 4.68%.

En el quinto corte, se observa en el Cuadro 3, donde los métodos de siembra no mostraron gran diferencia, presentaron un contenido promedio de 6.04% para la siembra asociada y 6.03% para la separada. Sin embargo, la fertilización si manifestó efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en la siembra asociada y la prueba de Tukey dió una equivalencia estadística estratificada en dos grupos; el primero con valores mayores, F2 6.73%, F4 6.74% y F3 7.53%; el segundo con F1 5.21% y F0 3.98%. En la siembra separada los tratamientos con valor bajos en contenido fueron F3, F1 y F0 con 5.09%, 5.51% y 5.96% respectivamente que son estadísticamente equivalente, sin embargo F2 con 6.17% es equivalente a F0 y a F4 con 7.40% que es el valor más alto.

Sexto corte. En el Cuadro 3, se observa que en los métodos de siembra no existe mucha diferencia, la siembra asociada 8.17% y la separada 8.20%. En la fertilización en la siembra asociada F0 fue el tratamiento que reflejó menor contenido 7.07% y el mayor para F2 que obtuvo 9.42%. Para la siembra separada se observa que F1 presenta el valor mayor 9.06% y F0 mantiene el valor menor 6.73%.

CUADRO 3. CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES Y PROMEDIO DE Sorghum alnum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum.

Promedio de cuatro repeticiones

Métodos de Siembra	C		O		R		T		E		S		$\bar{X}$
	Fert.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Asociada	F0	5.67	F0 5.01	F0 5.79	F0 5.60	F0 3.98a	F0 7.07	F0 5.52					
	F1	9.20	F1 6.04	F1 5.31	F1 4.96	F1 5.21a	F1 8.11	F1 6.47					
	F2	7.31	F2 6.60	F2 5.63	F2 4.54	F2 6.73 b	F2 9.42	F4 6.63					
	F3	7.60	F3 8.70	F3 5.60	F3 6.99	F4 6.74 b	F3 8.04	F2 6.70					
	F4	6.13	F4 7.03	F4 5.63	F4 6.03	F3 7.53 b	F4 8.21	F3 7.41					
$\bar{X}$		7.18	5.27	5.59A	5.62	6.04	8.17	6.31					
Separada	F0	6.09	F0 5.90	F0 7.00	F0 4.68	F3 5.09a	F0 6.73	F0 6.06					
	F1	9.84	F1 8.98	F1 7.82	F1 5.52	F1 5.51a	F1 9.06	F3 7.21					
	F2	8.84	F2 7.54	F2 5.82	F2 6.68	F0 5.96a	F2 8.87	F2 7.32					
	F3	7.97	F3 7.77	F3 7.01	F3 7.40	F2 6.17ab	F3 8.04	F4 7.77					
	F4	9.41	F4 8.01	F4 7.26	F4 6.28	F4 7.40 b	F4 8.24	F1 7.79					
$\bar{X}$		8.43	7.64	6.98B	6.11	6.03	8.20	7.23					

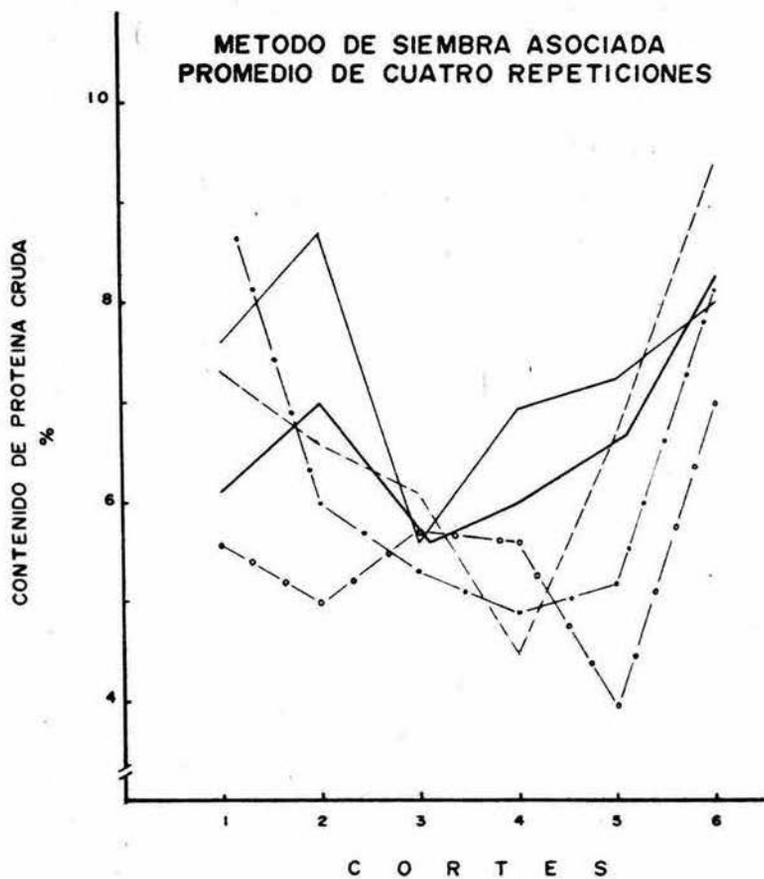


FIGURA 8 CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE Sorghum alatum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum

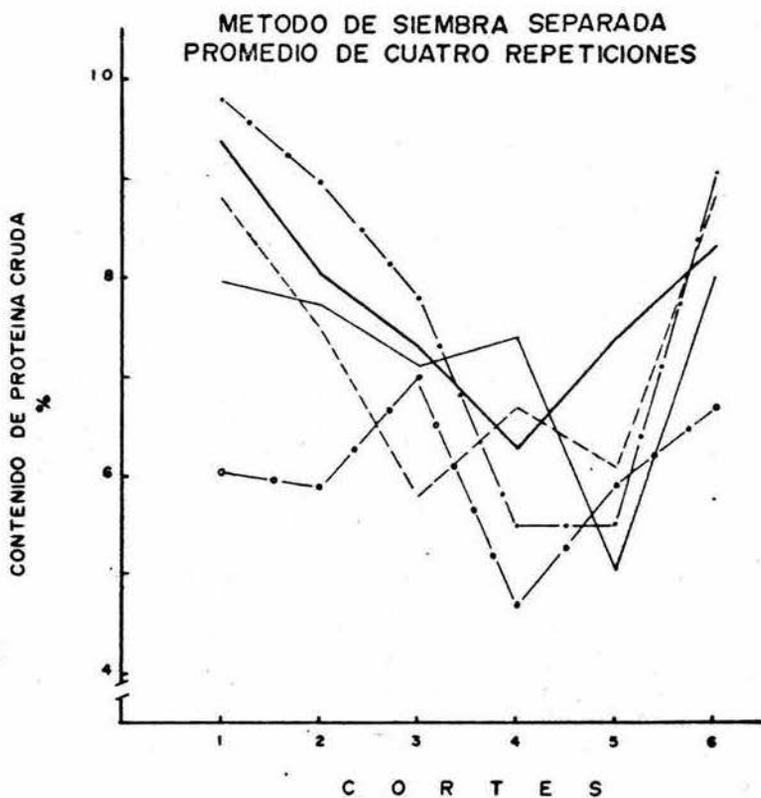


FIGURA 9 CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE Sorghum aluum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum

3. Contenido de proteína cruda en porcentaje en la materia seca de Macroptilium atropurpureum en la asociación con Sorghum alnum.

El Cuadro 4 muestra los resultados obtenidos en el análisis de varianza para métodos de siembra y fertilización. Se mostró efecto significativo en los cortes 1, 5 y 6.

Corte 1.- Para métodos de siembra hubo efecto significativo ( $P < 0.05$ ). La siembra asociada alcanzó mayor contenido, 17.74%, con respecto a la separada 15.56%. Para la fertilización en la siembra asociada, F3 y F4 obtuvieron los valores más altos 20.28% y 19.12%, respectivamente y F0 el valor más bajo. En la siembra separada F3 fue el que obtuvo el valor mayor 18.78% y F1 13.31% el valor más bajo.

Corte 2.- En la siembra asociada se obtuvo 18.99% y en la separada 18.83%. Para la fertilización en la siembra asociada, F4 obtuvo 19.24% más alto que el tratamiento F1 que presentó 18.78%. En la separada, F0, F1 y F2 obtuvieron contenidos de 18.45%, 18.12% y 18.63%, respectivamente, sin existir marcada diferencia entre ellos, pero si con los tratamientos F3 y F4 que alcanzaron contenidos de 19.29% y 19.67%, respectivamente.

Corte 3.- Para este corte no se observa prácticamente diferencia entre los métodos de siembra, siendo para la asociada 15.60% y para la separada 15.44%. En la fertilización para la siembra asociada F0 14.91% y F2 14.97% obtuvieron los contenidos más bajos con respecto a F1 y F4 -- con 16.33% y 16.34% los más altos. En la siembra separada F2 obtuvo 16.75% como el contenido más alto y con 13.61% F0 reflejó el porcentaje más bajo.

Corte 4.- Para los métodos de siembra se obtuvieron en la asociada un contenido de 14.89% y la separada 15.07%. En la fertilización de la siembra asociada, F1 presentó el -- contenido más bajo 9.65%, el valor más alto fue de 18.52% para F0. Sin embargo para la separada, F1 obtuvo el contenido más alto 15.89% y F4 14.01% el valor más bajo.

Corte 5.- Para métodos de siembra y fertilización se observó efecto significativo ( $P < 0.05$ ). La siembra separada registró 19.77% contenido más alto con respecto a la asociada 18.10%. Para la fertilización en la siembra asociada se obtuvieron tres grupos por medio de la prueba de --- Tukey; el primero, F0 con el valor más bajo 13.37%, el segundo; F2 y F3 con valores intermedios 17.37% y 19.14%, -- respectivamente y el tercero con contenidos más altos F4 - 20.31% y F1 20.34%. Para la separada también se obtuvie-- ron tres grupos de la misma forma; el primero, F0 17.26% y F2 19.06%; el segundo F1 con 19.78% y el tercero F3 21.23% y F4 21.51%. Es importante destacar que F1 es estadísticamente equivalente para los tres grupos.

Corte 6.- El método de siembra con mayor contenido fue la separada, 15.44%, con respecto a la asociada que fue de -- 14.11%. En la fertilización hubo efecto significativo --- ( $P < 0.05$ ), que resultó en la prueba de Tukey para la siembra asociada tres grupos; el primero, con valores más bajos F0 8.81% y F1 11.84%, el segundo con valores interme-- dios F3 14.38% y F4 16.79% y el tercer grupo con valor más alto F2 18.71%. Es importante señalar que el segundo grupo es también equivalente estadísticamente al tercer grupo. En la siembra separada, todos los tratamientos fueron estadísticamente equivalentes; donde F1 presentó el contenido menor 12.62% y con contenido mayor F2 17.51%.

CUADRO 4. CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES Y PROMEDIO DE Macroptilium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON Sorghum alnum

		Promedio de cuatro repeticiones						
		C	O	R	T	E	S	
Métodos de Siembra	Fert.	1	2	3	4	5	6	$\bar{X}$
Asociada	F0	15.65	19.18	14.91	18.52	13.37a	8.81a	15.07
	F1	17.45	18.78	16.33	9.65	17.37 b	11.84ab	15.73
	F2	16.23	18.87	14.97	15.41	19.14 b	14.38 bc	16.93
	F3	20.28	18.87	15.43	16.49	20.31 c	16.79 bc	17.43
	F4	19.12	19.24	16.34	14.39	20.34 c	18.71 c	17.70
$\bar{X}$		17.74A	18.99	15.60	14.89	18.10A	14.11	16.57
Separada	F0	16.48	18.45	13.61	15.48	17.26a	12.62a	15.83
	F1	13.31	18.12	15.26	15.89	19.06ab	14.26a	15.92
	F2	14.48	18.63	16.75	14.86	19.78abc	14.76a	16.88
	F3	18.78	19.29	15.56	15.12	21.23 bc	17.51a	17.13
	F4	14.75	19.67	16.04	14.01	21.51 c	16.79a	17.46
$\bar{X}$		15.56B	18.83	15.44	15.07	19.77B	15.44	16.68

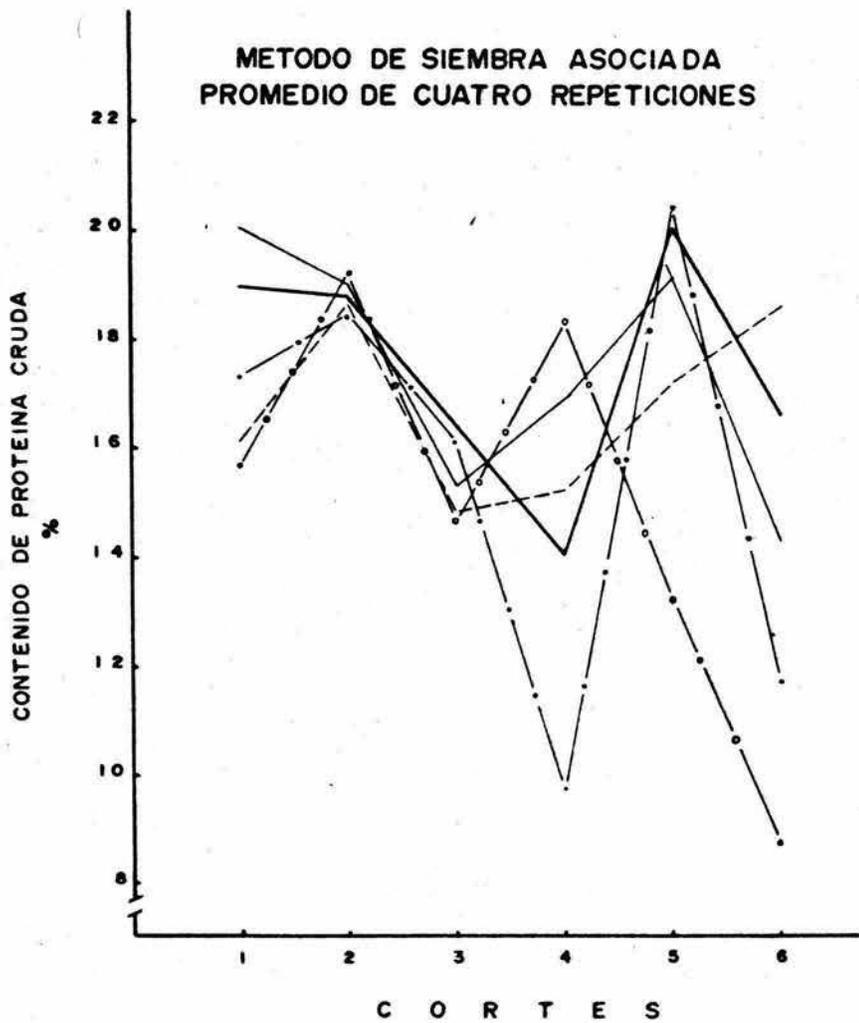


FIGURA 10 CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE Macroptilium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON Sorghum alnum

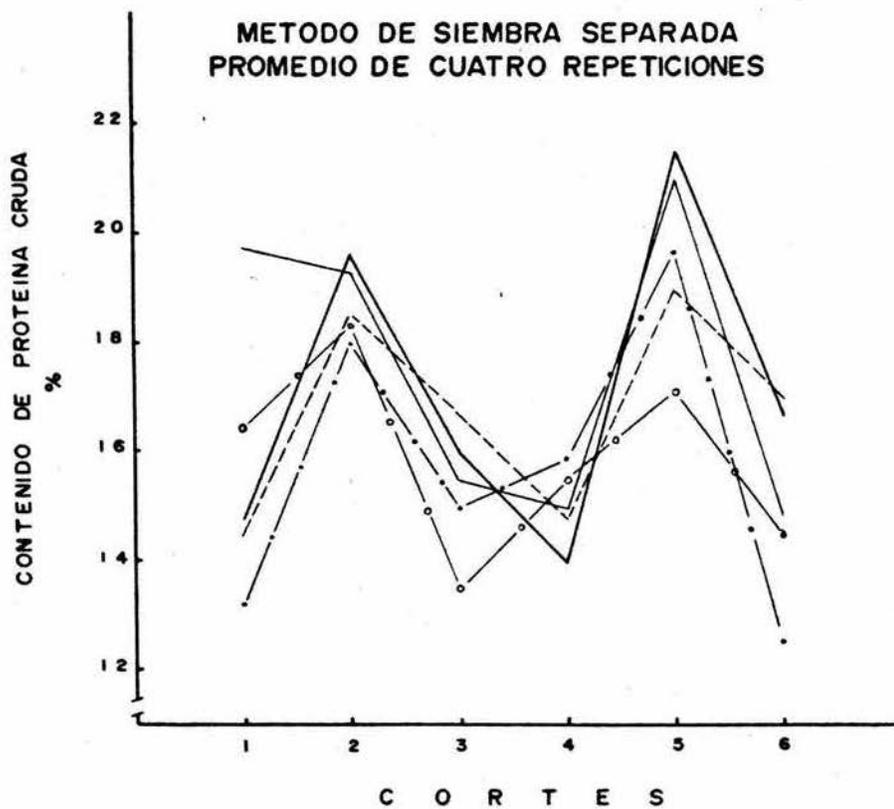


FIGURA 11 CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE Macroptilium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON Sorghum alnum

4. Rendimiento de proteína cruda en kg/ha. de la asociación Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum.

Los resultados del análisis de varianza para métodos de siembra y fertilización se muestran en el Cuadro 5. Los cortes que observaron efecto significativo fueron el 3, 4 5 y 6.

Primer corte. El rendimiento de proteína cruda en los métodos de siembra no mostró gran diferencia, la siembra -- asociada 638.6 kg/ha. y la separada 644.25 kg/ha. En la siembra asociada el mayor rendimiento fue para F1 800.25 kg/ha., y el menor lo obtuvo F0 472.25 kg/ha. En la siembra separada, el tratamiento que obtuvo el valor más alto fue F3 con 840.5 kg/ha. y el más bajo lo manifestó el testigo con 555.5 kg/ha.

Segundo corte. Los valores en los métodos de siembra fueron de 519 kg/ha. para la asociada y 597.1 kg/ha. para la separada. En la fertilización, para la siembra asociada, el valor mayor lo obtuvo F3 con 590.5 kg/ha. y el menor - F1 397.5 kg/ha. En la separada el valor más alto fue para F3 668.5 kg/ha. y con más bajo F0 492.75 kg/ha.

Tercer corte. Para métodos de siembra no hubo efecto significativo, sin embargo se observa que la siembra separada con 404.8 kg/ha. superó a la siembra asociada 330.5 kg/ha. En la fertilización se manifestó efecto significativo ---- ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey estratificó en la siembra -- asociada a los tratamientos en tres grupos, el primero, -- con los valores más bajos F0 238 kg/ha. y 296.25 kg/ha. para F4; el segundo con valores intermedios F1 303.25 kg/ha. y F3 con 384.75 kg/ha. y por último el tercer grupo con el valor más alto F2 428 kg/ha. Es importante observar que F1 es también estadísticamente equivalente al segundo grupo, así como también F3 lo es para el tercer grupo, En la

siembra separada se observaron dos grupos equivalentes estadísticamente, el primero con el valor más bajo F0 349 kg/ha. y el segundo con el valor más alto F3 460 kg/ha. Cabe mencionar que los tratamientos F1, F2 y F4 con rendimientos de 378.7 kg/ha., 392.5 y 443.75 kg/ha. respectivamente, son también equivalentes a ambos grupos.

Cuarto corte. En los métodos de siembra no se mostró efecto significativo, sin embargo, la siembra separada obtuvo un rendimiento más alto 342.85 kg/ha. con respecto a la asociada que fue de 257.8 kg/ha. Para fertilización se mostró efecto significativo ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey para la siembra asociada señaló una estratificación de tres grupos. F1 con 183 kg/ha. en el primer grupo con el valor más bajo; en el segundo grupo con valores intermedios F2 - 253.75 kg/ha., F4 254.25 kg/ha. y F0 278 kg/ha con el rendimiento mayor. El tratamiento F0 también está considerado como estadísticamente equivalente para el tercer grupo. En la siembra separada no se mostró estratificación, resultó un sólo grupo, donde se observa que el tratamiento F0 con 315.5 kg/ha. para el valor más bajo y F3 con 366 kg/ha. para el valor más alto.

Quinto corte. Para métodos de siembra hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) y fue la siembra separada quien alcanzó el valor mayor, 402.35 kg/ha. con respecto a la siembra asociada que obtuvo 223.9 kg/ha. Para la fertilización también hubo efecto significativo ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey estratificó en la siembra asociada a los tratamientos en dos grupos, el primero con F0 134.5 kg/ha. para el valor más bajo con respecto al segundo grupo que obtuvo valores más altos 215.5 kg/ha., 240 kg/ha. 255.75 kg/ha. y 273.75 kg/ha para los tratamientos F1, F2, F3 y F4 respectivamente, todos ellos equivalentes estadísticamente. Para la siembra separada, hubo una estratificación de tres -

grupos; F0 y F2 en el primer grupo con valores menores, - 309.25 kg/ha y 355.75 kg/ha. respectivamente, con valores intermedios en el segundo grupo F1 420.25 kg/ha y F3 con 426 kg/ha y el último con el valor mayor F4 550.5 kg/ha. en el tercer grupo. Cabe mencionar que F2 es también equivalente estadísticamente al segundo grupo.

Sexto corte. En los métodos de siembra se manifestó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), donde la siembra separada obtuvo el mayor rendimiento 424.75 kg/ha. con respecto a - la asociada con 253.6 kg/ha. Para los tratamientos de fertilización también se mostró efecto significativo ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey los estratificó en la siembra asociada en dos grupos, el primero con el valor menor F0 135.5 kg/ha. y el segundo con valores mayores F1, F4, F3 y F2 con rendimientos de 246 kg/ha, 279 kg/ha, 282.5 kg/ha. y 327 kg/ha. respectivamente, todos ellos equivalentes estadísticamente. En la siembra separada se observa la misma estratificación de la siembra asociada, donde F0 mostró el valor más bajo para el primer grupo con 324.75 kg/ha. y en - el segundo grupo con valores más altos F3 412.75 kg/ha. F1 413.5 kg/ha, F4 469.5 kg/ha y F2 con 503.25 kg/ha, todos - equivalentes estadísticamente.

CUADRO 5. RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA EN KG/HA POR CORTES Y TOTAL DE LA ASOCIACION Sorghum alnum / Macroptilium stropurpureum.

Promedio de cuatro repeticiones

Método de Siembra	C		O		R		T		E		S		TOTAL
	Fert.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Asociada	F0	472.25	F0 502.75	F0 238.00a	F1 183.00a	F0 134.50a	F0 135.50a	F0 1761.0					
	F1	800.25	F1 397.50	F4 296.25a	F2 253.75 b	F1 215.50 b	F1 246.00 b	F1 2145.5					
	F2	683.75	F2 573.50	F1 303.25ab	F4 254.25 b	F2 240.00 b	F4 279.00 b	F4 2196.7					
	F3	674.00	F3 590.50	F3 384.75 bc	F0 278.00 bc	F3 255.75 b	F3 282.50 b	F2 2506.0					
	F4	562.75	F4 530.75	F2 428.00 c	F3 320.00 c	F4 273.75 b	F2 327.00 b	F3 2507.5					
$\bar{X}$		638.6	519	330.05	257.8	223.9A	253.6A	2222.95					
Separada	F0	555.50	F0 492.75	F0 349.00a	F0 315.50a	F0 309.25a	F0 324.75a	F0 2346.75					
	F1	569.50	F1 587.75	F1 378.70ab	F2 330.25a	F2 355.75ab	F3 412.75 b	F1 2707.95					
	F2	587.50	F2 573.00	F2 392.50ab	F1 338.25a	F1 420.25 b	F1 413.50 b	F2 2742.25					
	F3	840.50	F3 668.50	F4 443.75ab	F4 364.25a	F3 426.00 b	F4 469.50 b	F3 3173.75					
	F4	668.25	F4 663.50	F3 460.00 b	F3 366.00a	F4 550.50 c	F2 503.25 b	F4 3212.50					
$\bar{X}$		644.25	597.1	404.8	342.85	402.35B	424.75B	2816.10					

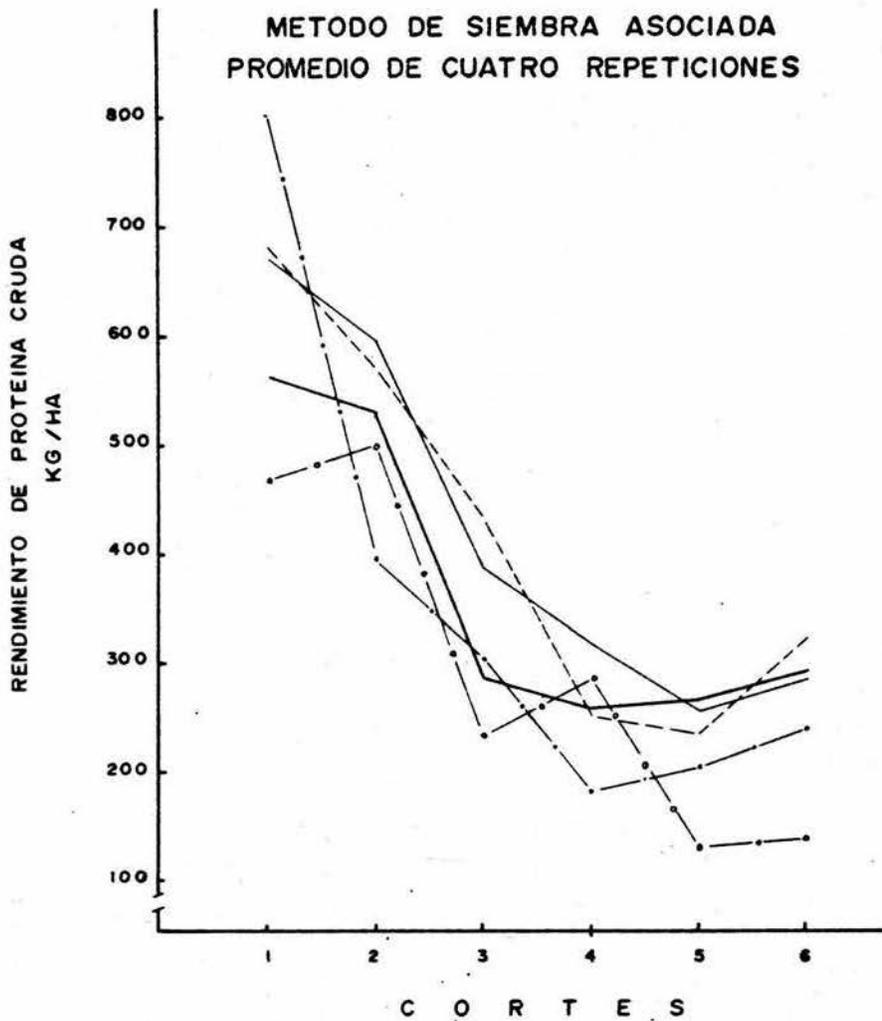


FIGURA 12 RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA KG/HA POR CORTES DE LA ASOCIACION Sorghum alnum / Macroptilium atropurpureum

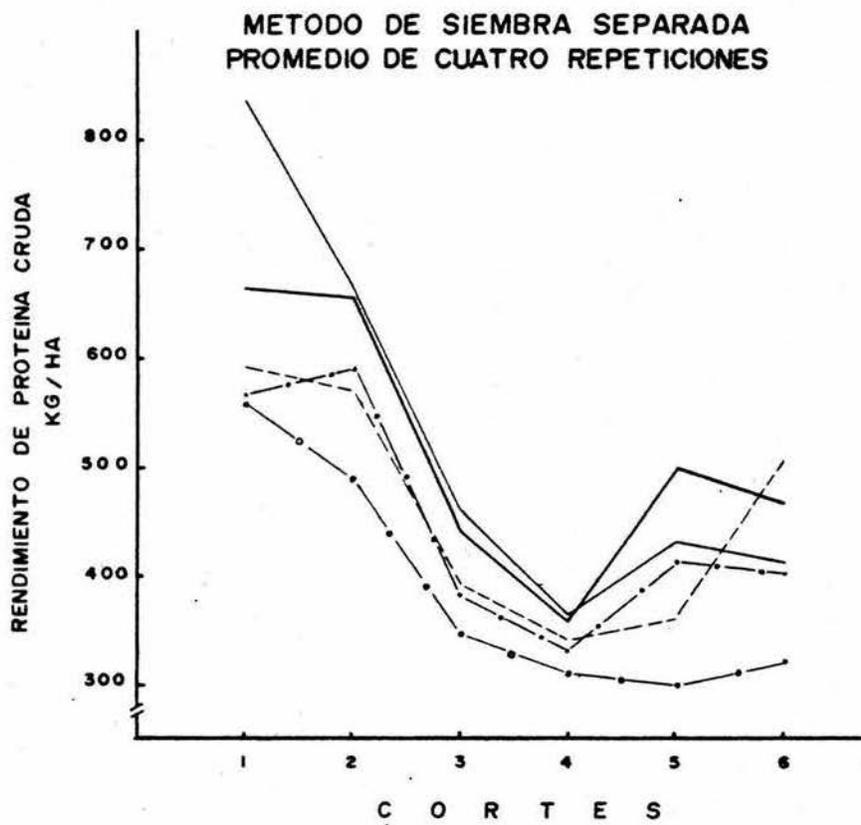


FIGURA 13 RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA KG/HA POR CORTES DE LA ASOCIACION: Sorghum alatum / Macroptilium atropurpureum

5. Rendimiento de proteína cruda en kg/ha de Sorghum alnum - en la asociación con Macroptilium atropurpureum.

Para este parámetro, los resultados del análisis de varianza para métodos de siembra y fertilización se muestran en el Cuadro 6. Los cortes que mostraron efecto significativo fueron 3, 5 y 6.

Corte 1.- Entre los métodos de siembra no se mostró una diferencia marcada, la siembra asociada obtuvo 461.3 kg/ha. y la separada 431.95 kg/ha. Para la fertilización en la siembra asociada, el tratamiento que mostró mayor rendimiento fue F1 600 kg/ha. con respecto a F0 337 kg/ha. En la separada F4 obtuvo el mayor rendimiento 504 kg/ha. y F0 para el menor 271.75 kg/ha.

Corte 2.- Para los métodos de siembra se obtuvieron rendimientos de 328.15 kg/ha. en la asociada y 364.1 kg/ha. en la separada. En la fertilización para la siembra asociada, el mayor rendimiento lo mostró F3 443 kg/ha., así como el menor fue para F0 195.25 kg/ha. Sin embargo, en la separada F0 obtuvo el mayor rendimiento, 438.75 kg/ha. y el menor F2 312.25 kg/ha.

Corte 3.- Se observa que los métodos de siembra no mostraron diferencia marcada, la siembra asociada 205.8 kg/ha. y la separada 231.6 kg/ha. La fertilización, sin embargo, mostró efecto significativo ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey dió una equivalencia estadística estratificada en tres grupos para ambas siembras. En la siembra asociada, el primer grupo F0 con el valor más bajo 160 kg/ha; el segundo con valores intermedios F1 175.5, F4 181.71 y F3 con 240.5 kg/ha; en el tercer grupo F2 con el valor mayor 271.5 kg/ha. Es importante mencionar que F1 y F4 son también equivalentes estadísticamente al primer grupo, así como F3 lo es pa

ra el tercer grupo. Para la siembra separada, F2 con el valor menor 178.25 kg/ha, con valores intermedios esta F0, F1 y F3 con rendimientos de 213.5 kg/ha, 225 kg/ha y 269.5 kg/ha, respectivamente y por último con valor superior F4 272.25 kg/ha. Se hace hincapié en F0 que es también equivalente para el primer grupo, F3 para el tercer grupo y F1 para ambos.

Corte 4.- El método de siembra que presentó mayor rendimiento fue la separada 161.95 kg/ha. En la fertilización para la siembra asociada, F4 y F3 mostraron rendimiento mayor 141.75 kg/ha y 174.25 kg/ha, sin embargo, F2 mostró el menor rendimiento 102.25 kg/ha. En la separada, también F3 y F4 mostraron los rendimientos más altos 196 kg/ha y 173.25 kg/ha respectivamente, y F0 el más bajo con 129.75 kg/ha.

Corte 5.- Para métodos de siembra se observó efecto significativo ( $P < 0.05$ ), la siembra separada obtuvo mayor rendimiento 155.75 kg/ha con respecto a la asociada que mostró 111.7 kg/ha. En la fertilización también se manifestó efecto significativo ( $P < 0.05$ ), y la prueba de Tukey dió una estratificación para la siembra asociada de dos grupos el primero con el menor rendimiento F0 61.75 kg/ha y en el segundo los rendimientos mayores 84.75 kg/ha, 132 kg/ha, 137.25 kg/ha y 142.75 kg/ha, los tratamientos F1, F2 F4 y F3, respectivamente, todos ellos estadísticamente equivalentes. Para la siembra separada también se obtuvieron dos grupos; el primero con valores menores F2 131.5 kg/ha, F3 134.75 kg/ha, F0 145 kg/ha y F1 160.25 kg/ha y el segundo con valor mayor F4 207.25 kg/ha. Se considera también F1 como equivalente para el segundo grupo.

Corte 6.- El método de siembra que mayor rendimiento mostró fue la separada 214.2 kg/ha con respecto a la asociada

que obtuvo 179.5 kg/ha. en la fertilización, sin embargo - si se mostró efecto significativo ( $P < 0.05$ ), donde la prueba de Tukey estratificó a los tratamientos en dos grupos - para ambos métodos. Para la siembra asociada, en el primer grupo esta F0 con el valor bajo, 112,25 kg/ha y el segundo lo integran, valores superiores F1 182.5 kg/ha, F4 - 194.25 kg/ha, F3 199.5 kg/ha y F2 209 kg/ha. También F1 es equivalente estadísticamente al primer grupo. En la -- siembra separada en el primer grupo esta el valor más bajo F0 153.5 kg/ha y en el segundo con rendimientos incremen-- tantes esta F2 249.25 kg/ha y F1 257.25 kg/ha. Los trata-- mientos F3 y F4 con rendimientos de 192 kg/ha y 219 kg/ha son también equivalentes estadísticamente para ambos gru-- pos.

CUADRO 6. RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA EN KG/HA POR CORTES Y TOTAL DE Sorghum almum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum.

Promedio de cuatro repeticiones

Métodos de Siembra	C	O	R	T	E	S	TOTAL
	Fert. 1	2	3	4	5	6	
Asociada	F0 337.00	F0 195.25	F0 160.00 a	F0 130.80	F0 61.75a	F0 112.25a	F0 997.0
	F1 600.00	F1 264.00	F1 175.50ab	F1 111.80	F1 84.75 b	F1 182.50ab	F1 1418.5
	F2 501.00	F2 342.50	F4 181.70ab	F2 102.25	F2 132.00 b	F4 194.25 b	F2 1453.7
	F3 496.00	F3 443.00	F3 240.50 bc	F3 174.25	F4 137.25 b	F3 199.50 b	F4 1533.6
	F4 372.60	F4 396.00	F2 271.50 c	F4 141.75	F3 142.75 b	F2 209.00 b	F3 1690.5
$\bar{x}$	461.3	328.15	205.8	132.17	111.7A	179.5	1418.62
Separada	F0 271.75	F0 428.75	F2 178.25a	F0 129.75	F2 131.50 a	F0 153.50 a	F0 1303.5
	F1 461.25	F1 371.25	F0 213.50ab	F1 146.75	F3 134.75a	F3 192.00 ab	F1 1497.5
	F2 432.25	F2 312.25	F1 225.00ab	F2 164.00	F0 145.00 a	F4 219.00 ab	F2 1519.5
	F3 490.50	F3 345.25	F3 269.50 bc	F3 196.00	F1 160.25ab	F2 249.25 b	F3 1710.75
	F4 504.00	F3 353.00	F4 272.25 c	F4 173.25	F4 209.25 b	F1 257.25 b	F4 1769.75
$\bar{x}$	431.95	364.1	231.6	161.95	155.75B	214.2	1559.55

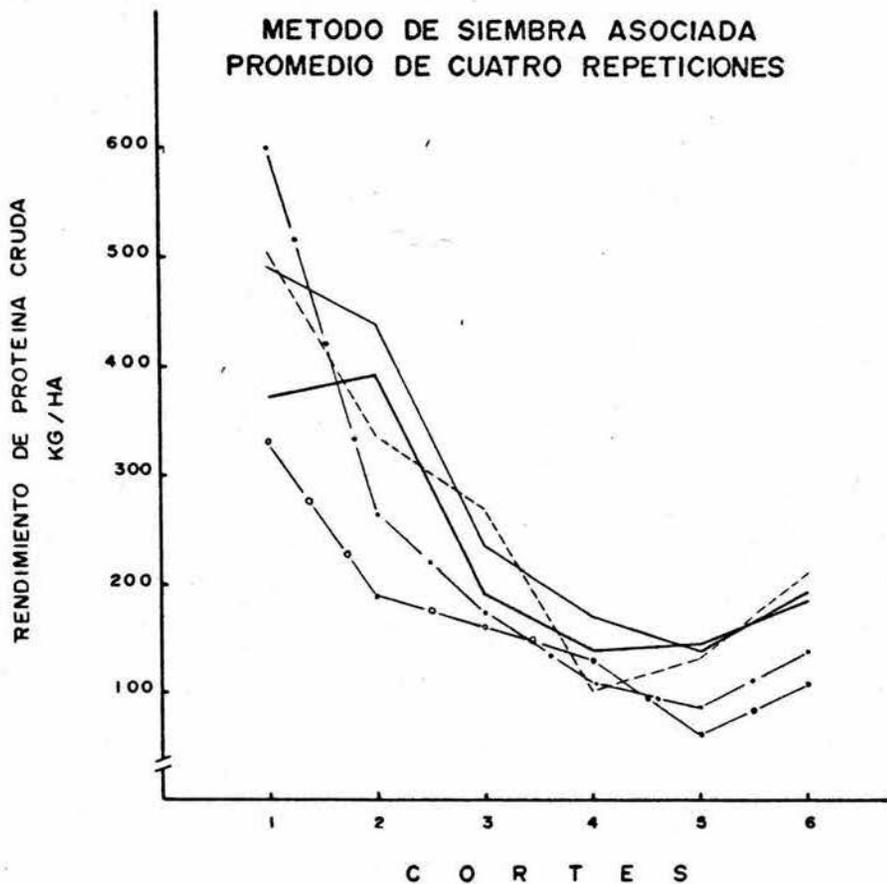


FIGURA 14 RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA EN KG/HA POR CORTES DE Sorghum alnum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum

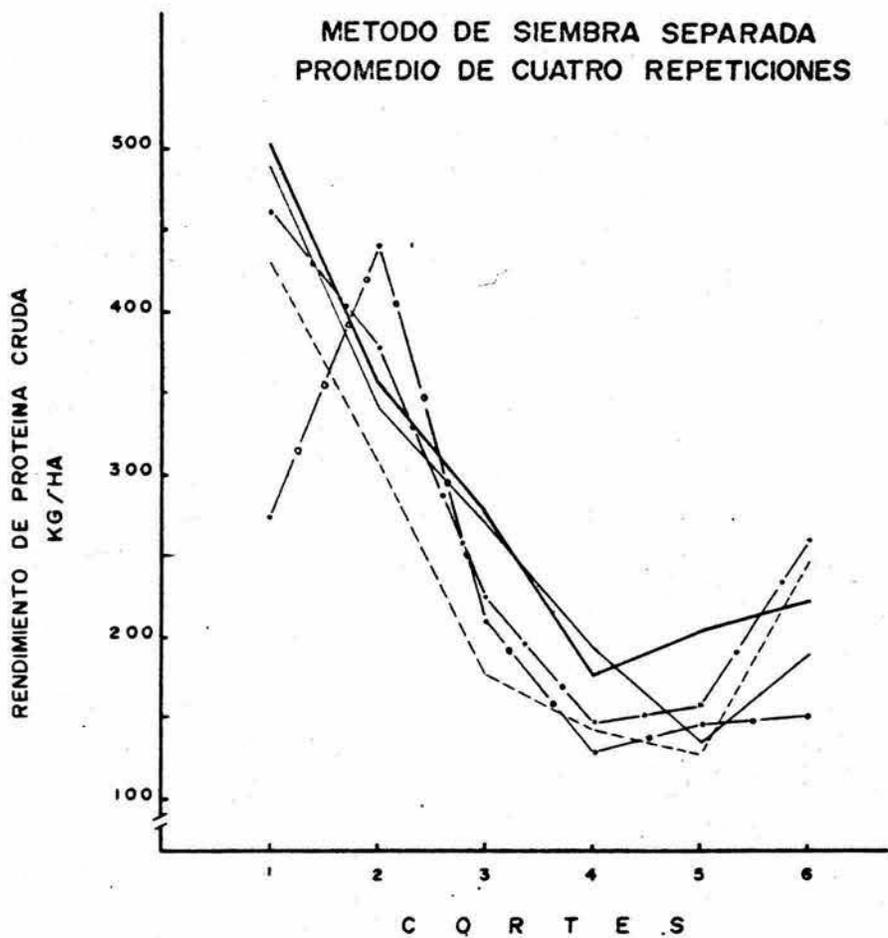


FIGURA 15 RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA EN KG/HA POR CORTES DE Sorghum alatum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum

6. Rendimiento de proteína cruda en kg/ha de Macroptilium - atropurpureum en la asociación con Sorghum almum.

En el Cuadro 7 se observan los resultados que se obtuvieron del análisis de varianza para métodos de siembra y fertilización. Los cortes que mostraron efecto significativo fueron 1, 4, 5 y 6.

Primer corte. Para los métodos de siembra se mostró efecto significativo ( $P < 0.05$ ). La siembra separada observó un rendimiento de 37.75 Kg/ha con respecto a la asociación que manifestó 1.25 Kg/ha. La fertilización también mostró efecto significativo ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey, para la siembra asociada, señaló un grupo estadísticamente equivalente, donde F0 obtuvo el rendimiento menor 0.7 Kg/ha y el mayor lo presentó F3 con 2.75 Kg/ha. Para la separada se obtuvieron tres grupos: el primero con valores inferiores F1 28.5 Kg/ha y F2 29.4 Kg/ha, en el segundo grupo con valores intermedios F4 35.75 Kg/ha y F0 40 Kg/ha y con mayor rendimiento en el tercero F3 con 55 Kg/ha. F4 es también equivalente al primer grupo, así como F0 lo es para el tercero.

Segundo corte. El método de siembra con mayor rendimiento de proteína cruda fue la separada con 52.55 Kg/ha con respecto a la asociada que fue de 7.65 Kg/ha. Para la fertilización en la siembra asociada, el tratamiento con mayor rendimiento fue para F4 13.50 Kg/ha y el menor F0 4.5 Kg/ha. En la siembra separada, F4 obtuvo el rendimiento más alto 70.75 Kg/ha con respecto a F2 que obtuvo el menor 40 Kg/ha.

Tercer corte. En los métodos de siembra se observa una marcada diferencia en los rendimientos. La separada manifestó el mayor 42.55 Kg/ha a diferencia de la asociada 10.25 Kg/ha. Los tratamientos con rendimientos menores en

la siembra asociada son F0 5.50 kg/ha y F1 6 kg/ha y con el mayor está F4 13.75 kg/ha y F2 17.75 kg/ha. En la separada, el menor lo presentó F4 11.50 kg/ha y el mayor F1 62.5 kg/ha.

Cuarto corte. Para los métodos de siembra se mostró efecto significativo ( $P < 0.05$ ). La siembra separada presentó mayor rendimiento 82.7 kg/ha y el menor fue para la asociada 9.95 kg/ha. En la fertilización, el tratamiento -- que presentó mayor rendimiento para la siembra asociada -- fue F4 15.25 kg/ha y el menor F1 6.25 kg/ha, sin embargo, para la separada el menor lo mostró F1 76.50 kg/ha y el mayor para F3 con 90.25 kg/ha.

Quinto corte. Los métodos de siembra manifestaron efecto significativo ( $P < 0.05$ ). La separada presentó mayor rendimiento 88.10 kg/ha con respecto a la asociada que fue -- 6.25 kg/ha. Para la fertilización también se observó --- efecto significativo ( $P < 0.05$ ) y la prueba de Tukey obtuvo un grupo, donde F0 mostró el rendimiento más bajo 2.25 kg/ha, sin embargo, F2 manifestó el mayor con 11.75 kg/ha. En la separada la estratificación en tres grupos; F0 en -- el primer grupo con valor menor 47 kg/ha, el segundo con valores intermedios F1 72.5 kg/ha, F4 92.00 kg/ha y F2 -- 96.50 kg/ha y por último el tercero con el valor superior F3 136.5 kg/ha. Es de notar que F1 es también equivalente estadísticamente al primer grupo.

Sexto corte. Se mostró significativo en los métodos de -- siembra ( $P < 0.05$ ), donde la siembra separada obtuvo el rendimiento mayor de proteína cruda 149.95 kg/ha y la asociada con el menor fue 19.7 kg/ha. Con lo que respecta a la fertilización, el tratamiento en la siembra asociada que mostró menor rendimiento fue F0 4.5 kg/ha y los mayores -- fueron para F1 y F2 con un rendimiento de 28 kg/ha cada uno.

CUADRO 7. RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA EN KG/HA POR CORTES Y TOTAL DE Macroptilium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON Sorghum alnum.

Promedio de cuatro repeticiones

Métodos de Siembra	C		O		R		T		E		S		TOTAL
	Fert.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Asociada	F0	0.70a	F0 4.50	F0 5.50	F0 9.50	F0 2.25a	F0 4.50	F0 26.95					
	F2	0.80a	F1 7.50	F1 6.00	F1 6.25	F3 4.00a	F1 28.00	F3 44.00					
	F1	1.00a	F2 5.75	F2 17.75	F2 11.00	F1 6.25a	F2 28.00	F1 55.00					
	F4	1.00a	F3 7.00	F3 8.25	F3 7.75	F4 8.50a	F3 14.25	F2 75.05					
	F3	2.75a	F4 13.50	F4 13.75	F4 15.25	F2 11.75a	F4 23.75	F4 75.75					
$\bar{X}$		1.25A	7.65	10.25	9.95A	6.25A	19.7A	55.05					
Separada	F1	28.50a	F0 55.25	F0 41.75	F0 81.50	F0 47.00 a	F0 111.25	F0 376.75					
	F2	29.50a	F1 41.50	F1 62.50	F1 76.50	F1 72.50ab	F1 124.25	F1 405.75					
	F4	35.75ab	F2 40.00	F2 59.00	F2 80.50	F4 92.00 b	F2 157.75	F2 463.25					
	F0	40.00 bc	F3 55.25	F3 38.00	F3 90.25	F2 96.50 b	F3 183.25	F3 468.00					
	F3	55.00 c	F4 70.75	F4 11.50	F4 84.75	F3 136.50 c	F4 173.25	F4 558.25					
$\bar{X}$		37.75B	52.55	42.55	82.7 B	88.10 B	149.95 B	453.60					

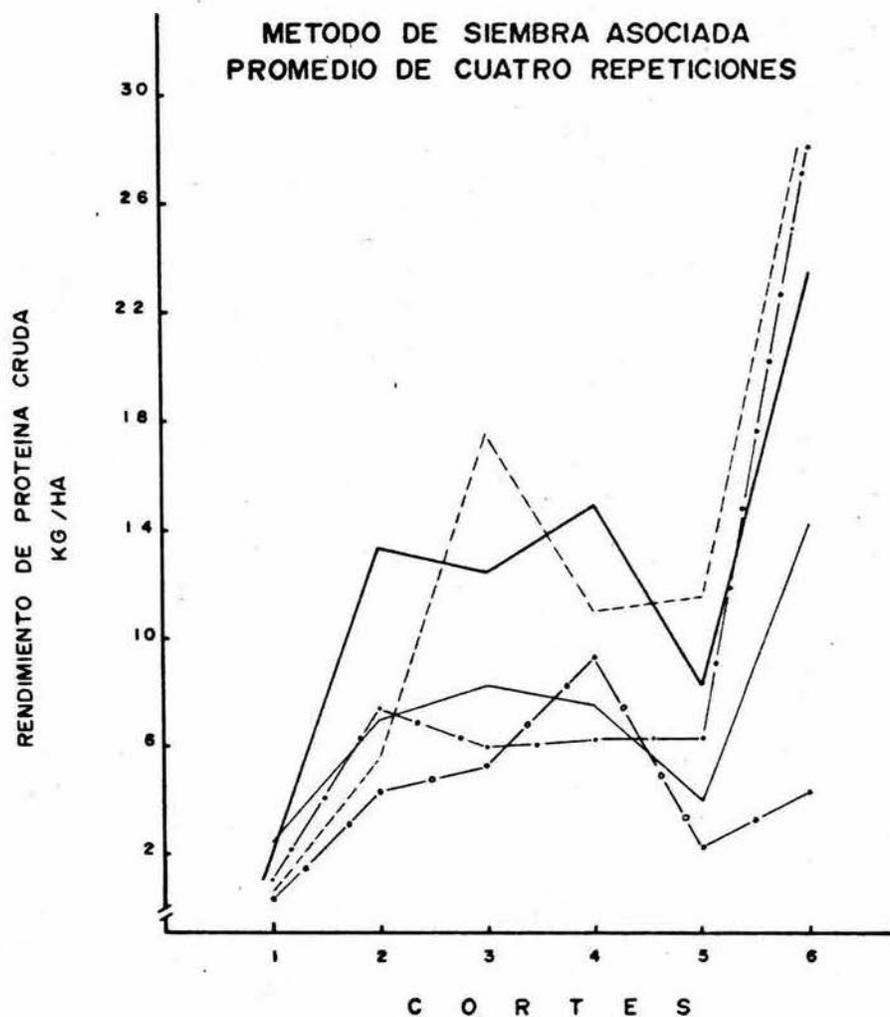


FIGURA 16 RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA EN KG/HA POR CORTES DE Macroptilium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON Sorghum almum

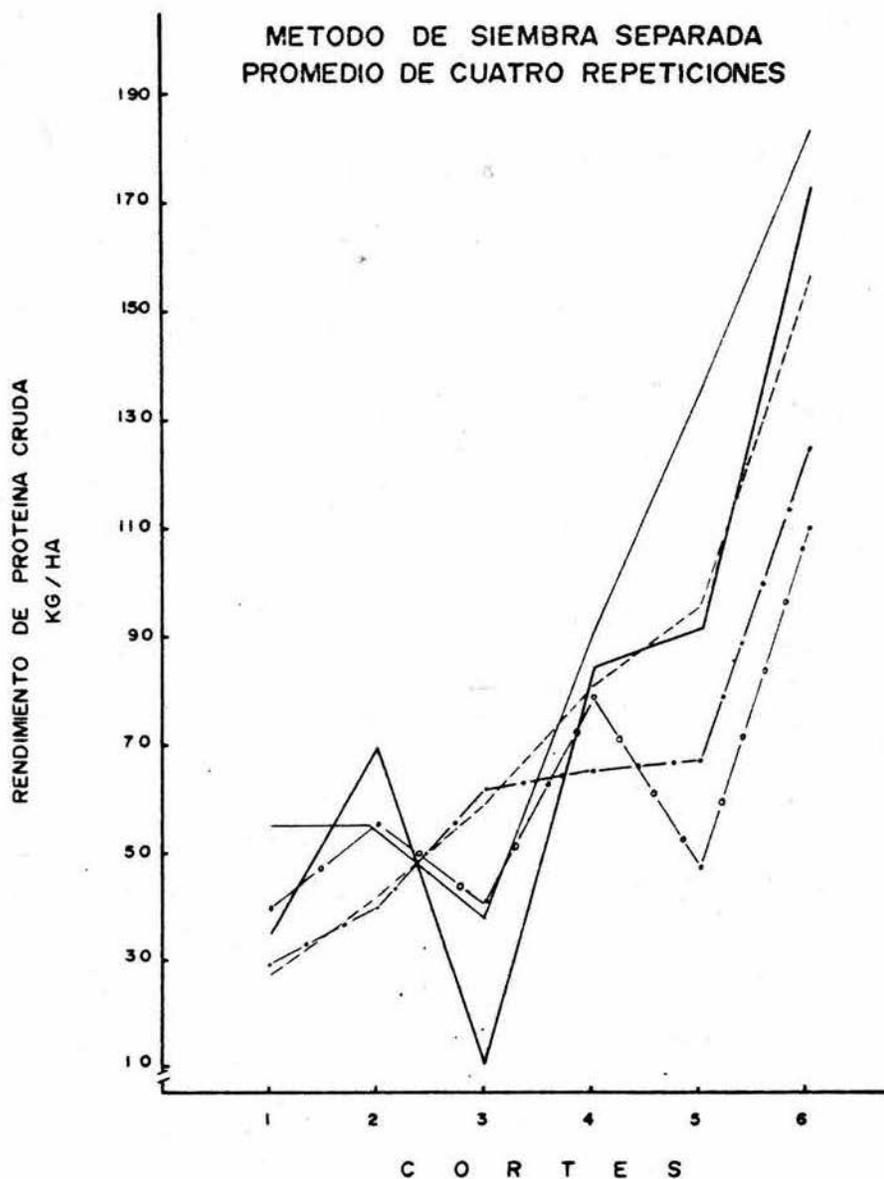


FIGURA 17 RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA EN KG/HA POR CORTES DE Macropfllium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON Sorghum alimum

## VII DISCUSION

1. Contenido de proteína cruda de la asociación S. alnum/  
M. atropurpureum.

Se puede decir que el método de siembra donde se manifestó mayor porcentaje de proteína cruda en la asociación S. alnum/M. Atropurpureum a través de seis cortes fue la separada con 12.05%, donde cinco de seis cortes obtuvieron en promedio los contenidos más altos en relación a la asociada (Figuras 18 y 19). Para dicha siembra se obtuvo menor contenido, 10.54%, ya que sólo dos de seis cortes obtuvieron contenidos altos. Para la fertilización, el porcentaje promedio más alto para la siembra asociada fue F2 11.13%, ya que en cuatro cortes presentaron los contenidos elevados. Sin embargo, el contenido más bajo lo presentó F0 9.55%, donde cuatro cortes presentaron los contenidos más bajos. En la siembra separada los tratamientos con mayor contenido promedio fueron F3 y F4 con 12.48% y 12.70% respectivamente, en cuatro de los seis cortes. En la Figura 6, se observa que los tratamientos F3 y F4 tuvieron el mismo comportamiento, y decaen en el corte tres, para recuperarse y alcanzar los más altos contenidos en el corte cinco. La baja quizá se debió a que dicho corte desarrolló su ciclo en la época invernal donde al disminuir la temperatura, horas luz y humedad relativa principalmente, disminuye la actividad fotosintética y pH, que afectan la disponibilidad de los nutrimentos (Ortíz, 1977). En la Figura 7, se observa para los cinco tratamientos una misma tendencia, alcanzando los más altos contenidos en los cortes dos y seis; dado esto quizá a las condiciones ambientales parecidas que prevalecieron en estos cortes. Tales condiciones, ya citadas, fueron favo

rables en este caso e incidieron en la disponibilidad de los nutrimentos, ocasionando un mayor crecimiento y desarrollo para las especies. También es importante considerar que los tratamientos F3 y F4 presentaron las dosis -- más altas de fósforo, lo cual, junto con el potasio tienen una influencia directa en las ganancias de nitrógeno y en la producción de leguminosas (Alexander, 1980).

El intervalo de proteína cruda que se obtuvo en esta variable fué de 12.70% a 9.55% los cuales coinciden con lo reportado por otros autores tales como: Kretschmer (1970) con la asociación Digitaria decumbens/Centrosema pubescens, 9.9%; Krestschmer (1972) con D. decumbens/Macroptilium -- atropurpureum, 9.5%, Bodgan (1977) para D. decumbens/M. atropurpureum 6.1 a 9.5% de proteína cruda y Flores (1983) reporta una fluctuación para doce asociaciones de 9.59% a 7.14%.

2. Contenido de proteína cruda de S. alnum en asociación con M. atropurpureum.

La respuesta de los métodos de siembra y de la fertilización se reflejan en un promedio a lo largo de seis cortes. Se observa que el método de siembra que mayor contenido de proteína cruda presentó, fue la siembra separada, con 7.23%, en donde los cortes 1 y 6 presentaron los contenidos más altos, esto se debió probablemente a que las condiciones ambientales que prevalecieron en esos cortes ayudaron a la disponibilidad de los nutrimentos, incrementando el porcentaje de N (Figura 9). Para la siembra asociada con menor contenido, 6.31%, reflejó los contenidos más altos para los mismos cortes. Para la fertilización en la siembra asociada el tratamiento que resultó con mayor contenido a través de los seis cortes fue F3 7.41%, en donde tres cortes presentaron altos contenidos para este tratamiento. Es importante considerar que el tratamiento F3 presenta dosis de micronutrimentos; Mo y B, y además dosis altas de fósforo, los cuales son importantes en la fijación del N (Ortíz, 1977). El tratamiento que mostró el contenido más bajo fue F0 5.52%, en donde sólo un corte presentó altos contenidos. En la separada el valor más bajo lo presentó F0 6.06%, y los tratamientos F3, F2, F4 y F1 presentaron valores de 7.21%, 7.32%, 7.77% y 7.79%, respectivamente.

Es importante considerar que sólo el quinto corte manifestó efecto de fertilización, es decir, que en los cortes restantes no hubo dicho efecto, por lo tanto no se puede hablar de un tratamiento mejor. Sin embargo, para el corte con efecto significativo, los tratamientos F2, F3 y F4 que presentaron dosis altas de fósforo obtuvieron contenidos elevados de proteína cruda, esto debido a que los aumentos en la fertilización con fósforo, dan como resultado

incrementos en las concentraciones de N, P, Ca y Mg en forraje de Sorgo (Reneau, 1983).

En trabajos realizados por otros autores, Yates, et al. (1964) reportaron que el contenido proteína cruda para -- Sorghum alnum era de 12% a 14%; en las hojas ocasionalmente puede alcanzar hasta 20% y con la aplicación de 500 kg. de N/ha dicho contenido se incrementó de 15.2 a 21.5% en primavera y de 7.6 a 11% en el verano; los tallos tuvieron de 2 a 3% de proteína cruda. Minson y Milford (1966) encontraron contenidos de 9.2 a 10.6%. Madeiros (1972) junto con Freitas y Saibro (1976) encontraron valores relativamente altos de proteína cruda de 7.5 a 11.5% en mijo y sorgo para 0 y 300 kg de N/ha, respectivamente y Flores - (1985) determinó dicho contenido en S. alnum, siendo de - 8.23%.

Se considera que los porcentajes obtenidos en este trabajo resultaron inferiores en relación a lo observado en -- otros trabajos, debido fundamentalmente a que no hubo dosis incrementantes de nitrógeno.

3. Contenido de proteína cruda de M. atropurpureum en la asociación con S. alnum.

De lo observado durante los seis cortes, la siembra asociada obtuvo 16.57% que es numéricamente parecido a lo que manifestó la separada 16.68%; esto se debió a que durante dichos cortes se presentaron contenidos altos en relación al sorgo, manifestándose los más altos en los cortes dos y cinco en ambos métodos. Con respecto a la fertilización se observa en la siembra asociada que los tratamientos F0 15.07% y F1 15.73% obtuvieron los contenidos más bajos con respecto a F3 17.43% y F4 17.70% que mostraron los más altos. En la siembra separada se manifiesta un comportamiento parecido a la asociada. F1 y F0 con valores bajos de 15.83% y 15.93% y F4 y F3 con los valores más altos 17.13% y 17.46%, respectivamente. Sin embargo, es importante señalar que los porcentajes resultantes fueron estadísticamente significativos sólo en dos cortes, para fertilización y métodos de siembra, sin haber efecto de tratamientos en los cortes restantes; por lo tanto no se puede hablar de cual tratamiento es mejor, aunque se observen numéricamente valores bajos y altos de contenido.

En la Figura 10, correspondiente a la siembra asociada se observa claramente la tendencia de los tratamientos, mostrando dos picos en los cortes dos y cinco, donde la disponibilidad y aprovechamiento de los nutrimentos quizá se vió favorecida por las condiciones prevalecientes en dichos cortes. Esta misma tendencia se observa para la siembra separada (Figura 11). Es importante considerar que los tratamientos F3 y F4 con altas dosis de fósforo manifestaron porcentajes elevados de proteína cruda, debido en gran parte a la presencia de la nitrogenasa; enzima que moviliza la energía química en los procesos biológicos, la cual requiere para su funcionamiento de compues-

tos fosfatados, como adenosintrifosfato (Postgate, 1981), de ahí que los valores obtenidos para dichos tratamientos resultaron superiores con respecto a los demás tratamientos.

El intervalo que se manifestó para esta variable fue --- 21.51% a 9.65% que coincide con lo reportado por otros au tores tales como: Minson y Milford (1966) obtuvieron --- 14.4 a 15.6% de proteína cruda. Saxena et al. (1971) ana lizó forraje de Siratro en diferentes edades de crecimien to y estimó un promedio de 23% de contenido de proteína - cruda. Es importante considerar los resultados obtenidos, en relación con los observados por otros autores, ya que en ese trabajo las dosis de nitrógeno no se incrementaron, es decir, no fue una variable de estudio.

4. Rendimiento de proteína en kg/ha de la asociación S. alnum/  
M. atropurpureum.

En valores totales, se puede decir que los métodos de siembra no mostraron mucha diferencia, (Figuras 20 y 21) la siembra asociada 2222.95 kg/ha y la separada 2816.10 kg/ha, -- ambas con rendimientos más altos en los dos primeros cortes. Para la fertilización en la siembra asociada, F0 obtuvo el valor más bajo 1761 kg/ha donde presentó rendimientos bajos en cinco cortes, sin embargo, F2 y F3 mostraron los rendimientos más altos 2506 y 2507.5 kg/ha, respectivamente, donde en cuatro cortes manifestaron altos rendimientos. En la siembra separada, F0 presentó 2346.75 kg/ha como el valor más bajo en los seis cortes y los más altos -- fueron para F3 y F4 3173.75 kg/ha y 3212.5 kg/ha, donde en cinco cortes presentaron los rendimientos más altos. En las Figuras 12 y 13 se observa el comportamiento ya mencionado de los tratamientos y los rendimientos más altos en los cortes uno y dos declinan bruscamente en los cortes tres y cuatro, para recuperarse ligeramente en los cortes cinco y seis, quizá este comportamiento se debió a que, la acumulación de nutrimentos en la planta cuando es joven, - ocurre en un grado más rápido, que el aumento de peso, --- mientras que sucede lo inverso cuando la planta llega a su madurez. Esto causa una declinación en la concentración - de nutrimentos al ir aumentando la edad de la planta ---- (Millar, 1982).

Es importante mencionar que los tratamientos que manifestaron altos rendimientos de proteína cruda son aquellos que presentaron altas dosis de fósforo, lo cual también fue -- observado por Abraham y Singh (1984), que cultivaron una leguminosa en asociación con Sorgo y observaron un aumento - en la absorción de N, P y K y en su producción.

En trabajos realizados por otros autores, Kretschmer --- (1972) obtuvo con la asociación de Digitaria decumbens/ Macroptilium atropurpureum un promedio de proteína cruda de 6.1 a 9.5% y un rendimiento de la misma durante cuatro años de 1,140 kg/ha a 3,900 kg/ha. Patridge (1975) encontró que fertilizando con superfosfato en dosis de 450 kg/ha a cultivos de M. atropurpureum en asociación con un -- pasto nativo, Pennisetum polystachion, había un incremento en la producción total de 6 a 19.5 t/ha de materia seca debido principalmente al incremento de la leguminosa - (9 t/ha/año en un promedio de 14.7% de proteína cruda); - además, Siratro incrementó el promedio de proteína cruda del pasto asociado en un 25%. Jones et al (1967) (Cit. in Raymant et al 1977) que fundamentan que la asociación de pasto con Siratro raramente decae debajo del 1% de N. Flores (1983) en un estudio que realizó con 12 asociaciones, concluye que las asociaciones que dieron mayor rendimiento de proteína cruda fueron las mismas nueve que produjeron los rendimientos más altos de forraje seco. Los valores fluctuaron de 1,875 kg/ha a 1,389 kg/ha, para dichas asociaciones.

En relación a lo obtenido por otros autores, se considera que los rendimientos observados en este trabajo son equivalentes, obteniéndose para este trabajo un intervalo de rendimiento total de 1,761 kg/ha a 3,212.50 kg/ha.

5. Rendimiento de proteína cruda de S. alnum en la asociación con M. atropurpureum.

La respuesta de los métodos de siembra y fertilización se reflejan en un rendimiento total a lo largo de seis cortes. El método de siembra donde se manifestó mayor rendimiento de proteína cruda para Sorghum alnum fue la separada, --- 1,559.55 kg/ha con respecto a la asociada que manifestó - 1418.62 kg/ha, ambas siembras en los dos primeros cortes presentaron los rendimientos más altos. En lo que respecta a la fertilización, el rendimiento mayor lo obtuvieron para la siembra asociada, F4 1533,6 kg/ha y F3 1690.5 kg/ha, donde cuatro cortes presentaron los rendimientos más altos y F0 obtuvo el rendimiento menor 997 kg/ha, ya que en los seis cortes manifestaron los rendimientos más bajos. En la siembra separada también F3 y F4 obtuvieron los rendimientos mayores de 1710.75 kg/ha y 1769.75 kg/ha, respectivamente, donde en cuatro cortes presentaron altos rendimientos y F0 obtuvo el menor rendimiento 1303.5 kg/ha, situación que se manifestó también en los tres cortes. En las figuras 14 y 15 se observa el comportamiento de los -- tratamientos a lo largo de los seis cortes, notándose una tendencia parecida entre ellos, declinando bruscamente en los cortes tres y cuatro para recuperarse en el corte seis. Esta baja quizá se debió a que en dichos cortes las especies desarrollaron su ciclo como ya se ha señalado en la época invernal.

Es importante considerar que los tratamientos F3 y F4 que presentaron las dosis más altas de fósforo, fueron también las que presentaron los rendimientos más elevados. Reneau et al. (1983) observaron un incremento en las concentraciones de N, P, Ca y Mg en Sorgo, con incrementos en la aplicación de fósforo. Fuentes (1973) observa para S. alnum, que probablemente el P no tiene gran influencia en la producción de materia seca, pero si manifiesta la interacción N-P.

El intervalo de rendimiento total que se obtuvo en esta variable fue de 1769.75 a 997 kg/ha, el cual coincide con lo reportado con otros autores tales como: Sumner et al. (1965) alcanzaron contenidos de proteína cruda en Sorgo - de 18 a 21% y rendimientos de 2200 a 2400 kg/ha. Flores (1985) para S. alnum registró el rendimiento más alto de proteína cruda 1979 kg/ha.

6. Rendimiento de proteína cruda de M. atropurpureum en la asociación con S. alnum.

En términos generales, se puede decir que el método de -- siembra donde se manifestó mayor rendimiento total de pro -- teína cruda para Macroptilium atropurpureum a través de los seis cortes fue la separada, con 453.6 kg/ha, donde los seis cortes presentaron rendimientos superiores en re -- lación a los obtenidos por la siembra asociada, que mos -- tró un rendimiento total de 55.05 kg/ha. En la fertiliza -- ción, para la siembra asociada F0 mostró el rendimiento -- total menor 26.95 kg/ha y en cinco cortes menifestó rendi -- mientos bajos con respecto a los tratamientos F2 y F4 con rendimientos totales 75.05 kg/ha y 75.75 kg/ha los cuales también en cinco cortes presentaron los más rendimientos altos. Sin embargo, para la siembra separada también F0 obtuvo el menor rendimiento total 376.75 kg/ha con respec -- to a F3 y F4 que manifestaron los rendimientos mayores -- 468 kg/ha y 558.25 kg/ha, respectivamente. En la Figura 16 referente a la siembra asociada, se observa claramente un rendimiento seis veces menor con respecto a la separada (Figura 17), esto es debido quizá, a que el factor que limitó el crecimiento de siratro fue la competencia con -- el sorgo. Es importante observar el comportamiento de -- los tratamientos para ambas siembras, ya que presentaron una baja en el primer corte, esto se debió quizá, a que la planta en su estado inicial de desarrollo no presenta -- ba su sistema radical bien desarrollado para una mejor -- obtención de nutrimentos. Cook y Lowe (1977) reportaron que las plantas de siratro más viejas tienen fuertemente desarrollado su sistema radical y por lo tanto es más --- fuerte su adaptación al ambiente, esto puede suceder en -- los cortes posteriores, donde la planta se encontraba más desarrollada, hasta alcanzar los rendimientos más altos -- para el corte seis. Por lo tanto, es conveniente señalar

que los cultivos que poseen sistemas radiculares poco profundos requieren de una mayor fertilización (Millar et al., 1982).

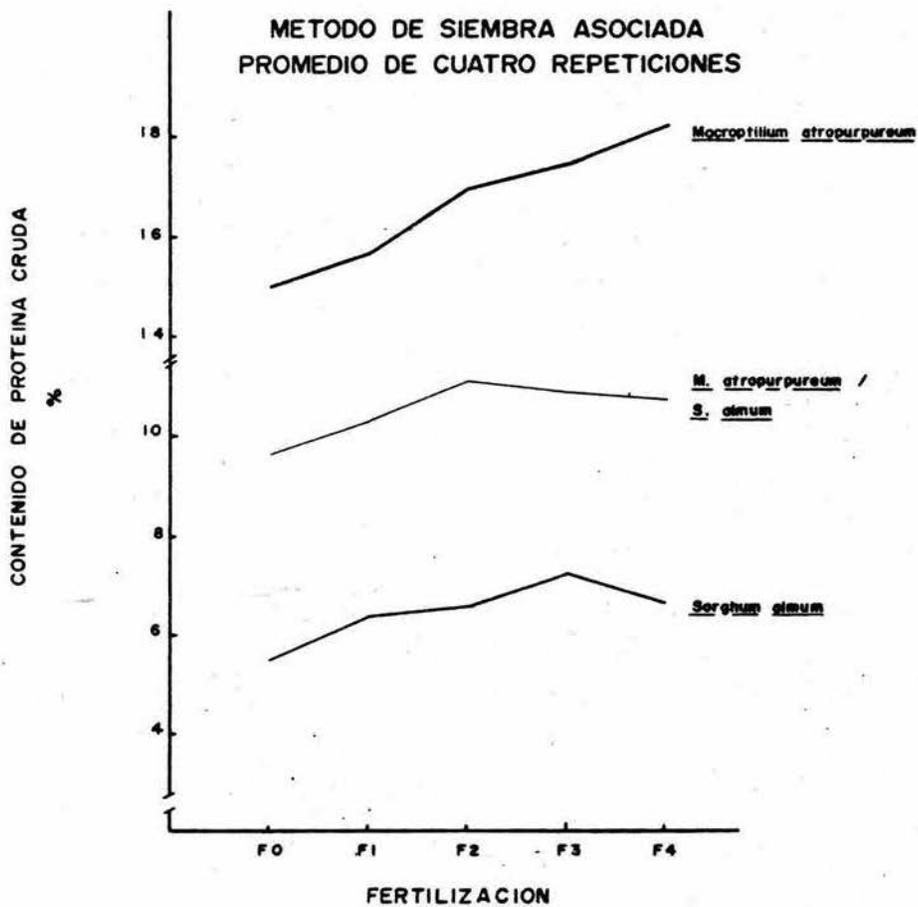


FIGURA 18 CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE, PROMEDIO DE SEIS CORTES DE LA ASOCIACION *Sorghum oimun*/*Macroptilium atropurpureum* Y POR ESPECIE

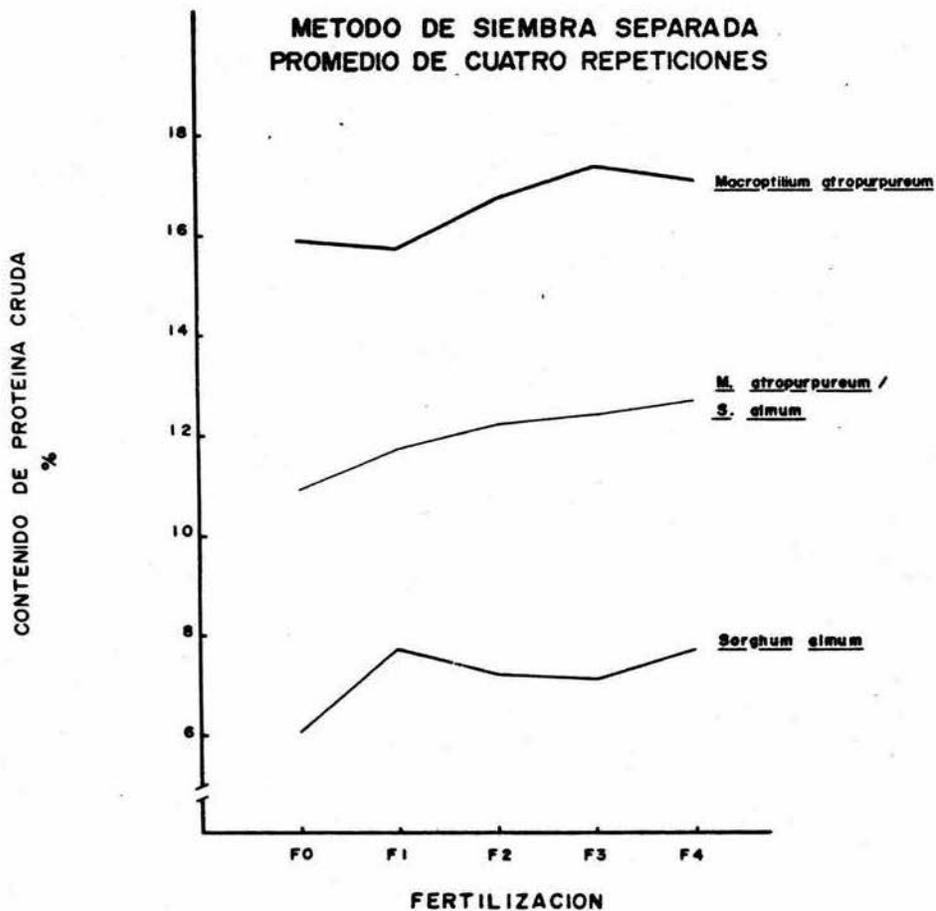
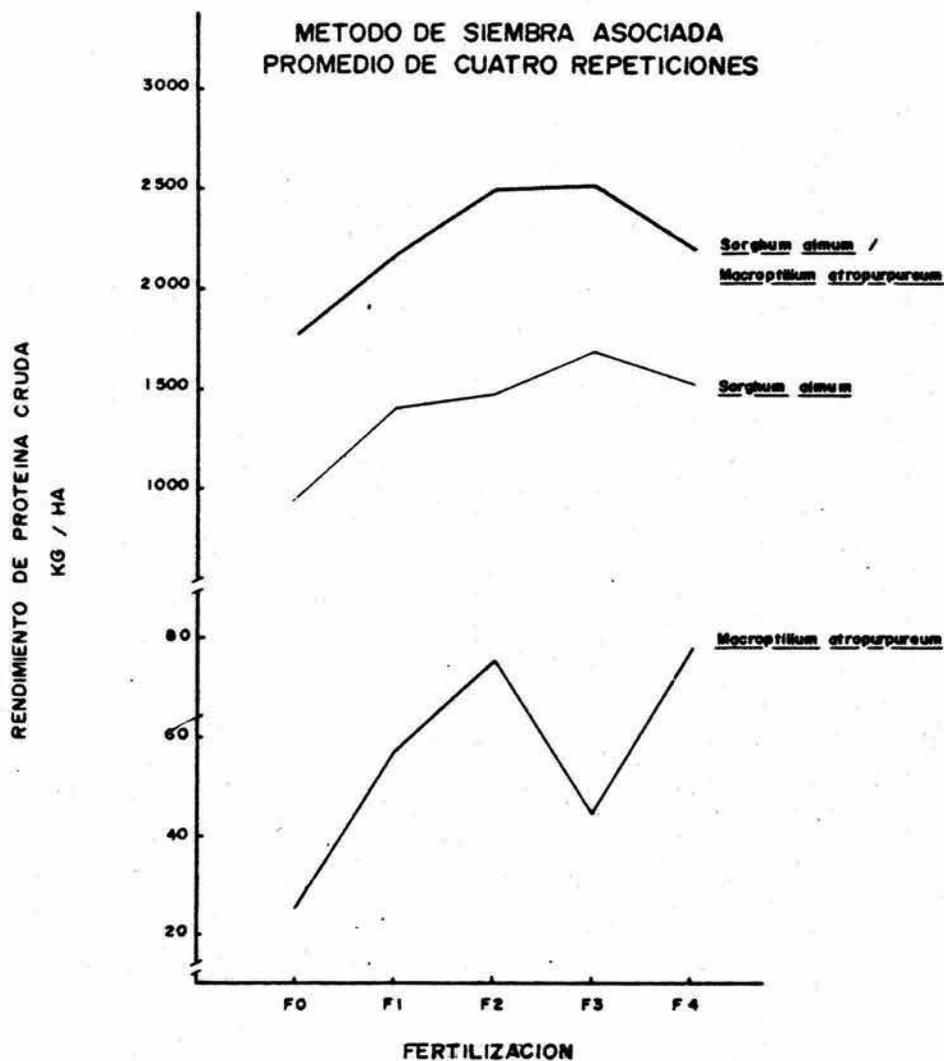
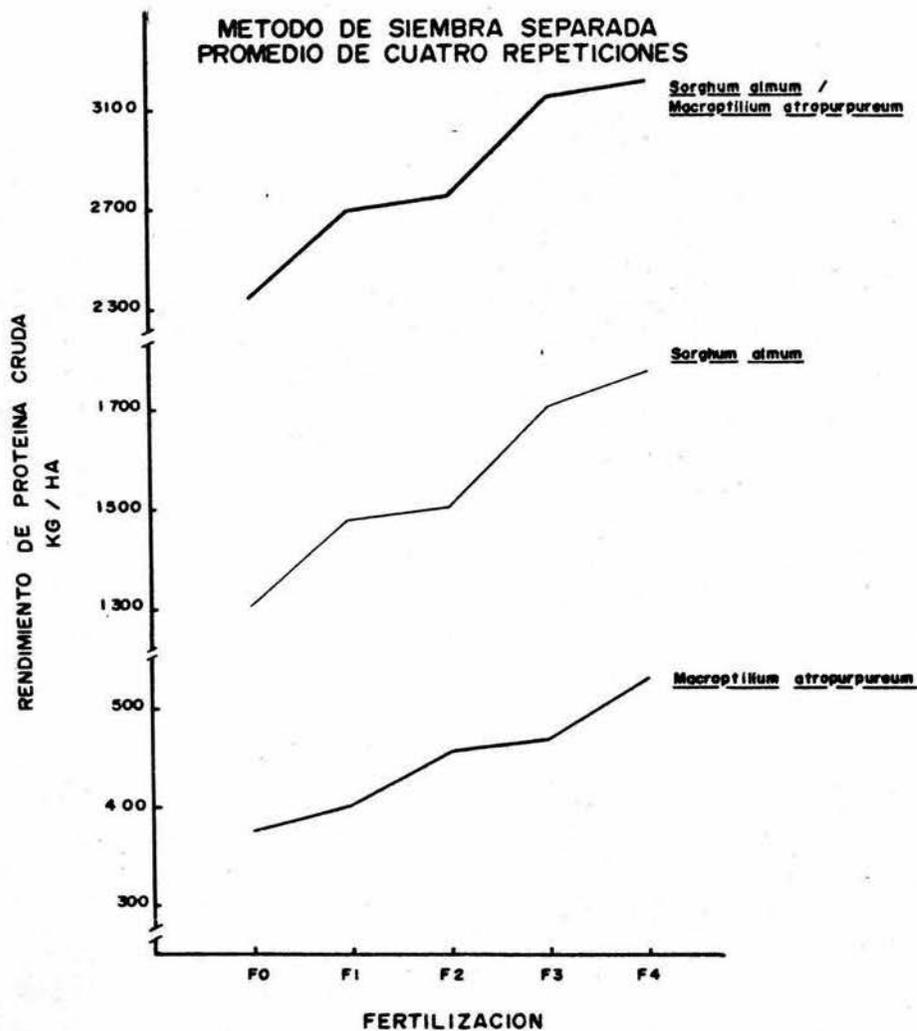


FIGURA 19 CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA EN PORCENTAJE, PROMEDIO DE SEIS CORTES DE LA ASOCIACION *Sorghum alnum* / *Macroptilium atropurpureum*. Y POR ESPECIE



**FIGURA 20 RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA TOTAL EN KG/HA DE LA ASOCIACION Sorghum almum / Macroptilium atropurpureum Y POR ESPECIE.**



**FIGURA 21 RENDIMIENTO DE PROTEINA CRUDA TOTAL EN KG/HA DE LA ASOCIACION Sorghum almum / Macroptilium atropurpureum Y POR ESPECIE**

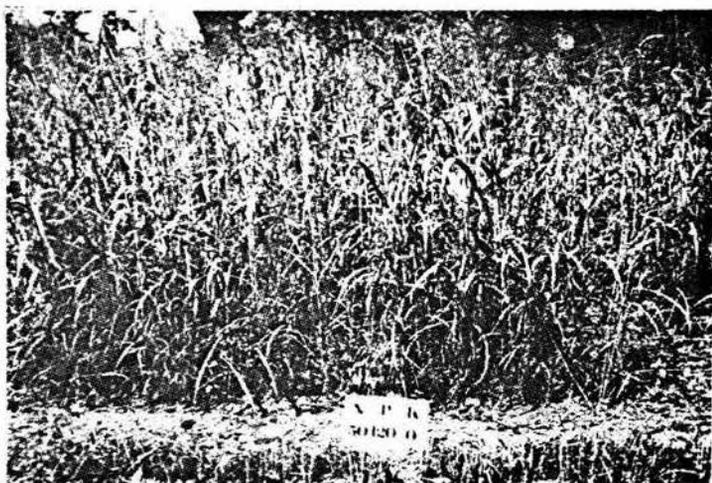


Figura 24. Unidad experimental correspondiente al tratamiento F2 en siembra asociada. Nótese el mayor vigor del sorgo que - prácticamente cubrió a Siratro.

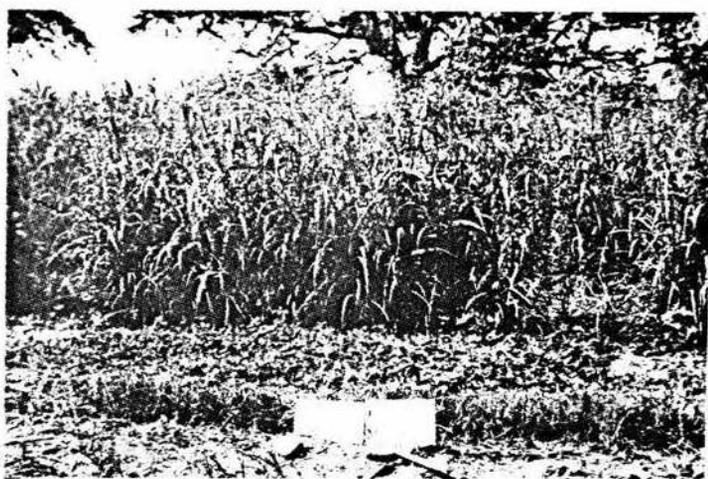


Figura 25. Otro aspecto de la siembra separada donde Siratro se desarrolló mejor. En este caso correspondió al tratamiento F2.



Figura 22. Aplicación del fertilizante después del corte. En este caso corresponde a la siembra separada y en particular a Siratro.

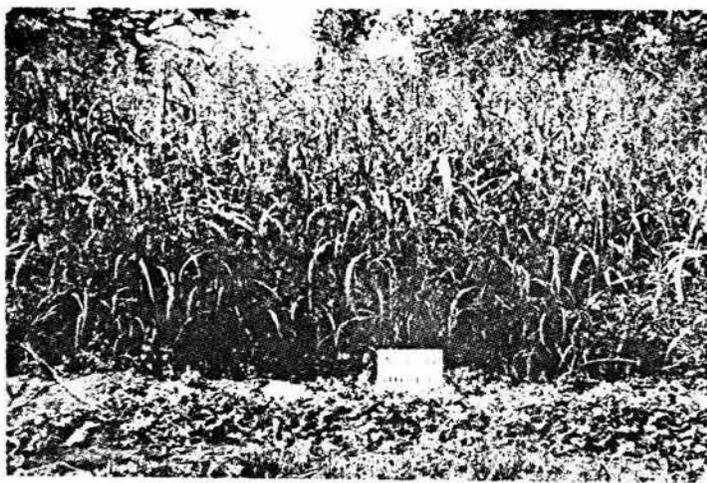


Figura 23. Aspecto que mostraron las especies estudiadas en el tratamiento F1 en siembra separada en el ciclo correspondiente al segundo corte.

## VIII CONCLUSIONES

## 1.- Contenido de proteína cruda.

- En la asociación Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum no hubo efecto de los métodos de siembra ni de los niveles de fertilización; no obstante, los contenidos más altos fueron obtenidos por la siembra separada y las dosis altas de fertilización.

- Sorghum alnum y Macroptilium atropurpureum en forma individual dentro de la asociación tampoco respondieron estadísticamente a los métodos de siembra y niveles de fertilización probados. De la misma manera que en la asociación, -- los contenidos más altos fueron para la siembra separada y las dosis altas de fertilizante.

## 2.- Rendimiento de proteína cruda.

- En la asociación estudiada no hubo efecto de los métodos de siembra, sin embargo, para la fertilización si se mostró dicho efecto. Los rendimientos altos se obtuvieron en la siembra separada y en las dosis más altas de fertilización.

- En forma individual S. alnum dentro de la asociación, tam poco respondió estadísticamente a los métodos de siembra, - pero sí mostró efecto en los niveles de fertilización estudiados, donde los rendimientos más altos se obtuvieron con las dosis más altas de fertilizante y en la siembra separada.

- Para M. atropurpureum sí hubo efecto significativo para métodos de siembra pero no se manifestó para los niveles de fertilización. En esta especie también se obtuvieron rendi

mientos elevados en la siembra separada, así como en las dosis más altas de fertilizantes.

- Es importante considerar que los valores de rendimiento para la asociación y para cada especie en forma individual fueron debidos al incremento de la materia seca y no al -- contenido de proteína cruda.

### 5.- Consideraciones finales.

Los resultados aquí obtenidos representaron la evidencia experimental de sólo un año de observación. La respuesta de la leguminosa en la asociación no fue satisfactoria, ya que M. atropurpureum fue la especie que más tardó en establecerse y mostró poco efecto competitivo; por lo que se considera conveniente, para trabajos posteriores, probar otras especies de leguminosas que presentan una aclimatación más rápida y una mayor agresividad.

## IX LITERATURA CITADA

- Abraham, C. T. y Singh, S. P., 1984, Weed management in sorghum-legume intercropping systems, *J. Agric. Sci., Camb.* 103: 103-115.
- Alexander, M., 1980, Introducción a la microbiología del suelo, 2° Ed., Ed. A. G. T., Méx., 241-350.
- Andrew, C. S. y Robins, F. M., 1969, The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. *Aust. J. Agric. Res.*, Vol. 20: 665-674.
- Baver, L. D., 1956, *Soil Physic.* John Wiley and Sons. New York. 489 p.
- Black, C. A. (Ed.), 1965, *Methods of Soil analysis.* Tomo I. American Society of Agronomy. Madison, E. U. A., 25-30.
- Bouyoucos, G. J., 1863, Directions for making mechanical analysis of soil by hidrometer method. *Soil Sci.* Vol. 42: 25-30.
- Bogdan, A. V., 1977, *Tropical pasture and fodder plants.* Tropical Agriculture Serie. Longman, London and New York, 1° Ed., 475 p.
- Bray, H. H. y Kurtz, T. L., 1945, The determination of total organic and available forms of phosphorus in soils, *Soil Sci.* 59: 439-445.
- Bremner, J. M., 1965, Total nitrogen In: C. A. Black (ed) *Methodos of Soil analysis.* Am. Soc. Agron. Mon. 9: 1149-78.

- Cook, J. y Lowe, F., 1977, Establishment of Siratro pasture. Tropical Grassland Vol. 11: 41-48.
- Cóser, C. A. y Maraschin, E. G., 1981, Prodcao e qualidade da forragem de milheto comum e Sorgo cv. Sordan NK sob pastejo. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia 16 (3): 397-403.
- Flores, R. D., 1981, Productividad de praderas artificiales con diferentes dosis de fertilización y abonamiento en umbrantes molico verticos. Tesis de Doctor en Ciencias Fac. de Cienc. U.N.A.M. 252 p.
- Flores, R. D., 1983, Evaluación de asociaciones gramínea-leguminosa en el municipio de Puente de Ixtla, Morelos. Instituto de Geología, U.N.A.M. Revista (enviado para publicación).
- Flores, R. D., 1985, Efecto de la fertilización en el rendimiento de forraje seco, contenido y rendimiento de proteína cruda y distribución de nitrógeno total en tres especies de sorgo forrajero, en suelos del ejido de Tepetzingo, -- Morelos. Instituto de Geología. Revista (enviado para publicación).
- Freitas, E. A. y Saibro, J. C., 1976, Digestibilidade in vitro e proteína de cultivares de sorgo e miheto forrageiros para pastejo. Anv. Tec. Inst. Pesp. Zootéc., Porto Alegre, 3: 317-30.
- Fuentes, F. R., 1973, Respuesta de Sorgo Almun (Sorghum almun) a la fertilización de NPK mediante estudios de fertilización en microparcelas de campo. Tec. Pec. en Méx. pp 45-46.
- Jackson, M. L. 1970, Análisis químico de los suelos. Ed. OMEGA, Barcelona España, 662 p.

- Jones, J. R., 1974, Efecto on an associate grass, cutting interval, and cutting height on yied and botanical composition of Siratro pastures in sub-tropical environment Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb., 14: 343-348.
- Johansen, C., 1976, Concentration of nutrient elements in parts of Siratro as affected by phosphorus and plant age. Commun In Soil Sci. and Plant Analysis, 7 (6): 527-545.
- Johansen, C., Kerridge, C. P., Luck, E. P., Cook, G. B., Lowe, K. F. y Ostrowski, H., 1977, The residual effect of molibdenum fertilizer on growth of tropical pasture legumes in subtropical environment. Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb. Vol. 17: 681-968.
- Johansen, C., Merkley, E. K. y Dolby, G. R., 1980, Critical phosphorus concentration in parts of Macroptilium atropurpureum cv. Siratro end Desmodium intortum cv. Greenleaf as affected by Plant age. Aust. J. Agric. Res., 31: 693-702.
- Kretschmer, A. E., 1870, Production of annual perennial tropical legumes in mixtures with pangola grass and other grasses in Florida. Proc. 11 th Int. Grassland Congr., Surfers Paradise, 149-53.
- Kretschmer, A. E., 1972, Siratro (Phaseolus atropurpureus D.C.) a summer growing perennial pasture legume for Central and South Florida, Circ, Fla. Agric. Exp. Sta., No. 5, 124.
- Medeiros, R. B., 1972, Efeito do nitrogenio e da populacao de plantas sobre o rendimento de materia seca, teor e producao de Proteína bruta de sorgo e milho forrageiros, Porto Alegre, UFRGS-Fac. Agron, Tese Mestrado-Agron. Fitotecnia. 91 p.

- Millar, C. E., Turk, L. M. y Foth, H. D., 1982, Fundamentos de la Ciencia del suelo. Ed. C. E. C. S. A., México, 527 p.
- Minson, J. D. y Milford, R., 1966, The energy value and nutritive value indices of Digitaria decumbens, Sorghum alnum and Phaseolus atropurpureus Aust. J. Agric. Res., 17: 411-423.
- Monzote, M., Fuentes, F. y García, M., 1982, Sowing methods and cutting frequency for the Siratro native pasture associations under non-irrigation conditions. J. of Agric. S. C. (Cuba), Vol. 16 (2): 219-228.
- Monzote, M. y García, M., 1983, Asociaciones de leguminosas tropicales con pangola (Digitaria decumbens) II. Evaluación bajo pastoreo simulado y rehabilitación. Rev. Cubana Cienc. Agric. 17: 91.
- Munsell, Soil Chart, 1965, Edition Munsell color Co. Baltimore Maryland E. U. A.
- Neto, G. y Leal, B., 1979, Densidade de sementeira e producao de materia seca do Campin-De-Rhodes e do Siratro. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia: Vol. 14 (3): 273-278.
- Olalde, Q. J., 1983, Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre la composición química de la materia seca de dos pastos nativos (Paspalum spp y Axonopus spp). Tesis profesional (M.V.Z.). Fac. de Med. Vet. y Zoot. 120p.
- Ortiz, V. B., 1977, Fertilidad del suelo. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 210 p.
- Paredes, F. O., 1968, Estudio comparativo de la producción de las vacas lecheras con tres diferentes clases de praderas

artificiales de corte. Tesis profesional (M.V.Z.).  
U.N.A.M. Fac. de Med. Vet. y Zootec. 156 p.

- Patridge, J. I., 1975, The improvement of mission grass (Pennisetum polystachon) in Fiji by topdressing superphosphate and over-sowing a legume (Macroptilium atropurpureum). Tropical Grassland Vol. 9: 45-51.
- Patridge, J. I., 1980, The effect of grazing and superphosphate on a naturalised Legume, Desmodium heterophyllum on Hill Land in Fiji. Tropical Grassland Vol. 14 (2): 63-68.
- Postgate, J., 1981, Fijación del Nitrógeno. Cuadernos de Biología. O.M.E.G.A. 68 p.
- Rayment, G. E., Broce, C. R. y Robbins, B. G., 1977, Response of established Siratro (Macroptilium atropurpureum cv. Siratro) pastures in South east Queensland to phosphorus fertilizer; Tropical Grassland Vol. 11 (1): 67-77.
- Reneau, R. B., Jones, G. D. y Friedericks, J. B. 1983, Effect of P and K on yield and chemical composition of forage Sorghum. Agronom. J. Vol. 75: 5-8.
- Richards, C. A. (ed), 1974, Diagnosis and improvement of saline and alkali soil U.S. Dept. Agr. Handbook, 60: 172 p.
- S. A. G., 1968, Adelantos de la ciencia agrícola en México, Informes de labores del Inst. Nal. de Invest. Agrics., Trienio 1963-1965, p 161-204.
- Saxena, J. S. 1971, Studies on exotic legume fodder, siratro (Phaseolus atropurpureum) cultivation and nutritive value for sheep, Indian Vet. J., 48 (8): 849-53.

- Schollenber, C. J. y Simon, R. H., 1945, Determination of exchange capacity and exchangeable bases in Soil by Amonium Acetate Method. Soil. Sci. 59: 13-25.
- Sherrell, G. C., 1984, Effect of Molydenum concentration in the seed on the response of pasture legumes to molybdenum. New Zealand J. of Agric. Res., Vol. 24: 417-423.
- S.P.P., 1981, Síntesis geográfica de Morelos, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, México, D. D., 592 p.
- Summer, D. C., Martin, W. E. y Etchegaray, H. S., 1965, Dry matter and protein yields and nitrate content of Piper Sudangrass, Sorghum sudanense (Piper) Stapf. in response to nitrogen fertilization. Agron. J. 57: 351-354.
- Tothill, C. J. y Jones, M. R., 1977, Stability in sown and oversown Siratro pasture. Tropical Grassland; Vol. 11: 55-65.
- Walkley, A. L. y Black, A., 1947, A rapid determination of soil organic matter. J. Agric. Sci. Vol. 25: 598-636.
- White, R. E. y Haydock, P. K., 1970, Phosphate concentration in Siratro as a guide to its phosphate status in the field. Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb., Vol. 10: 426-430.
- White, R. E., 1972, The absorption and utilization of phosphate by Stylosanthes humilis, Phaseolus atropurpureus and Desmodium intortum. Plant and Soil Vol. 36: 427-447.
- Wilman, D., 1975, Growth up to 14 weeks; nitrogen, phosphorus and potasium content and yield. J. Br. Grassland Soc. Vol. 30: 243-249.

- Wilson, J. R. y Wong, C. C., 1982, Effect of Shade on Some factors influencing nutritive quality of Green Panic and Siratro pasture. Aust. J. Agric. Res., Vol. 33: 937-949.
- Wong, C. C. y Wilson, J. R., 1980, Effects of Shading on the growth and nitrogen content of Green Panic and Siratro in pure and mixed sward defoliated at two frecuencies, Aust. J. Agric. Res. 31: 269-285.
- Yamanaka, K. y Holl, B. F., 1984, Effects of N and Seeding Rate on Grass-legume Mixture on Coal Mine Spoild: Biomass Production, Soil Factors and N Fixation. Agr. J., Vol. 76: 895-900.
- Yates, J. J., Edey, L. A., Davies, J. G. y Haydock, K. P., 1964, Animal production from a Sorghum alnum pasture in south-east Queensland, Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., Vol. 4 (15): 326-35.