



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

198
2ej.

RENDIMIENTO DE FORRAJE EN VERDE Y EN SECO Y COMPOSICION BOTANICA
DE LA ASOCIACION Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum BAJO
DOS METODOS DE SIEMBRA Y CINCO NIVELES DE FERTILIZACION EN EL
EJIDO DE TEPETZINGO, MORELOS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

B I O L O G O

PRESENTA

MARIA LUISA TABCHE BARRERA

MEXICO, D.F. 1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Resumen.

I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LA LITERATURA.....	2
1. Clasificación taxonómica y características gene rales de las especies estudiadas.....	2
2. Rendimiento y valor nutritivo por uso de ferti_ lizantes.....	5
3. Asociación gramínea -leguminosa.....	11
4. Manejo.....	15
5. Concentración y efecto de algunos nutrimentos - en algunas especies forrajeras.....	20
III. CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO	28
1. Localización.....	28
2. Geología.....	28
3. Edafología.....	29
4. Clima.....	32
5. Uso del suelo.....	32
6. Uso potencial.....	34
IV. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.....	36
I. Fase de campo.....	36
I.1 Diseño experimental.....	36
1.2 Características y preparación del terreno	38
1.3 Muestreo del suelo.....	38
1.4 Siembra.....	38
1.5 Labores de cultivo.....	38
1.6 Coñecha.....	39
2. Fase de Laboratorio.....	40
2.1 Análisis de suelo.....	40
2.2 A nálisis del material vegetal.....	40
3. Fase de Gabinete.....	42
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	44

1. Rendimiento de forraje fresco en la asociación....	44
2. Rendimiento de forraje seco en la asociación.....	50
3. Rendimiento de forraje seco en sorgo.....	56
4. Rendimiento de forraje seco en siratro.....	62
5. Composición botánica de la asociación.....	69
VI. CONCLUSIONES.....	82
VII. LITERATURA CITADA.....	84

Índice de figuras..... i

Índice de cuadros y tablas..... iii

I N D I C E D E F I G U R A S

1. Mapa Geológico	30
2. Mapa Edafológico.....	31
3. Variación mensual de temperatura y precipitación de la estación - metereológica de Temilpa, Morelos.....	33
4. Mapa del suelo	35
5. Ditríbucion de las unidades experimentales en el campo.....	37
6. Rendimiento de forraje fresco en T/HA por cortes de la asociación <u>Sorghum alnum, Macroptilium atropurpureum</u> (siembra asociada).....	48
7. Rendimiento de forraje fresco en T/HA por cortes de la asociación <u>Sorghum alnum, Macroptilium atropurpureum</u> (siembra separada).....	49
8. Rendimiento de forraje seco en T/HA por cortes de la asociación - <u>Sorghum alnum, Macroptilium atropurpureum</u> (siembra asociada).....	54
9. Rendimiento de forraje seco en T/HA por cortes de la asociación - <u>Sorghum alnum, Macroptilium atropurpureum</u> (siembra separada).....	55
10. Rendimiento de forraje seco en T/HA por cortes de <u>Sorghum alnum</u> - en la asociación con <u>Macroptilium atropurpureum</u> (siembra asociada) 60	
11. Rendimiento de forraje seco en T/HA por cortes de <u>Sorghum alnum</u> - en la asociación con <u>Macroptilium atropurpureum</u> (siembra separada) 61	
12. Rendimiento de forraje seco en T/HA por cortes de <u>Macroptilium</u> - <u>atropurpureum</u> en la asociación con <u>Sorghum alnum</u> (siembra asociada) 67	
13. Rendimiento de forraje seco en T/HA por cortes de <u>Macroptilium</u> - <u>atropurpureum</u> en la asociación con <u>Sorghum alnum</u> (siembra separada) 68	
14. Porcentaje de forraje seco por cortes de <u>Sorghum alnum</u> en la asocia ción con <u>Macroptilium atropurpureum</u> (siembra asociada).....	73
15. Porcentaje de forraje seco por cortes de <u>Sorghum alnum</u> en la asocia ción con <u>Macroptilium atropurpureum</u> (siembra separada).....	74
16. Porcentaje de forraje seco por cortes de <u>Macroptilium atropurpureum</u> en la asociación con <u>Sorghum alnum</u> (siembra asociada).....	76
17. Porcentaje de forraje seco por cortes de <u>Macroptilium atropurpureum</u> en la asociación con <u>Sorghum alnum</u> (siembra separada).....	77
18. Rendimiento total en T/HA en peso fresco para la asociación <u>Sorghum-</u> <u>alnum, Macroptilium atropurpureum</u> en seco para la misma asociación - y por especie (siembra asociada).....	79
19. Rendimiento total en T/HA en peso fresco para la asociación <u>Sorghum-</u> <u>alnum, Macroptilium atropupureum</u> en seco para la misma asociación y - por especies (siembra separada).....	80

20. Aplicación del fertilizante despues del corte en este caso corres -
ponde a la siembra separada y en particular a Siratro..... 80
21. Aspecto que mostraran las especies estudiadas en el tratamiento F1-
en siembra separada en el ciclo correspondiente al segundo corte. 80
22. Unidad experimental correspondiente al tratamiento F2 en siembra -
asociada. Nótese el mayor vigor del sorgo que prácticamente cubrió-
a Siratro..... 81
23. Otro aspecto de la siembra separada donde Siratro se desarrolló -
mejor. En este caso correspondió al tratamiento F2. 81

I N D I C E D E C U A D R O S Y T A B L A S

1. Resultado del análisis físico y químico del suelo donde se estableció el experimento.....	41
1. Rendimiento de forraje fresco en T/HA por cortes y total de la asociación <u>Sorghum alnum</u> , <u>Macroptilium atropurpureum</u>	47
2. Rendimiento de forraje seco en T/HA por cortes y total de la asociación <u>Sorghum alnum</u> , <u>Macroptilium atropurpureum</u>	53
3. Rendimiento de forraje seco en T/HA por cortes y total de <u>Sorghum alnum</u> en la asociación con <u>Macroptilium atropurpureum</u>	59
4. Rendimiento de forraje seco en T/HA por cortes y total de <u>Macroptilium</u> en la asociación con <u>Sorghum alnum</u>	66
5. Composición botánica de la asociación por cortes y promedio total de <u>Sorghum alnum</u> , <u>Macroptilium atropurpureum</u>	72
6. Composición botánica de la asociación por cortes y promedio total de <u>Macroptilium atropurpureum</u> , <u>Sorghum alnum</u>	75

R E S U M E N

El presente estudio tuvo por objeto determinar el efecto de dos métodos de siembra y cinco niveles de fertilización en el rendimiento de forraje y composición botánica de la asociación Sorghum almum/Macroptilium atropurpureum. Se empleó un diseño experimental bifactorial, con arreglo en parcelas divididas y distribución de los tratamientos en bloques al azar, con cuatro repeticiones.

El experimento se realizó en condiciones de campo durante un año, con intervalos de seis cortes. Los parámetros de estudio fueron: i) rendimiento de forraje fresco de la asociación; ii) rendimiento de forraje seco de la asociación; - iii) rendimiento de forraje seco en Macroptilium atropurpureum; iv) rendimiento de forraje seco en Sorghum almum; y v) composición botánica.

Las principales conclusiones señalan: en el rendimiento de forraje fresco en la asociación no hubo efecto de los factores probados. Para el rendimiento de forraje seco en la asociación se manifestó efecto de la siembra separada y de los niveles de fertilización. En forma individual tanto en el sorgo como en la leguminosa, no se registró efecto de métodos de siembra y fertilización. En la composición botánica, el sorgo representó el porcentaje mayor en la asociación.

I. INTRODUCCION

Las gramíneas y leguminosas son la base principal para la alimentación del ganado, el que 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, la leche y sus derivados (Flores, 1981).

Los actuales trabajos de investigación enfocados al manejo de praderas en el país, se han realizado con el propósito de obtener el mayor provecho posible del recurso; es así como se aplican los elementos de los cuales carece como vía para elevar la productividad y valor nutritivo del forraje (Olalde, 1983).

Con el crecimiento de la población y la demanda de 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 en 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).

La inquietud por abundar en el análisis de las Praderas Mixtas, llevó a establecer el objetivo del presente trabajo, el de determinar el efecto de dos métodos de siembra y cinco niveles de fertilización en el rendimiento de forraje seco, fresco y composición botánica de la asociación Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum.

II. REVISION DE LITERATURA

1. Clasificación taxonómica y características generales de las especies estudiadas.

Sorghum alnum

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

Planta perenne densamente amacollada, de 1 a 3 m. de altura. Con 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 3 mm. de ancho. Espiguillas persistentes sobre los racimos. Las masculinas pediceladas y similares a aquellas de Sorghum halepense.

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 los suelos gris y pardos, 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).

Macroptilium atropurpureum

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

Planta perenne con tallos trepadores o rastreros que forman raíces en los nudos. 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 agrupados 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.

Bajo temperaturas adecuadas, Siratro rinde mejor en 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 pueden cultivarse con algún éxito en áreas moderadamente secas, con una lluvia anual de 700 a 800 mm. y con mejores resultados de 800 a 1600 mm. Siratro puede crecer en una gran 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 presenta plántulas vigorosas que están bien adaptadas a amplio intervalo 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) realizaron 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 prácticola, 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, en parte, ser el resultado de un crecimiento fuerte de Siratro y, en otra, contribuir a elevar los niveles de nitrógeno que provocaría 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 adecuadas para mantener la estabilidad de praderas basadas en Siratro.

2. Rendimiento y valor nutritivo por uso de fertilizantes, asociación gramínea-leguminosa y manejo.

A. 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 almum 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. Se presentó 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 - (0.75 Kcal/Kg.) fue aproximadamente cuatro veces 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 el I.V.N., expresando el valor de energía de los forrajes y se concluye que la energía digestible es el método más apropiado.

En México el INIA (ahora INIFAP), (S.A.G., 1968), menciona que S. alnum da rendimientos de 15.98 T/HA de forraje seco durante el primer año y 15.19 T/HA en el segundo, en el campo experimental de Chapingo, en el Estado de México, y de 17.5 T/HA en Mexicali, Baja California.

Fuentes, en 1973, estudió la respuesta de Sorgo alnum (Sorghum alnum) a la fertilización con NPK mediante estudios de fertilización en microparcels de campo. El tamaño de las parcelas fue de 2.25 m.² con 1 m.² de parcela útil y una densidad de 100 plantas por m.². Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo de tratamiento compuesto,

analizado por superficie de respuesta. Los tratamientos fueron las combinaciones obtenidas para este diseño, con 3 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 CaSO_4 hidratado, como material inerte para completar las fórmulas y se hicieron perdigones de más o menos 0.75 g/, los cuales 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, fosfato total, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda y cenizas durante 5 años. Después de la primera temperatura de crecimiento, el nitrógeno incrementó la producción de materia seca en 200%. El fosfato en sí, parece no tener gran influencia en la producción de materia seca; sin embargo, se observa la interacción NP. El potasio tuvo un efecto declinante en la producción, siendo 120-60-20 y 120-20-20, con una producción de 632 y 623 g/m², respectivamente, y los de menor producción fueron 0-40-40 y el testigo, con producción, respectivamente, de 202 y 204 g/m² de materia seca.

Wilman (1975) estudió el contenido y rendimiento de nitrógeno, fosfato y potasio en Lolium multiflorum hasta 14 semanas de crecimiento. La aplicación de un nivel muy alto de N (196 Kg/ha) aumentó el contenido de N total y nitratos y el rendimiento a partir de la segunda o tercer semana en adelante. Los cambios con el tiempo en el contenido y rendimiento de P y K fueron ampliamente similares a aquellos de N. El nivel de N 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 6 semanas de rendimiento relativamente constante, seguido por una caída. El contenido N, P y K en el follaje fresco, más que en el seco, cambió poco con el tiempo de la semana 4 a la 14, a pesar 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⁻¹ sobrepasaron praderas comerciales de pasto-siratro (Macroptilium atropurpureum Cv. Siratro) en 18 experimentos conducidos durante 3 años en el sudeste de Queensland, Australia. Siratro tuvo la mayor respuesta de los componentes para incrementar la producción de materia seca, ya que se midió sólo en cinco sitios. La respuesta fue 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 incrementó la concentración de P en los pastos en casi todos los sitios. Los pastos parecen una ventaja competitiva sobre el siratro por el fosfato total aplicado, pero la deficiencia de N limitó su respuesta a la producción de materia seca.

La concentración de fósforo en parcelas no fertilizadas no se correlacionó con la producción relativa de Siratro. El P total del suelo no fue correlacionado con producción realtiva de Siratro o del pasto, ni fue correlacionada la producción relativa del Siratro. La extracción con bicarbonato en muestras de suelo de 0-10 cm. de profundidad, dio la mejor respuesta de separación, aunque no así a los sitios. Las respuestas son abajo de 10 ppm, poco probable por encima de 14 ppm e inciertos entre 10 y 14 ppm de P.

Cóser y Marschin, en 1981, evaluaron el mijo común (Pennisetum americanum L.) 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, en porcentaje, 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, pero este último produjo 23% más de materia seca que el primero. El contenido de proteína cruda de las dos especies no difirió significativamente. Sin embargo el mijo mostró valores más altos que el sorgo. Para la digestibilidad de la materia se ca in vitro, ambas especies respondieron en forma similar, pero el mijo tenía valores más altos que el sorgo.

Rena, et al, en 1983, reportó que aunque casi siempre el fósforo (P) y el potasio (K) 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 e interacción entre los altos y bajos niveles de P, entre los correspondiente de K y viceversa, sobre la producción y composición química del sorgo forrajero (Sorghum bicolor L). En el experimento I, el K fue aplicado en dosis de 0.56, 112 y 224 Kg/ha y se dividió con aplicación de P de 0 y 116 Kg/ha, y fue dividido con aplicaciones de K de 0 y 224 Kg/ha. Estos estudios fueron conducidos de 1978 a 1980 sobre suelos arcillosos de Davidson (Rhodic Paleudult: arcillas caoliníticas 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 P 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 menor 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 de cayeron con el incremento de la aplicación de K. Sin embargo, cuando el P fue aplicado, las concentraciones de Ca y Mg se incrementaron. En ausencia del 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 ausen cia 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 ren dimiento de forraje seco, contenido y rendimiento de proteína cruda, y distribución de N total en tres especies de sorgo fo rrajero: Sorghum almum, Sorghum sudanense y Sorghum bicolor en el ejido de Tepetzingo, Morelos, México. El experimento se desarrolló en condiciones de campo durante un año, lapso en el cual se realizaron 6 cortes para las dos primeras espe cies y cuatro para la última. Se empleó un diseño experimen tal bifactorial con arreglo en parcelas divididas y distribu ción de los tratamientos en bloques al azar con cuatro repeti ciones. La especie que mostró mayor eficiencia en la produc ción de materia seca, 27 t/ha, fue S. Bicolor. Los porcenta jes más altos de proteína cruda, 8.23 y 8.16%, correspondie ron a S. almum y S. sudanense, respectivamente.

S. almum registró el rendimiento más alto de proteína cruda, 1979 Kg/ha. En la distribución de N total los contenidos más altos se registraron en hoja, 1.71-1.71-1.04% y en espiga, - 1.69-1.60-0.98% en el orden de las especies citadas; entre -

especie, 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.

B. Asociación gramínea-leguminosa.

Partridge, en 1975, realizó un estudio sobre tratamiento "al voleo" de superfosfato solo 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 solo, 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.

Goncalves y Barreto (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 3 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 cv. Siratro y Panicum maximum variedad trichoglume cv. Petri (Green panic) en cultivo solo y en una mezcla con el pasto 50/50, defoliadas cada 4 (D4) u 8 (D8) semanas; las plantas crecieron sin fertilizante nitrogenado y sobre un suelo en condiciones moderadas en N. La sombra a 60 y 40% del total de luz solar incrementó la producción de brotes del pasto green panic en el cultivo solo, 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 pasto 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 solo, 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 solo, 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 coeficiente 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 índice de área foliar más bajas y sus hojas 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 provisión de N marcadamente diferente o con fertilizante nitrogenado, pudo modificarse la respuesta de la sombra.

Wilson y Wong (1982) estudiaron el efecto de la iluminación 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 pequeñas parcelas en el campo en poblaciones solas y asociadas 50:50, defoliadas cada 4 (D4) y 8 (D8) semanas. ----

Las láminas foliares y los tallos de edades definidas fueron cosechadas periódicamente del tratamiento D8, y después de 8 y 16 semanas los D4 y D8, a los cuales se tomaron muestras en estratos cada 10 cm., para análisis de digestibilidad de materia seca (DMS). El sombreado a 60 y 40% redujo la DMS de Green-panic y la población asociada hasta 10 y 12 unidades porcentuales en el tratamiento D8. El efecto de sombra sobre la DMS fue más pequeño en el tratamiento D4. El sombreado incrementó la densidad del follaje en el estrato superior del pasto y de la población asociada. El efecto de sombra sobre la DMS de la población fue debido a la reducción de DMS de la lámina foliar y el tallo de Green-panic, y en el estrato inferior, también a la reducción en la relación tallo-hoja del pasto. La DMS más baja de Green-panic fue asociada con los carbohidratos solubles totales y lignina más alta en los tejidos sombreados. La reducción en el contenido de pared celular de Green-panic bajo sombra (como un balance hacia la proteína cruda más alta), indica que la sombra debe haber reducido grandemente la digestibilidad del material de la pared celular.

En 1983, Flores realizó un estudio para evaluar la productividad de 12 asociaciones gramínea-leguminosa en el municipio de Puente de Ixtla, Morelos, México. Las especies seleccionadas fueron: dos pastos amacollados, Bells-Rhodes y Green-Panic; dos estoloníferos, estrella de Africa y pangola; y tres leguminosas, Siratro, Glycine y Centro-sema. De su combinación resultaron 12 asociaciones. El experimento se desarrolló en condiciones 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 corresponden 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/Siratros; 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 mayor porcentaje de biomasa en la asociación son Glycine y Siratro, siempre que estén asociadas a los pastos estoloníferos.

C. 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, el Siratro cultivado solo y Siratro más Setaria nandi fue cortada cada 4, 8, 12 ó 16 semanas a 7.5 ó 15 cm. por encima del suelo en 3 años. Al final de los 3 años se midió la densidad de plantas y los efectos residuales del tratamiento sobre la producción en 10 semanas en 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, por 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 Kg/HA/año para cada semana del intervalo de 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 T/HA/año, 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.

El mismo autor (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 4 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, mas 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 bajo para el tratamiento de defoliación de 16 semanas, más que para los tratamientos de 8 a 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 suelo de colinas, en Fiji, al 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 polystachyon), bajo un índice de pastoreo de 3.5 por hectárea, y combinó también al pasto rastrero Nadiblu (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, estudió el establecimiento de Siratro (Macroptilium atropurpureum) sobre pastizales establecidos de gramíneas naturales con barbecho seguido de siembra al voleo; siembra al voleo + 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 grada 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/m²) 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.

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 disponibilidad 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, sólo 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 asociaciones incrementaron el rendimiento proteico en relación con pangola sin asociar (29-83%), excepto stylo. Las especies que mejor respondieron a la rehabilitación fueron Glycine (de 13 a 67%) y Siratro (de 10 a 39%). Se concluye que las asociaciones de mejor comportamiento fueron Glycine y Siratro, y que éstas pueden aumentar su permanencia en el pastizal asociado al emplear barbecho.

Abraham y Singh, en 1984, realizaron experimentos en el Institute New Delhi, en un período estacional de verano lluvioso de 1980-1981. Estudiaron los efectos de diferentes sistemas de inter cosecha sorgo-leguminosa y métodos de control sobre el crecimiento, rendimiento y absorción de nutrientes de malas hierbas, así como por diferentes cultivos y malas hierbas. El sistema de inter cosecha 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 cultivado en asociación con el cowpea. Todas las inter cosechas se vieron

reducidas por las malas hierbas, pero el más abatido fue el chícharo de vaca. La absorción total de nutrimentos (N, P y K) fue también mayor en los sistemas de intersecha. La aplicación preemergente de fluchloralin en 0.5 Kg/ha. El deshierbe a mano y la aplicación de fluchloralin también llevó a la absorción elevada de nutrimentos 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 nutrimentos removibles comparados con el testigo, pero fue menos efectivo que el deshierbe a mano.

3. Concentraciones y efectos de algunos nutrimentos 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 fosfato. 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 tratamientos. Los porcentajes críticos de fosfato 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 de crecimiento, fueron: 0.20, 0.24, 0.17, 0.16, 0.23, 0.17, 0.24, 0.23, 0.22 y 0.25% de fosfato, respectivamente.

Los mismos autores, en 1969, describen en un segundo experimento sobre los efectos del fósforo, 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 solódico de textura ligera y un suelo de gley. Las especies usadas fueron Phaseolus lathyroides, P. atropurpureum, Stylosanthes humilis, Centrosema pubescens, Glycine javanica, Lotonosis bainesii, Medicago sativa, Desmodium uncinatum, D. intratum, 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 monocálcico 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 fosfato 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 difieren en su dotación de cationes. P. atropurpureum y P. lathyroides 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 fosfato 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 ápices de las plantas de las parcelas testigo 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 validez 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 fosfato para valorar cuál 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, fosfato, 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, fosfato, 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 de brote es 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 necesaria 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 donde otros elementos - fueron relativamente inmóviles.

Johansen y Kerridge 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. Hunterriver; 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 molibdato de sodio

aplicado a la superficie, en los efectos residuales sobre el crecimiento de la leguminosa. La respuesta de los pastos a los tratamientos de Mo fue generalmente similar a las respuestas de las leguminosas, y las concentraciones de nitrógeno en leguminosas y pastos se incrementaron con el rendimiento.

Johansen, et al (1980), determinó concentraciones críticas de fósforo para diferentes partes de Macroptilium atropurpureum cv. Siratro y Demodium 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 una hipérbola funcional. 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 deficiencia 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 calculadas en relación a tejidos húmedos, pero se sugiere que se requieren 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.

Sherrel, en 1984, experimentó en semilla de trébol blanco (Trifolium repens L.), trébol rojo (Trifolium pretense L.), lotus (Lotus pedunculatus Cav.) y alfalfa (Medicago sativa L), con diferentes concentraciones de Mo; posteriormente fueron sembradas en un suelo bajo en 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 del 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 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 y Stylosanthes humilis, Phaseolus atropurpureum y Desmodium intortum, cultivados en un suelo pobre, enriquecido con fosfato; 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 D. intortum y en menor grado de S. humilis y P. atropurpureum, mostró dos máximos distintivos: un pico inicial a baja actividad del suelo (0.3-3u MP), y un segundo a alta actividad del suelo (37-43u MP) cuando se obtuvo el rendimiento máximo y apareció una acumulación de fósforo abundante. El pico inicial en 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 (RGR), promediados sobre todos los niveles de fósforo, decayeron en el siguiente orden:

D. intortum S. humilis P. atropurpureum. Contrariamente, la eficiencia de utilización de fósforo para la planta, la cual puede esperarse sea más grande en las plantas de bajo RGR, decrecieron 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 retención más baja de fósforo en el sistema radical, comparando con P. atropurpureum, debido a la reducción mayor de nitrógeno en los ápices, cuando se cultivaron sobre nitrógeno fijado simbióticamente.

Yamanaka y Hall (1984) realizaron experimentos sobre la importancia de las especies de leguminosas fijadoras de nitrógeno (N₂) 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 afectan 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 fertilizantes, por la disminución de la biomasa de la leguminosa. Los cambios en la biomasa total y la fijación de N_2 se relacionaron a cambios 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 semilla de leguminosa y 50 Kg/ha de N.

III. 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 $18^{\circ} 22' 08''$ y $19^{\circ} 07' 10''$ de latitud norte y entre los meridianos $98^{\circ} 87' 08''$ 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 poniente con el Estado de México. La superficie total del Estado es $4,952 \text{ Km.}^2$ (S.P.P., 1981).

La zona de estudio se localiza a 30 Km. al SE de Cuernavaca, con una altitud de 1,200 m.s.n.m.; el lote experimental se encuentra ubicado en las inmediaciones de Tepetzingo, a $18^{\circ} 47'$ latitud norte, $99^{\circ} 11'$ longitud oeste. Políticamente pertenece al municipio Emiliano Zapata, Morelos.

2. Geología.

En el Estado de Morelos existe solamente afloramiento de rocas ígneas y rocas sedimentarias del cretácico inferior, litológicamente clasificadas como calizas, y depósitos marinos interstratificados de areniscas y lutitas. Del cenozoico existen tanto rocas volcánicas que cubren discordantemente a las rocas del cretácico. 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 la Cuenca del Balsas.

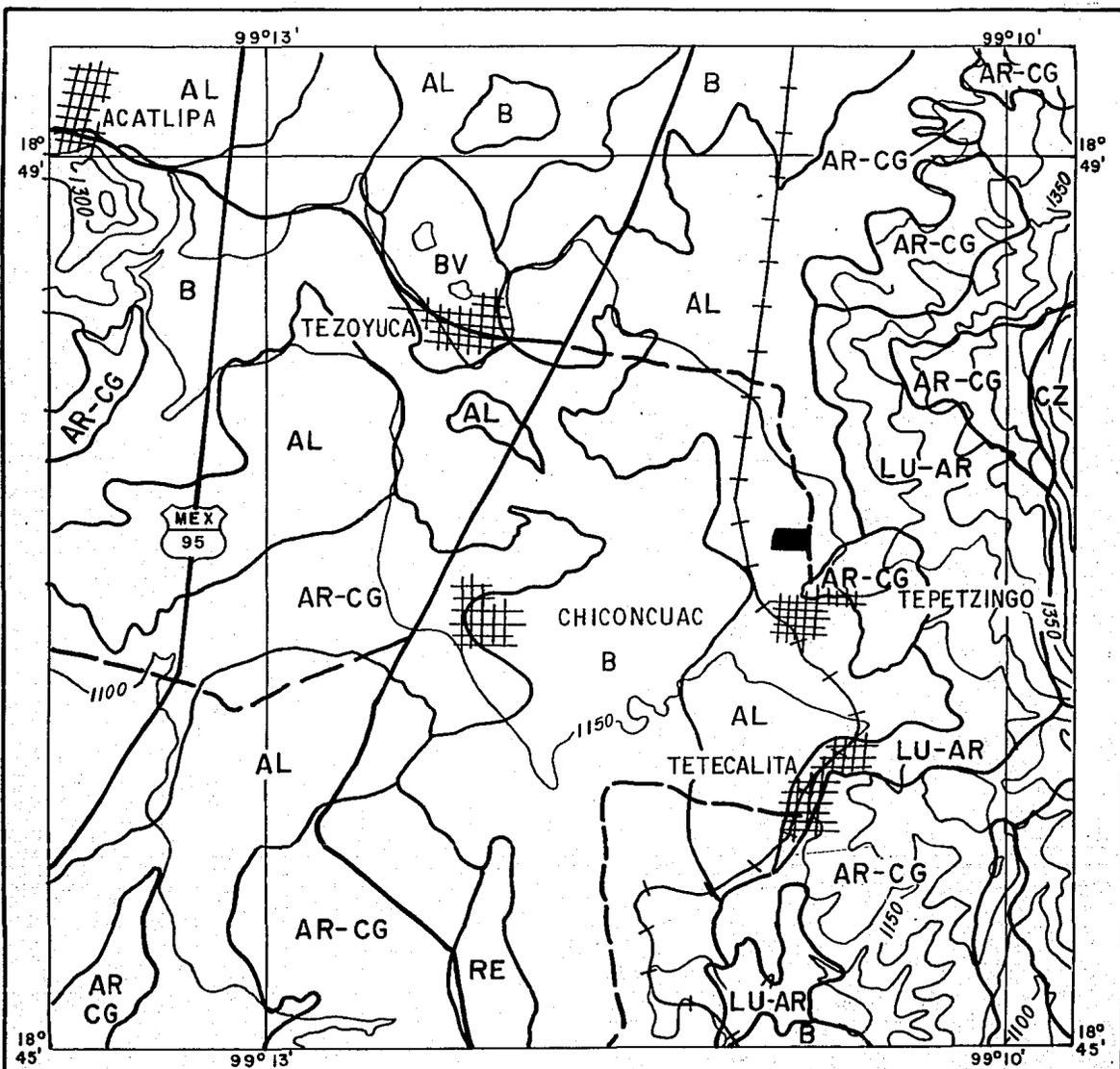
La zona de estudio pertenece a la provincia geológica de la Sierra Madre Sur; esta provincia cubre la porción central y suroeste del Estado y limita al norte y oriente con el eje neovolcánico. El material geológicamente dominante en el área de estudio lo constituyen depósitos aluviales. En áreas circunvecinas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

También se tienen depósitos de lutita-arenisca, de caliza y brecha volcánica, aunque éstos son menos abundantes (S.P.P., 1981). FIGURA 1

3. Edafología.

El material geológico que dio origen a los suelos es, en su mayoría, basalto, calizas y aluvión.

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 están ubicadas en las formaciones montañosas. Los regosoles representan, dentro de la zona de estudio, la menor superficie; se encuentran en pequeños pies de monte que colindan con las zonas planas. FIGURA 2

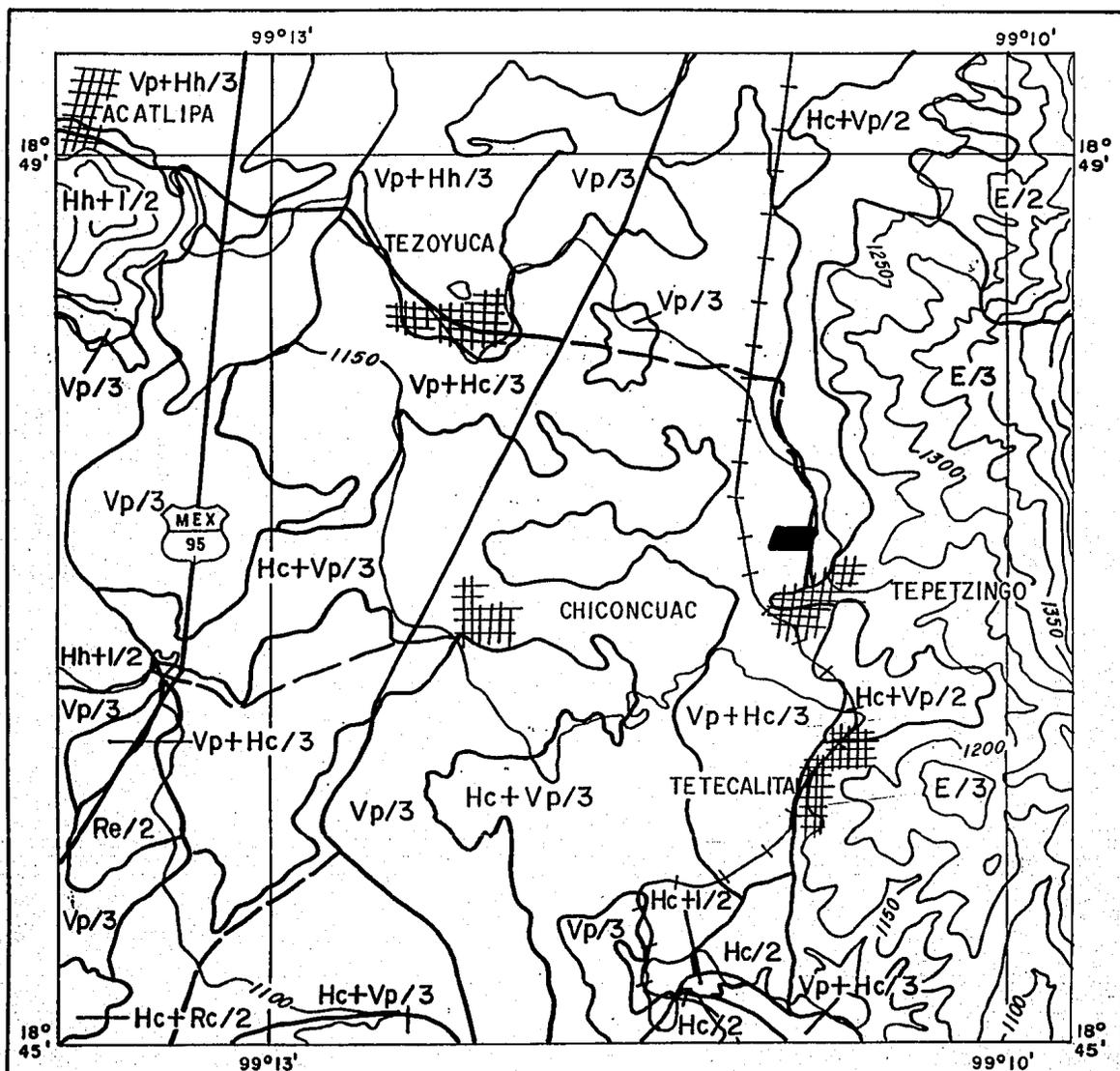


AR-CG : Arenisca conglomerado.
 LU-AR : Lutita-arenisca,
 CZ : Caliza,
 AL : Aluvial.,
 B : Basalto.
 RE : Residual
 BV : Brecha volcanica
 ■ Lote experimental

ESCALA 1:50 000

Fuente: S.P.P. (1981)

FIGURA I.—MAPA GEOLOGICO



EXPLICACION

- Hc: Feozem calcárico
- Hh: Feozem haplico
- Vp: Vertisol pélico
- Rc: Regosol calcárico
- Re: Regosol eutrico
- 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

4. Clima.

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 UNAM y de 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 Köpen, 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°C y precipitación total anual 1026.6 mm. El régimen de lluvias 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°C, con poca oscilación térmica, entre 5 y 7°C. El período de lluvias comprende junio-septiembre, siendo el mes más húmedo julio, con una precipitación de 205.3 mm. En estos 4 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,

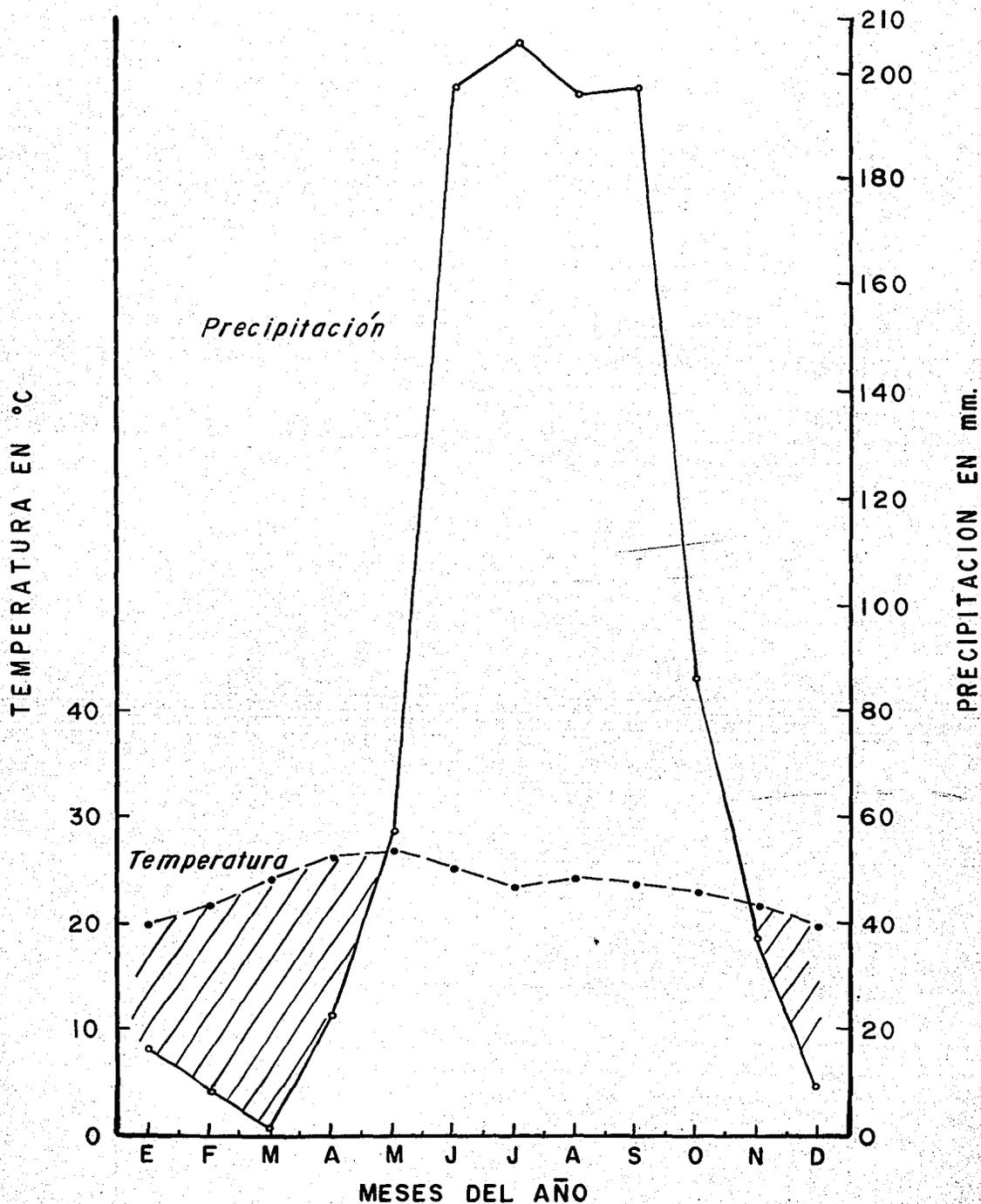


FIGURA 3.—Variación mensual de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Temilpa, Morelos. Periodo de observación: 10 años

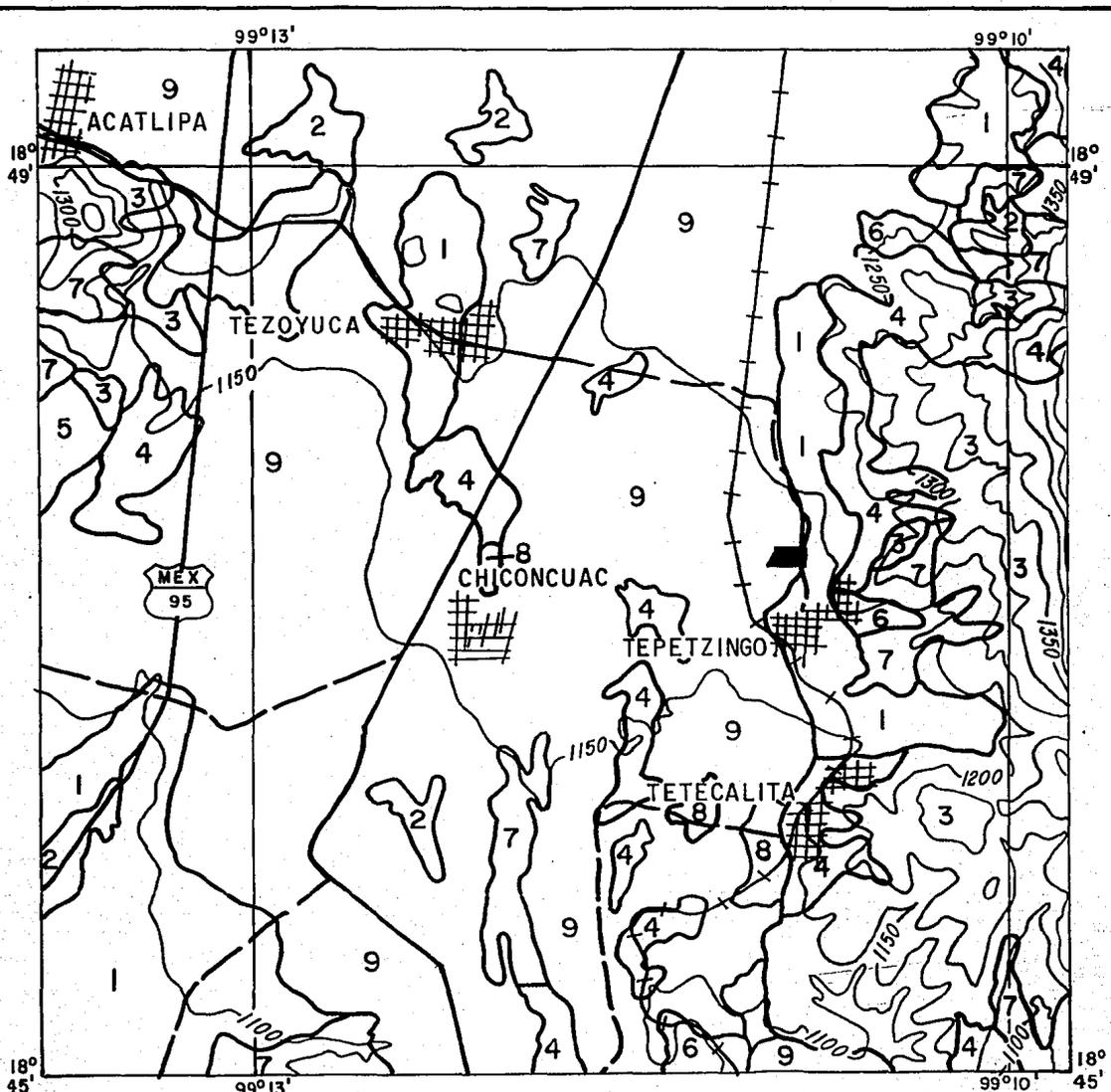
En las áreas montañosas, aún se conserva selva baja caducifolia y selva secundaria caducifolia; sin embargo, aún en áreas donde éstas han sido perturbadas, se ha inducido al establecimiento de pastizales. FIGURA 4.

6. Uso Potencial.

La mayor parte está 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: vertisoles, feozem y regosoles, 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 están presentes son: vertisoles, regosoles y feozem, y el uso semejante a las clases anteriores.

En las zonas montañosas y en el pie de monte, las clases que predominan son la sexta, séptima y octava; aquí el grupo de suelos dominante es rendzinas 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

IV. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

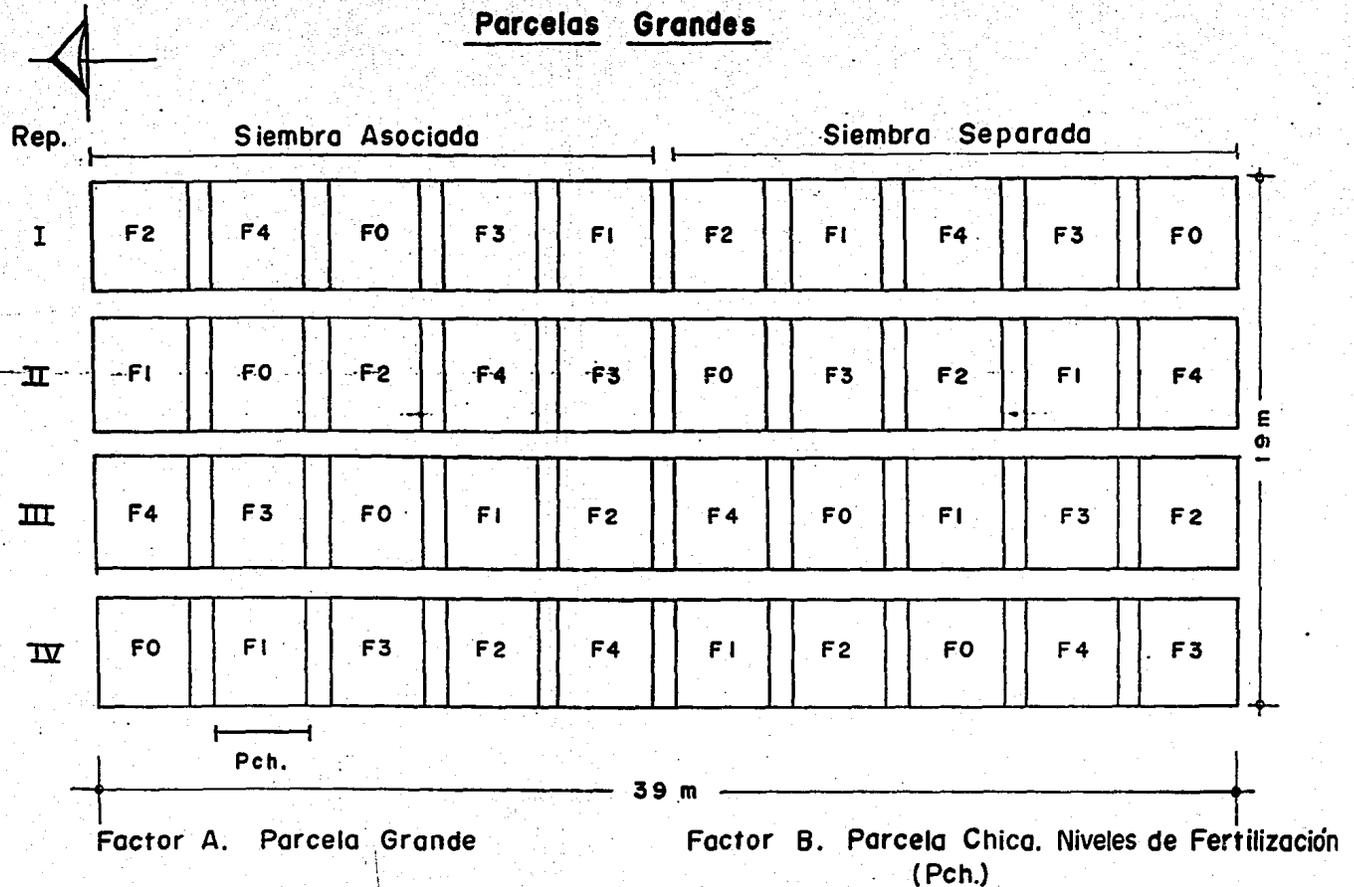
1. Fase de Campo.

A. Diseño experimental.- Se empleó un diseño experimental bifactorial, con arreglo en parcelas 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 F0, F1, F2, F3 y F4. F0: fue el testigo absoluto; F1: 50 (N)-60 (P)-00 (K); F2: 50-120-00; F3: 50-120-00 más 70 g/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 P₂O₅, respectivamente. Los fertilizantes usados fueron: como fuente de nitrógeno, sulfato de amonio con 20.5% de N; el fósforo, como superfosfato de calcio simple, con 19.5% de P₂O₅; el Boro, como borax; y el molibdeno, 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 1 m. de separación y 3 m. de longitud, 12 m.²; el muestreo experimental o parcela "útil" se realizó en los dos surcos centrales, a los que se eliminó 50 cm. de cada lado para evitar efectos de bordo.

Parcelas Grandes



Siembra asociada

Siembra separada

Superficie Total 741 m²

	N	P	S	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.

B. Preparación del terreno.- La superficie total del lote experimental fue aproximadamente de 1,000 m.2, 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.

C. Muestreo del suelo.- Una vez preparado el terreno, se tomaron cuatro muestras al azar a una profundidad de 0-20 y 20-40 cm. para su análisis en laboratorio; tales muestras se mezclaron entre sí para obtener finalmente una de cada profundidad.

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

E. Labores culturales.-

- Riegos. El riego se efectuó por gravedad, con agua proveniente de manantiales de la población vecina de Jiutepec, 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 cms. 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 Nuvacrom 60E en proporción de 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 aspersion foliar durante el de sarrollo del cultivo correspondiente a cada corte.

F. 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 "parcela 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 am bos casos las muestras se guardaron en bolsas de papel de es traza 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 10. de noviembre de 1985; y del cuarto al sexto: 18 de enero, 21 de marzo y 17 de mayo de 1986.

2. Fase de Laboratorio.

A) Análisis del suelo.- Las muestras de suelo recolectadas en el campo, fueron secadas al aire, molidas y pasadas por un tamiz 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, para 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 1:2.5. Para 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 IN, 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).

B) Análisis del material vegetal.- Las muestras de las especies recolectadas en el campo, se secaron en estufa a 100°C hasta peso constante.

3. Fase de Gabinete.

3.1. Análisis estadístico.- Las variables de estudio fueron: rendimiento de forraje fresco y seco de la --

CUADRO 5.1 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. Z	C.I.C.T. Z	Ca ⁺⁺ MEQ/100G	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	P-ASIM. KG/HA	No PPM	C.E. MHOS/CM
	SECO	HUMEDO		ARENA Z	LIMO Z	ARCILLA Z											
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

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

MÉTODO DEL ANALISIS DE VARIANZA

Y...K FO F1 F2 F3 F4

Suma de Cuadrados de los bloques =

$$\sum_{i=1}^4 \frac{y^2_{i..}}{10} - \frac{y^2_{...}}{40}$$

Suma de Cuadrados de la Parcela grande =

$$\sum_{i=1}^2 \frac{y^2_{.j.}}{20} - \frac{y^2_{...}}{40}$$

Suma de Cuadrados del error a =

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^2 \frac{y^2_{ij.}}{5} - \sum_{i=1}^4 \frac{y^2_{i..}}{10} - \sum_{j=1}^2 \frac{y^2_{.j.}}{20} + \frac{y^2_{...}}{40}$$

Suma de Cuadrados de la parcela chica

$$\sum_{k=1}^5 \frac{y^2_{..k}}{8} - \frac{y^2_{...}}{40}$$

Suma de Cuadrados de la interacción de la parcela grande y la parcela chica.

$$\sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 y^2_{.jk} - \sum_{j=1}^2 \frac{y^2_{.j.}}{20} - \sum_{k=1}^5 \frac{y^2_{..k}}{8} + \frac{y^2_{...}}{40}$$

Suma de cuadrados del error b =

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 y^2_{ijk} - \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 \frac{y^2_{.jk}}{4} - \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^2 \frac{y^2_{ij.}}{5} + \sum_{j=1}^2 \frac{y^2_{.j.}}{20}$$

Suma de Cuadrados Total =

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 y^2_{ijk} - \frac{y^2_{...}}{40}$$

V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Rendimientos de forraje fresco por cortes en la asociación Sorghum alnum / Macrptilium atropurpureum.

Los resultados analizados estadísticamente con la prueba de varianza, no mostraron efecto significativo para mé todos de siembra y fertilización en los cortes 1, 2, 3 y 4 (TABLA 1).

Corte 1.- El método de siembra asociada con 23.79 T/HA manifestó mayor rendimiento con respecto a la siembra separada con 21.71 T/HA. En la siembra asociada, aunque no se manifestó efecto de tratamiento de fertilización, el tratamiento F3 obtuvo 25.03 T/HA, mientras que el testigo obtuvo 22.68. En la siembra separada, el tratamiento con mayor rendimiento fue también F3 con 23.36 T/HA, siendo nuevamente el testigo quien rindió menos: 19.77 T/HA (TABLA 1). En las figuras 6 y 7 se observan tales tratamientos, manteniéndose el F3 con el rendimiento más alto y el testigo con el valor más bajo.

Corte 2.- Los valores en los métodos de siembra asociada y separada fueron de 19.51 T/HA y 17.30 T/HA, respectivamente. En la siembra asociada el mayor rendimiento fue para F4 con 20.46 T/HA, y para el testigo F0 con 18.59 T/HA. En la siembra separada el rendimiento más alto fue para F4 con 18.05 T/HA, y el más bajo para el testigo con 16.03 T/HA. Se observa en este corte una disminución en rendimiento, en relación al primero.

Corte 3.- Los rendimientos en los métodos de siembra asociada y separada fueron de 15.26 T/HA y 14.18 T/HA, respectivamente. En la siembra asociada el rendimiento mayor fue para F3 con 14.56 T/HA y para F0 10.81 T/HA. En la siembra separada el F4 obtuvo 15.0 T/HA como mayor rendimiento y F0 con 13.93 T/HA como menor (FIGURAS 6 y 7).

Corte 4.- Para los métodos de siembra asociada y separada el mayor rendimiento es para esta última con 12.35 T/HA y para la primera 9.42 T/HA. En la siembra asociada se sigue manifestando el F3 con mayor rendimiento, 10.31 T/HA; con respecto al F0, 8.68 T/HA en la siembra separada el rendimiento de F4 es mayor con 13.18 T/HA, mientras que para F0 es de 9.81 T/HA.

Corte 5.- En los métodos de siembra resultó diferencia significativa ($P < 0.05$); la siembra asociada rindió 7.23 T/HA y la separada 11.45 T/HA. En los niveles de fertilización de la siembra asociada el valor mayor fue para F3, 7.62 T/HA y el menor el testigo, 6.68 T/HA. En el caso de siembra separada el F1 es el tratamiento con rendimiento mayor, 13.18 T/HA, y el F0 el menor, 9.81 T/HA (TABLA 1, FIGURAS 6 y 7)

Corte 6.- En este caso se observa diferencia significativa ($P < 0.05$) tanto para métodos de siembra como para tratamientos de fertilización. En los métodos de siembra la diferencia es considerable para la siembra asociada con menor rendimiento, 10.77 T/HA, con respecto a la siembra separada, 16.67 T/HA. En el método de siembra asociada mediante la prueba de Tukey, se detectó una estratificación con los rendimientos mayores y equivalentes a F1 11.31 T/HA, F4 11.37 T/HA y F3 12.75 T/HA; y los menores F2 10.25 T/HA y F0 8.18 T/HA. Para el método de siembra separada los efectos de fertilización se ven claros con respecto al testigo, quedando separados el grupo de F2 y F3 17.31 T/HA, F1 17.37 T/HA y F4 17.43 T/HA contra el F0, 13.93 T/HA.

En las FIGURAS 6 y 7, y en la TABLA 1, se observa la clara recuperación en rendimiento de los tratamientos fertilizados en ambos métodos de siembra.

De lo observado a través de los seis cortes en esta variable, destaca como mejor método de siembra la separada y el tratamiento de fertilización mejor el F3 en ambas siembras. Lo anterior se confirma al observar los resultados totales en la TABLA 1. Asimismo, fue notoria la reducción de rendimiento a partir del 2o. corte, la cual en el sexto corte representó el 55.20% en relación al primero. Aunque generalmente no se reporta el rendimiento en peso fresco o verde, se decidió incluir como un dato complementario, ya que la discusión e interpretación de los efectos de los métodos de siembra y niveles de fertilización se hicieron en peso seco.

A manera de comparación, se mencionan algunos rendimientos para Sorghum alnum obtenidos por año por S.A.6. (1968) en el campo experimental de Chapingo, Méx., donde reportan para 1964 36.89 T/HA y en 1965 22.70 T/HA; y en un experimento en Mexicali, Baja California, con densidades de siembra de 10 Kg/HA obtuvieron 61.1 T/HA en dos cortes, mientras que en este estudio, en el Estado de Morelos, se obtuvieron 85.98 T/HA. Cabe señalar que en este caso se estudió al sorgo en asociación con una leguminosa, Macroptilium atropurpureum, y resultaron seis cortes en un año de observación. Tal diferencia en rendimiento en verde, hace resaltar que fueron las condiciones climáticas en esta última zona, muy favorables para el desarrollo de los cultivos, y los tratamientos de fertilización probados los que causaron tal rendimiento.

TABLA 1

RENDIMIENTO DE FORRAJE FRESCO EN T/HA POR CORTES Y TOTAL DE LA ASOCIACION Sorghum alnum / Macroptilium atropurpureum

METODOS DE SIEMBRA

C O R T E S

T O T A L

	F 1	2	3	4	5	6	SE	
Asociada	F0 22.68	F0 18.59	F0 10.81	F0 8.68	F0 6.68	F0 8.18	a *	F0 75.62
	F1 24.56	F1 17.38	F1 11.93	F1 9.50	F1 6.75	F2 10.25	a	F1 81.43
	F2 22.93	F2 20.31	F2 14.11	F2 10.0	F2 7.68	F1 11.31	b	F4 84.56
	F3 25.03	F3 20.31	F3 14.56	F3 10.31	F3 7.62	F4 11.37	b	F2 85.28
	F4 23.75	F4 20.46	F4 12.93	F4 8.68	F4 7.43	F3 12.75	b	F3 90.84
\bar{X}	23.79	19.51	15.26	9.42	7.23 A	10.77 A		85.98
Separada	F0 19.77	F0 16.03	F0 13.93	F0 11.50	F0 9.81	F0 13.93	a *	F0 84.81
	F1 20.51	F1 16.95	F1 13.31	F1 12.56	F1 13.18	F2 17.31	b	F2 91.55
	F2 20.17	F2 17.89	F2 13.75	F2 11.75	F2 10.68	F3 17.31	b	F1 93.88
	F3 23.36	F3 17.61	F3 14.93	F3 12.62	F3 12.07	F1 17.37	b	F4 97.85
	F4 22.06	F4 18.05	F4 15.0	F4 13.31	F4 11.50	F4 17.43	b	F3 98.16
\bar{X}	21.17	17.30	14.18	12.35	11.45 B	16.67 B		93.12

SE = Significación estadística.

F = Niveles de Fertilización.

* 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.

FIG.6 RENDIMIENTO DE FORRAJE FRESCO EN T/HA POR CORTES DE LA ASOCIACION Sorghum aluum/ Macroptilium-atropurpureum

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

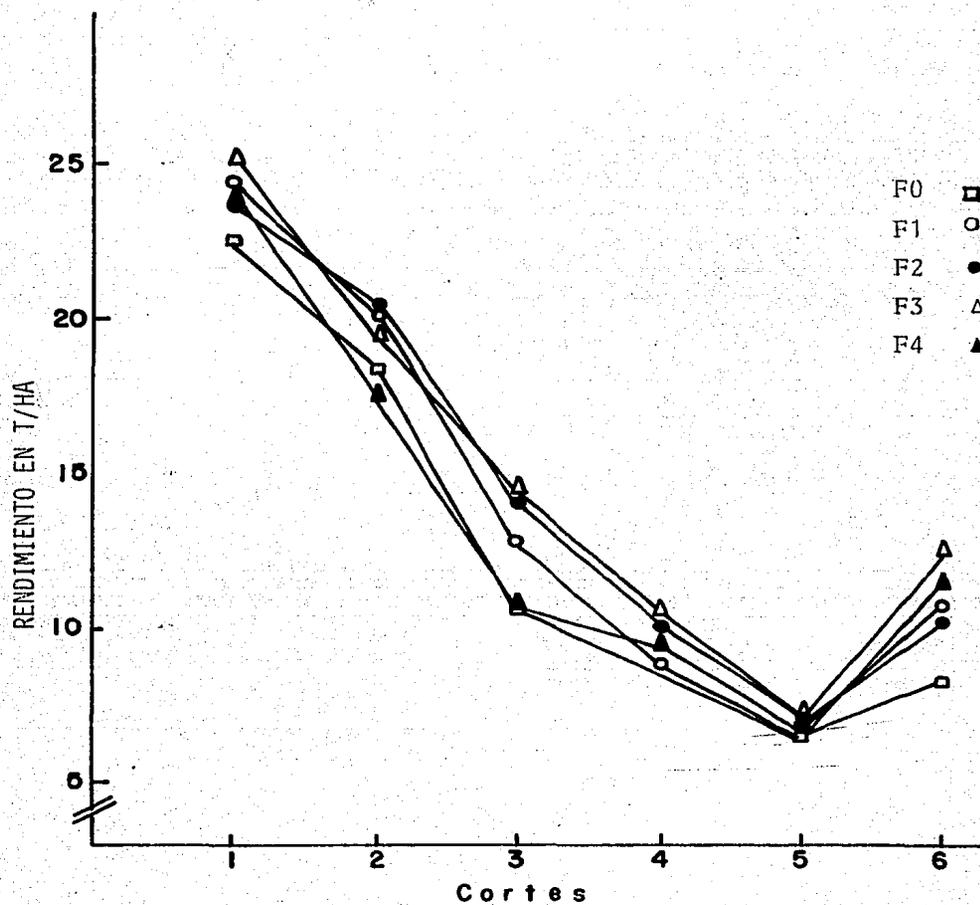
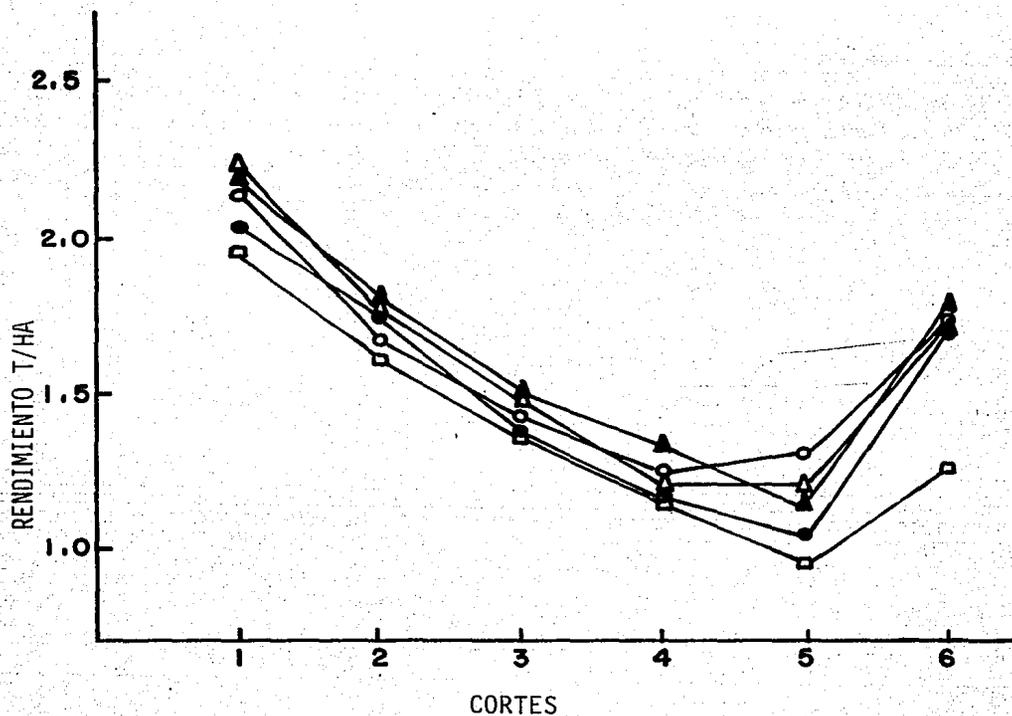


FIG.7 RENDIMIENTO DE FORRAJE FRESCO EN T/HA POR CORTES DE LA ASOCIACION Sorghum alnum/ Macroptilium atropurpureum

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES



2. Rendimiento de Forraje Seco por Corte en la Asociación Sorghum Alnum / Macroptilium Atropurpureum.

En la presente variable los datos analizados con la prueba de varianza mostraron efecto significativo en método de siembra y/o fertilización para los cortes 2, 3, 5 y 6.

En el primer corte, los rendimientos obtenidos en los métodos de siembra asociada y separada no hubo diferencia significativa; sin embargo, el método de siembra con mayor rendimiento fue la siembra asociada, 6.39 T/HA, con respecto a la separada, 5.31 T/HA. En el método de siembra asociada, aunque no se manifiesta efecto estadístico, el F3, 6.71 T/HA fue el mayor; asimismo, en el método de siembra separada F3 6.23 T/HA y el testigo con 4.97 T/HA, fueron los rendimientos mayor y menor, respectivamente. En la TABLA 2 y las FIGURAS 8 y 9 se muestran tales resultados.

En el segundo corte, aunque no hubo efecto significativo, el método de siembra asociada fue el que presentó un ligero aumento en el rendimiento, 4.98 T/HA, con relación a la siembra separada, 4.44 T/HA. Para el método de siembra asociada, los tratamientos que estadísticamente son equivalentes y con mayores rendimientos fueron: F2 5.13 T/HA, F3 5.45 T/HA y F4 5.55 T/HA, encontrando una diferencia en la estratificación con respecto al testigo F0 4.27 T/HA; sin embargo, para el método de siembra separada, cuatro de los tratamientos, incluyendo el F0, son estadísticamente equivalentes; el F4 fue el que más rindió: 4.91 T/HA. En las FIGURAS 8 y 9 se divide en ambos casos que los tratamientos F4 fueron los de mayor rendimiento.

En el tercer corte los métodos de siembra asociada y separada son estadísticamente equivalentes, obteniendo valores de 3.72 T/HA y 3.61 T/HA, respectivamente. Se observa para ambos métodos de siembra, en relación a fertilización, la misma estratificación, mostrando a F3 4.23 T/HA y F2 4.98 para la asociada, y para la separada F4 3.82 T/HA y F3 4.11 T/HA con los rendimientos mayores, y F0 2.83 T/HA y F1 8.28 T/HA con los niveles más bajos, respectivamente (TABLA 2 y FIGURAS 8 y 9).

Para el cuarto corte los métodos de siembra no manifestaron efecto significativo, aunque en la siembra separada, con 3.17 T/HA, fue ligeramente más elevado el rendimiento que en la asociada. En los niveles de fertilización de ésta, el mayor rendimiento se obtuvo en F3, 2.74 T/HA, y el menor en el tésigo, 2.29 T/HA. En la siembra separada el mayor rendimiento fue F4 3.35 T/HA y el menor F0 con 3.07 T/HA. En las FIGURAS 8 y 9 se distingue la tendencia del F3 y F4 en el incremento de rendimiento, tanto para el método de siembra asociada como el de separada.

El quinto corte presentó en el método de siembra asociada una notable diferencia significativa ($P < 0.05$) con 1.83 T/HA con respecto a 3.03 T/HA de la siembra separada. Para fertilización el método de siembra asociada mostró gran similitud en sus valores, destacando ligeramente F2 2.02 T/HA. En el método de siembra separada se presenta el mismo comportamiento, sólo que F1 3.30 T/HA fue el tratamiento que más rindió. En las FIGURAS 8 y 9 se observa F2 en la siembra asociada y a F1 en la separada en niveles más altos en relación a los demás tratamientos.

Corte Sexto. En los métodos de siembra asociada y separada hubo diferencia significativa ($P < 0.05$); la primera con 2.29 T/HA y la segunda con 2.57 T/HA. En cuanto a los niveles de fertilización en la siembra asociada, los mayores rendimientos y equivalentes fueron para F4 2.44 T/HA y F3 2.57 T/HA, y los más bajos, también equivalentes, para F0 1.76 T/HA, F2 2.30 T/HA y F1 2.40 T/HA. En el método de siembra separada los mayores rendimientos son para F2 3.73 T/HA y F1 3.80 T/HA, que son estadísticamente equivalentes; el resto de tratamientos con valores más bajos también son equivalentes entre sí. Destacó para este corte con mayores rendimientos, el F3 y F4 para el método de siembra separada; en cuanto a los métodos de siembra destacó la siembra separada.

A lo largo de seis cortes, el comportamiento generalizado se mostró con mayores rendimientos en siembra separada 23.13 T/HA en relación a 21.72 T/HA en siembra asociada. De acuerdo a lo manifestado durante este período, los mejores tratamientos en siembra asociada fueron F2 con 23.61 T/HA; F3, 21.56 T/HA; F4, 21.13 T/HA; y F3 24.46 T/HA y F4 24.97 T/HA para el método de siembra separada. En relación a lo manifestado con los tratamientos es algo que puede esperarse, ya que las dosis de fertilización son muy semejantes, exceptuando los micronutrientes del F3 y una dosis mayor de fósforo para F4; de ahí que su comportamiento sea tan semejante y se manifiesten como los tratamientos con un ligero aumento en el rendimiento. En Nueva Dheli, Abraham y Singh (1983) reportaron que la leguminosa en asociación con sorgo aumenta la absorción de NPK y su producción, esto en comparación con sorgo solo. Reneau, et. al. (1983), observó el incremento en la producción de sorgo con la adición de 116 Kg de p/ha sobre un 35% más de la dosis 0 Kg. P/HA.

TABLA 2

RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN T/HA POR CORTES Y TOTAL DE
LA ASOCIACION Sorghum alnum / Macroptilium atropurpureum.

METODOS DE
SIEMBRA

C O R T E S

T O T A L

	F 1	2	3	4	5	6		
Asociada	F0 5.87	F1 4.27 *	F0 2.83 *	F0 2.29	F0 1.54	F0 1.76	a	F0 18.81
	F1 6.65	F0 4.52 ab	F1 3.28 ab	F1 2.60	F1 1.68	F2 2.30	ab	F1 20.88
	F2 6.46	F2 5.13 abc	F4 2.90 b	F2 2.54	F3 1.91	F1 2.40	ab	F4 21.13
	F3 6.71	F3 5.45 ab	F3 4.23 c	F3 2.74	F4 1.99	F4 2.44	b	F3 21.56
	F4 6.30	F4 5.55 c	F2 4.98 d	F4 2.38	F2 2.02	F3 2.57	b	F2 23.61
	\bar{X}	6.39	4.98	3.72 A	2.51	1.83 A	2.29 A	
	F0 4.97	F0 4.02 a	F1 3.28 a	F0 3.07	F0 2.65	F0 3.07	a	F0 21.14
	F1 4.86	F1 4.32 a	F0 3.36 ab	F1 3.16	F2 2.78	F3 3.62	a	F1 22.45
	F2 5.00	F2 4.41 a	F2 3.48 b	F2 3.05	F3 3.21	F4 3.62	a	F2 22.72
	F3 6.23	F3 4.57 a	F4 3.82 c	F3 3.23	F4 3.23	F2 3.73	b	F3 24.46
	F4 5.53	F4 4.91 b	F3 4.11 d	F4 3.35	F1 3.30	F1 3.80	b	F4 24.97
\bar{X}	5.31	4.44	3.61 A	3.17	3.03 B	3.57 B		23.13

SE = Significación estadística

F = Niveles de Fertilización

* 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.

FIG.8 RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN T/HA POR CORTES DE LA ASOCIACION Sorghum almun/Macroptilium atropurpureum

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

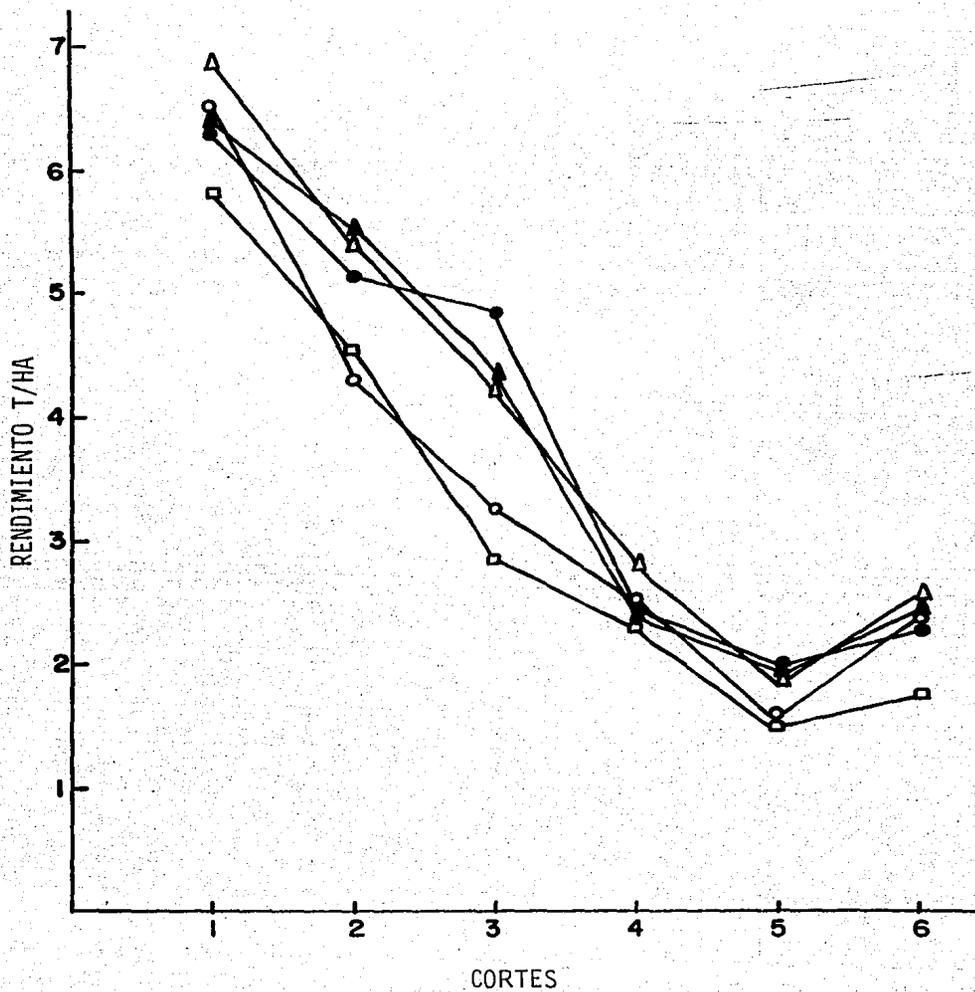
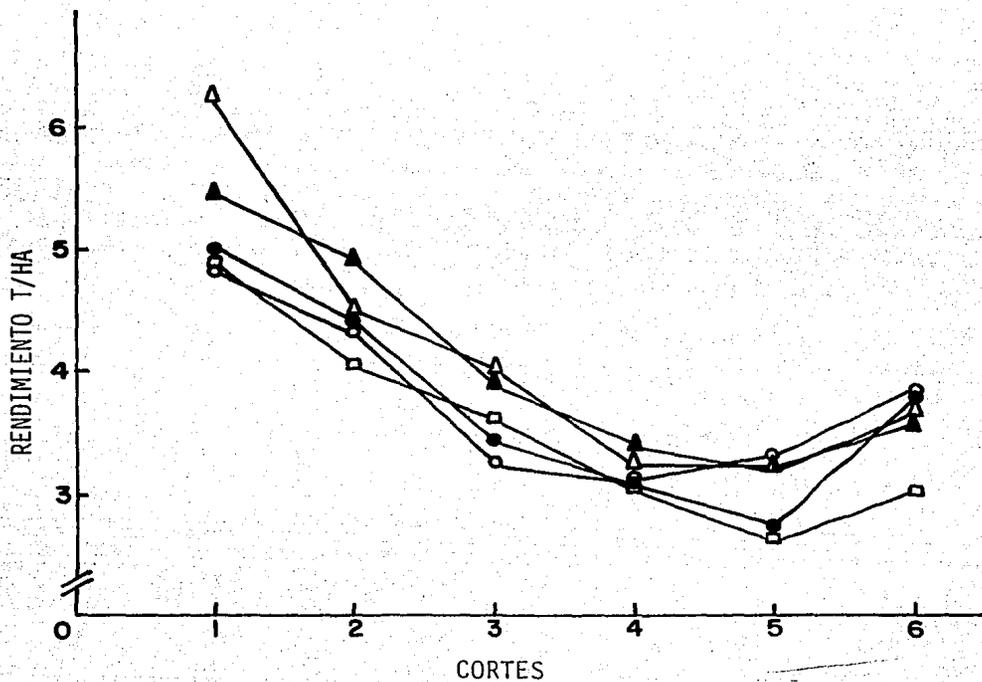


FIG.9 RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN T/HA POR CORTES DE LA ASOCIACION Sorghum alnum/ Macroptilium atropurpureum

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES



3. Rendimiento de Forraje Seco por Cortes de Sorghum
almum en la Asociación con Macroptilium atropurpureum.

Los datos de esta variable, analizados por el método de varianza, manifestaron efecto significativo sólo para los cortes 2, 3 y 5.

Corte 1. Los valores en los métodos de siembra asociada y separada fueron 6.39 T/HA y 5.08 T/HA, respectivamente. En el método de siembra asociada el mayor rendimiento fue F3 6.70 T/HA y para el testigo F0 5.87 T/HA; para el método de siembra separada el rendimiento de F3 fue el mayor con 5.93 T/HA y para F0 de 4.73 T/HA. En las FIGURAS 10 y 11 y en la TABLA 3 de distinguen los tratamientos con mayores y menores rendimientos.

Corte 2. Los resultados para los métodos de siembra asociada y separada no mostraron diferencia significativa; sin embargo, la siembra asociada obtuvo 5.10 T/HA, mientras que la separada 4.19 T/HA. Para el método de siembra asociada los mejores tratamientos fueron F3 5.42 T/HA y F4 5.76 T/HA; el más bajo fue el testigo F0 4.49 T/HA, mientras que para la siembra separada todos los tratamientos resultaron equivalentes estadísticamente. En las FIGURAS 10 y 11 se observan las tendencias de los tratamientos antes mencionados.

Corte 3. En los métodos de siembra asociada y separada no hubo diferencia significativa; tampoco una variación considerable entre ellos. En cuanto a los niveles de fertilización en las siembras asociada y separada, ambos presentan una estratificación similar; en la siembra asociada los tratamientos que más rinden son F3 4.20 T/HA y F2 4.88 T/HA; en la separada F4 3.75 T/HA y F3 3.88 T/HA, ambos tratamientos estadísticamente equivalentes en los dos casos.

Corte 4. En los métodos de siembra asociada y separada los rendimientos fueron muy similares, no encontrándose diferencia significativa; en los niveles de fertilización para ambas siembras se observó muy poca variación; en la siembra asociada de 2.29 T/HA en F0 a 2.54 T/HA en F1, y en la separada de 2.51 T/HA en F2 a 2.75 T/HA en F4. En las FIGURAS 10 y 11 se observa claramente la escasa variación entre los rendimientos.

Corte 5. En este caso, los métodos de siembra fueron estadísticamente diferentes, denotándose una marcada diferencia entre la siembra asociada, 1.80 T/HA y la separada 3.16 T/HA con mayor rendimiento. En cuanto a los niveles de fertilización en las dos siembras, se manifestaron respuestas muy similares al corte 4, sin sobresalir ningún tratamiento.

Corte 6. Los métodos de siembra no mostraron diferencia significativa y sus valores no son marcadamente diferentes. Para la siembra asociada se visualiza un ligero aumento en el tratamiento F3 2.62 T/HA con respecto a los otros tratamientos y una marcada diferencia con F0 1.73 T/HA, mientras que para la siembra separada el comportamiento de todos los tratamientos manifiesta muy poca variación: de 2.3 T/HA en F0 a 2.82 T/HA en F2.

En las FIGURAS 10 y 11 se observa la escasa variación en el método de siembra separada, mientras que en el método de siembra asociada el tratamiento F3 sobresale ligeramente de los demás tratamientos al sexto corte.

En trabajos realizados por otros autores en cuanto a los incrementos de materia seca con asociación, Gref y Harding (1970) cultivaron en asociación a Panicum maximum con Macroptilium atropurpureum, siratro, obtuvieron 4.43 T/HA de forraje seco, y cuando fue asociado con Centrosema pubescens, 3.98 T/HA de materia seca.

Por otro lado, en otros trabajos donde no se incluyen las especies de este estudio, para el pasto pangola, Digitaria decumbens, Nestel y Creek (1962) dan rendimientos promedio de 11 a 22 t/HA/año de materia seca, cuando se cultivó este pasto en asociación con Centrosema pubescens. Krestchmer (1970) obtuvo 9.5 T/HA/año de forraje seco. Robles (1979), haciendo mención también a las asociaciones, reporta que cuando asoció Cynodon plectostachyus con Centrosema pubescens obtuvo 5.04 T/HA/año de materia seca. En México, Flores (1985) reporta 14 T/HA/año hasta 22 T/HA/año con asociaciones de tres leguminosas forrajeras y cuatro pastos en diferentes asociaciones.

En relación a lo obtenido en este trabajo, los valores son muy variados; esto puede ser debido a las condiciones experimentales, las que incrementan o reducen tal variación.

TABLA 3

RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN T/HA POR CORTES Y TOTAL DE Sorghum alnum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum

METODOS DE SIEMBRA

C O R T E S

T O T A L

	<u>F 1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	
			*	*			
Asociada	FO 5.87	FO 4.49 a	FO 2.81 a	FO 2.29	FO 1.53	FO 1.73	FO 18.72
	F1 6.64	F1 4.75 ab	F4 3.23 a	F1 2.54	F1 1.65	F1 2.29	F2 21.12
	F2 6.45	F2 5.10 abc	F1 3.25 a	F2 2.48	F2 1.97	F2 2.23	F3 21.90
	F3 6.70	F3 5.42 bc	F3 4.20 b	F3 2.48	F3 1.89	F3 2.62	F1 23.11
	F4 6.30	F4 5.76 c	F2 4.88 b	F4 2.29	F4 1.96	F4 2.36	F4 23.34
\bar{X}	6.39	5.10	3.67	2.41	180 A	2.24	21.61
Separada	F0 4.73	F0 3.74 a	F1 2.88 a	F0 2.53	F0 2.37	F0 2.31	F0 18.74
	F1 4.69	F1 4.08 a	F0 3.06 a	F1 2.66	F1 2.83	F1 2.80	F2 19.94
	F2 4.79	F3 4.27 a	F2 3.14 a	F2 2.51	F2 2.40	F2 2.82	F1 20.08
	F3 5.93	F4 4.42 a	F4 3.75 b	F3 2.63	F3 2.59	F3 2.41	F3 21.61
	F4 5.28	F2 4.44 a	F3 3.88 b	F4 2.75	F4 2.78	F4 2.63	F4 21.71
\bar{X}	5.08	4.19	3.34	2.62	3.16 B	2.59	20.98

FIG.10 RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN T/HA POR CORTES DE Sorghum alnum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

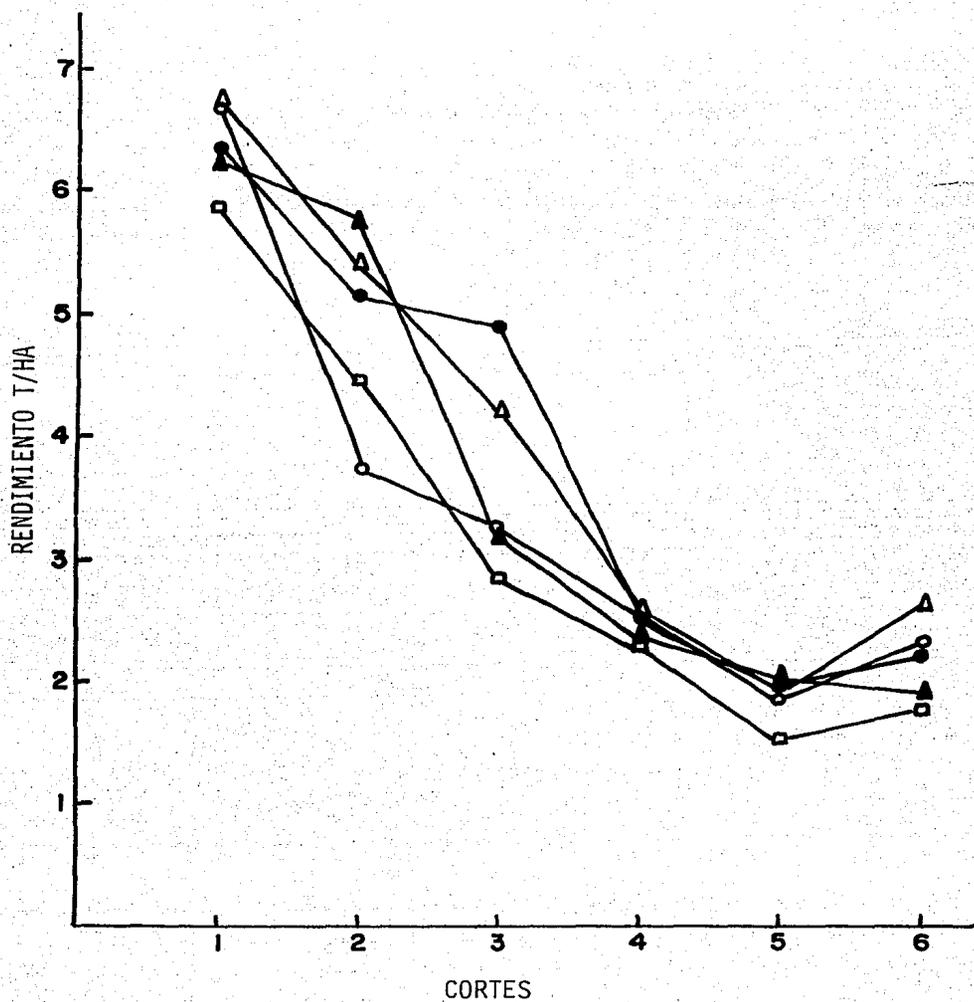
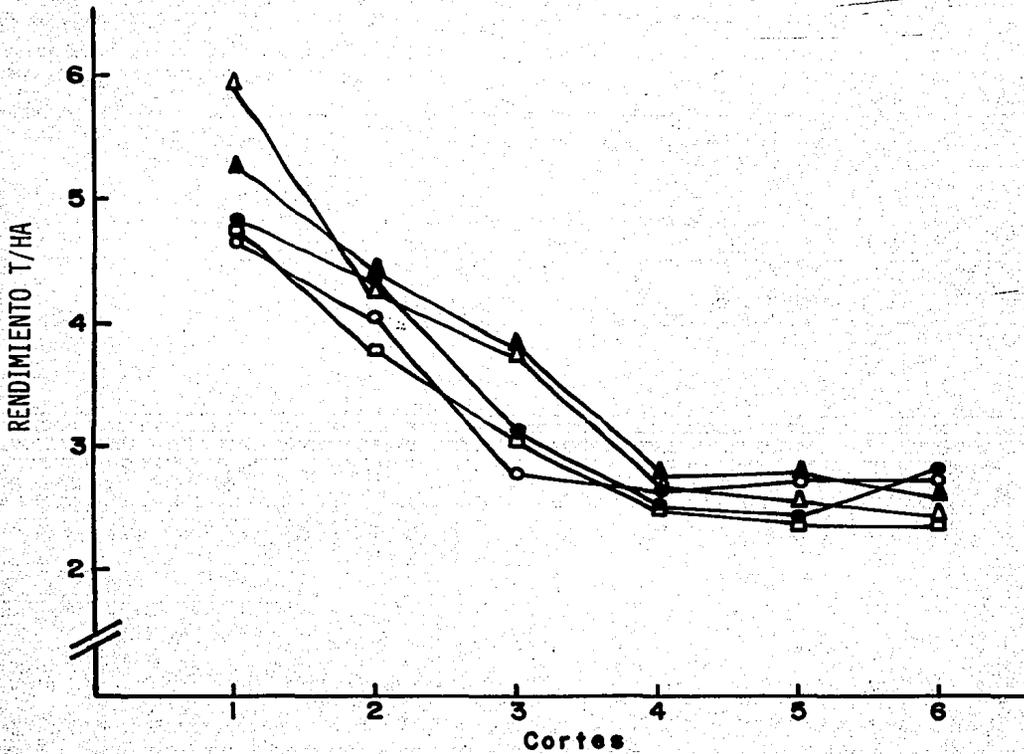


FIG.11 RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN T/HA POR CORTES
DE Sorghum almuu/ EN LA ASOCIACION CON Macroptilium
atropurpureum

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES



4. Rendimiento de Forraje Seco por Cortes de Macroptilium atre - purpureum en la asociación con Sorghum alatum

Los resultados del análisis de varianza para métodos de siembra y fertilización mostraron efecto significativo en los cortes 1,4 y 5.

En el primer corte el método de siembra asociada obtuvo 0.66T/HA, rendimiento muy bajo con respecto al método de siembra separada, de 0.240 T/ HA , presentando diferencia estadística en dichos métodos ($P < 0.05$), así como en los tratamientos de fertilización, aunque en el método de siembra asociada todos los tratamientos son estadísticamente equivalentes. Una tendencia parecida se observa para el método de siembra separada con excepción de F3, que obtuvo el rendimiento mayor.

En el segundo corte, aunque no hubo efecto significativo, el rendimiento del método de siembra separada fue mucho más alto, 0.273 T/HA en relación al método de siembra asociada 0.045 T/HA. Para los tratamientos de fertilización en ambos métodos de siembra, el mayor rendimiento fue para F4, con 0.073 T/HA y 0.337 T/HA en siembra asociada y separada, respectivamente. En las FIGURAS 12 y 13 se observa claramente la respuesta de tales tratamientos.

En el tercer corte, el método de siembra asociada alcanzó su rendimiento de 0.071 T/HA sin manifestar efecto estadístico, pero sí con gran diferencia en relación al método de siembra separada, 0.270 T/HA. Para el método de siembra asociada, los tratamientos con mayores rendimientos fueron F2, 0.120 T/HA y F4 con 0.112 T/HA, siendo el testigo con menor rendimiento, 0.035 T/HA. Para el método de siembra separada, el tratamiento mayor fue F1 con 0.407 T/HA y el menor F4 con 0.072 T/HA.

Para el cuarto corte , en el método de siembra asociada y separada presentaron una diferencia estadística ($P < 0.05$) con 0.069 T/HA y 0.550 T/HA, respectivamente , sin embargo, sus tratamientos

tratamientos de fertilización en los dos métodos de siembra no manifestaron diferencia significativa, pero sobresalió para la siembra asociada el tratamiento F4 0.105 T/HA y en la siembra separada F3 0.600 T/HA. En las FIGURAS 12 y 13 se ve claramente el comportamiento de dichos tratamientos.

En el quinto corte en los métodos de siembra se presentó el mismo caso de todos los cortes; la siembra asociada rindió menos, 0.041 T/HA, en relación a la siembra separada, 0.492 T/HA. Para fertilización en la siembra asociada todos son estadísticamente equivalentes, mientras que en la siembra separada se presentó una triple estratificación, con los valores más bajos F0 y F2, 0.282 T/HA y 0.382 T/HA; con valores intermedios F4, 0.432 T/HA, y F1, 0.467 T/HA, y con el valor más alto F3, 0.625 T/HA. En las FIGURAS 12 y 13 se visualiza el sobresaliente rendimiento del F4 y F3 de la siembra asociada y separada.

Para el sexto corte el método de siembra asociada obtuvo 0.071 T/HA, mientras que el método separada 0.973 T/HA. La diferencia entre ambos es 10 veces mayor en rendimiento; no obstante, no se manifestó efecto significativo. Los tratamientos de fertilización en el método de siembra asociada marcaron a F1 0.105 T/HA con mayor rendimiento, y el testigo con el menor, 0.032 T/HA. En el método de siembra separada, con mayor rendimiento F3, 1.210 T/HA; y F0, 0.762 T/HA, con el menor.

En el período de seis cortes, el método de siembra mejor es el de la separada, ya que su producción es 7 veces mayor con respecto al método de siembra asociada. Para los métodos de siembra en cuanto a sus tratamientos de fertilización, el F4 0.442 T/HA para la asociada es el de mayor rendimiento, mientras que en la siembra separada fue el F1 0.031 T/HA.

Aunque en este estudio no se manifestó el efecto competitivo de Siratro, algunos autores reportan ciertas características favorables que le permiten ser más eficientes en la asociación.

Jones (1975) mencionó que Macroptilium atropurpureum tiene un hábito de crecimiento parecido al de una enredadera. Hutton (1962) consideró que esta característica le permite desarrollar más arriba que sus competidores. Begg y Torsell (1974) señalan que las plantas de siratro presentan movimientos diafónicos bajo condiciones favorables de humedad; así, cuando hay mayor incidencia luminosa hay menor crecimiento. Además presentan una rápida nodulación con bacterias nativas del suelo (Norris 1972 y Wilson 1972). Jones y Jones (1977) reportan que siratro es una planta muy promisoría, pero los factores precipitación y temperatura son limitantes geográficos para su establecimiento.

En relación a rendimiento de siratro, Goncalvez y Barrento (1979), en dos densidades de siembra, obtuvieron para 3 Kg/HA 0.200 T/HA y con 10 Kg/HA 0.600 T/HA, estadísticamente equivalentes.

Jones (1974) encontró en intervalos de corte de 8 y 12 semanas 3.92 T/HA y 4.86 T/HA. Monzonte y García (1983) registraron 1.0 T/HA en épocas de secas y 1.5 T/HA en época de lluvia a lo largo de un año. Jones (1971) reportó en 8 y 12 semanas 5,800 Kg/HA y 3,000 Kg/HA; y Kretchermer (1972) 42.3 T/HA en cuatro años para siratro en asociación.

En síntesis, el método de siembra con mayores rendimientos a lo largo de seis cortes fue el método de siembra asociada; como mejor tratamiento de fertilización para el método de siembra asociada y separada fue el F4 con 23.34 T/HA y 21.71 T/HA, respectivamente. Es muy probable que los tratamientos F3 y F4 hayan arrojado tales rendimientos debido a las altas dosis de fertilizante fosfatado utilizado. Sin embargo, en el quinto corte hubo disminución de rendimientos, debido, principalmente, a las condiciones medioambientales de invierno.

En cuanto a los resultados reportados por otros autores en producción de forraje seco en esta especie, Davies y Edye (1959), en Australia, obtuvieron rendimientos de 13.5 T/HA. En Canadá, Hubbard (1960) obtuvo 15 T/HA. Henzell (1963), en Australia, alcanzó rendimientos de más de 11 T/HA. Sin embargo, en Sudáfrica, Edwards y Visser (1967) reportaron rendimientos de materia seca de 0.4 T/HA en el primer año; de 5.8 a 7.8 T/HA en el segundo y tercero.

Para México, la S.A.G. (1968) reportó rendimientos de -- S. alum, de 15.98 T/HA de forraje seco en el primer año y 15.19 T/HA en el segundo, en su campo experimental de Chapingo, México; y para su campo experimental de Mexicali, - Baja California, 17.5 T/HA. En un trabajo más reciente, Flores (1983) presenta para Sorghum alum una fluctuación entre 16.12 y 31.20 T/HA en Tepetzingo, Morelos.

En lo que se refiere a los datos obtenidos en el presente trabajo, los resultados totales anuales son muy semejantes a lo reportado por la S.A.G. (1968) en Mexicali, Baja California, y también por lo reportado por Flores (1983).

TABLA 4

RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN T/HA POR CORTES Y TOTAL
Macroptilium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON Sorghum alnum

METODOS DE SIEMBRA

C O R T E S

T O T A L

	F 1	2	3	4	5	6	
	*					*	
Asociada	F0 0.004 a	F0 0.025	F0 0.035	F0 0.052	F0 0.015 a	F0 0.032	F0 0.116
	F2 0.004 a	F1 0.043	F1 0.035	F1 0.067	F1 0.030 a	F1 0.105	F2 0.255
	F1 0.005 a	F2 0.031	F2 0.120	F2 0.075	F3 0.030 a	F2 0.077	F3 0.284
	F4 0.005 a	F3 0.054	F3 0.052	F3 0.045	F2 0.065 a	F3 0.060	F1 0.372
	F3 0.014 a	F4 0.073	F4 0.112	F4 0.105	F4 0.065 a	F4 0.082	F4 0.442
\bar{X}	0.066 A	0.045	0.071	0.069 A	0.041	0.071	0.303
Separada	F1 0.209 a	F0 0.277	F0 0.297	F0 0.532	F0 0.282 a	F0 0.762	F0 2.39
	F2 0.213 a	F1 0.238	F1 0.407	F1 0.492	F2 0.382 a	F1 0.995	F2 2.59
	F4 0.240 a	F2 0.220	F2 0.345	F2 0.532	F4 0.432 b	F2 0.903	F3 2.68
	F0 0.245 a	F3 0.293	F3 0.277	F3 0.600	F1 0.467 b	F3 1.210	F4 2.80
	F3 0.295 b	F4 0.337	F4 0.072	F4 0.595	F3 0.625 c	F4 0.992	F1 3.30
\bar{X}	0.240 B	0.273	0.270	0.550 B	0.492	0.973	2.79

FIG. 12 RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN T/HA POR CORTES DE *Macroptilium atropurpureum* EN LA ASOCIACION CON *Sorghum alnum*

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

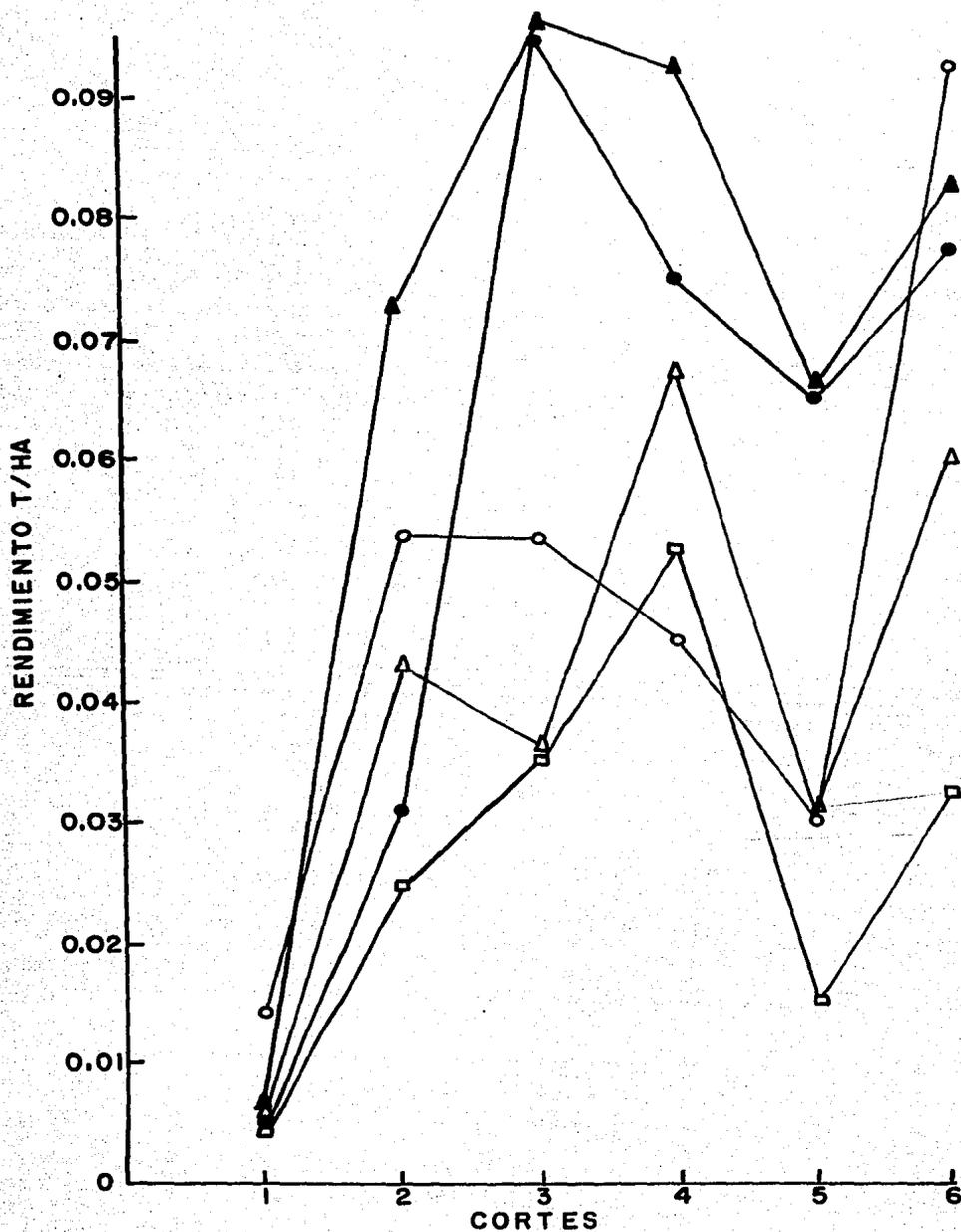
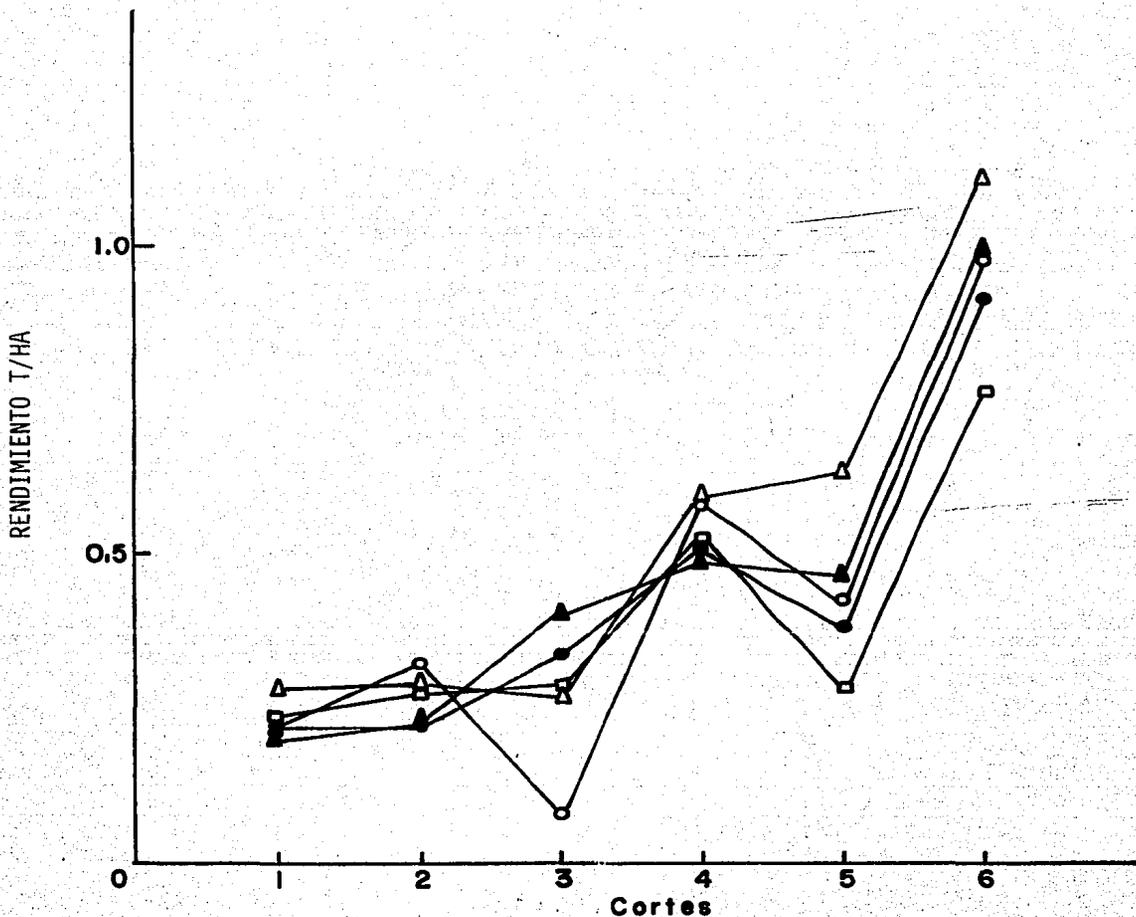


FIG.13 RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN T/HA POR CORTES DE Macroptilium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON Sorghum almum

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES



5. Composición Botánica de la Asociación por Cortes de Sorghum almum / Macroptilium atropurpureum.

Para esta variable se analizaron estadísticamente sólo los porcentajes del sorgo en la asociación, considerando que la diferencia a 100% corresponde a siratro. El análisis de varianza detectó efecto significativo en los cortes 3, 4, 5 y 6, solamente para métodos de siembra (TABLA 5)

En el primer corte en los métodos de siembra asociada y separada los porcentajes variaron un poco, pero sin mostrar efecto significativo: 99.88% y 95.45%, respectivamente. En la siembra asociada y separada los valores de sus tratamientos de fertilización son muy similares entre sí (Figuras 14 y 15).

Para el segundo corte los resultados en los métodos de siembra asociada y separada no mostraron diferencia significativa; sin embargo, la siembra asociada obtuvo 99.39%, mientras que la separada 93.77%. Para los métodos de siembra asociada y separada en cuanto a sus tratamientos de fertilización, tampoco se mostró ningún tratamiento con incrementos mayores con respecto a los demás.

En el tercer corte la siembra asociada mostró diferencia significativa con respecto a la siembra separada, con valores 98.57% y 80.54%, respectivamente. En el caso de la fertilización para la siembra asociada, se observa en la FIGURA 14 un grupo de curvas muy similares; para todos los tratamientos fue muy parecido, sin manifestarse ningún tratamiento como el mejor.

En el cuarto corte, el método de siembra asociada obtuvo mayor porcentaje, 96.05%, en relación a la siembra separada, 82.06%. Los tratamientos de fertilización para la siembra asociada se presentaron muy semejantes (FIGURA 14); sin embargo, el F2 fue el más bajo, 90.44%, con respecto al F3, 98.15%, el mayor. En la siembra separada el porcentaje menor fue para F3, 79.78%, y el mayor para F1, 83.79%.

Para el quinto corte, los valores en los métodos de siembra asociada y separada fueron de 99.91% y 99.55%, respectivamente. Tanto en la siembra asociada como la separada los porcentajes no manifestaron ningún tratamiento como el mejor.

En el sexto corte los porcentajes en los métodos de siembra asociada y separada fueron 99.92% y 99.02%, respectivamente. Para ambas siembras, en los porcentajes de los tratamientos de fertilización no hubo ninguno que sobresaliera.

La respuesta de los métodos de siembra y de fertilización se reflejan durante los seis cortes (TABLA 5). Se observa que el método de siembra asociada fue el que obtuvo mayores porcentajes del sorgo con respecto a la siembra separada.

En cuanto a los porcentajes de los tratamientos de fertilización, todos se presentaron en los cortes de forma muy semejante.

Algunos autores reportan incrementos de porcentaje con la asociación gramínea-leguminosa, así como con la aplicación de fertilizantes. De acuerdo a lo reportado, el crecimiento

de enredadera se manifestó poco en este experimento, así como la efectividad competitiva con el sorgo; por lo que respecta a la nodulación con las bacterias nativas del suelo, no se observó en ningún tratamiento.

Los datos presentados a lo largo de este experimento mostraron diversas fluctuaciones en los rendimientos con respecto a los diferentes autores.

Goncalves y Barreto (1979) obtuvieron que en densidades de siembra de 15 Kg/HA para la gramínea obtuvo 47%, mientras que para siratro 9% y el restante de una invasora en un primer corte; en un segundo, encuentra en la misma densidad de siembra 93% de la gramínea y 7% de la leguminosa.

Patridge (1980), en pruebas de pastoreo en suelos de colina, en Fiji, con una leguminosa, Desmodium heterophyllum, la cual incrementó la frecuencia y contribución en porcentaje con aplicaciones de superfosfato. Cóser y Moraschin (1981) reportan que en una asociación de mijo y sorgo, el sorgo obtuvo un 23% más que el primero.

Con respecto a los porcentajes obtenidos, se puede notar que hubo respuesta significativa en los métodos de siembra. Cabe mencionar que la respuesta de siratro en este trabajo es pobre; sin embargo, logró incrementar el porcentaje en la siembra separada (TABLA 6 y FIGURAS 16 y 17).

TABLA 5

COMPOSICION BOTANICA DE LA ASOCIACION POR CORTES Y PROMEDIO
 TOTAL DE Sorghum alnum / Macroptilium atropurpureum

PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

METODOS DE SIEMBRA

C O R T E S

T O T A L

	F	1	2	3	4	5	6	
Asociada	F0	99.94	F0 99.58	F0 98.74	F2 90.44	F0 99.98	F0 99.96	F2 97.98
	F1	99.91	F1 99.46	F1 98.97	F4 97.00	F1 99.71	F1 99.89	F4 98.94
	F2	99.93	F2 99.42	F2 98.26	F1 97.19	F2 99.94	F2 99.92	F1 99.18
	F3	99.73	F3 99.41	F3 99.10	F0 97.45	F3 99.98	F3 99.94	F0 99.27
	F4	99.93	F4 99.09	F4 97.80	F3 98.15	F4 99.96	F4 99.91	F3 99.38
\bar{X}		99.88	99.39	98.57 A	96.05 A	99.91 A	99.92 A	98.95
Separada	F0	94.77	F0 92.85	F0 83.76	F3 79.78	F0 99.71	F0 99.23	F3 90.52
	F1	95.65	F1 94.44	F1 82.04	F2 82.03	F1 99.52	F1 99.00	F4 91.44
	F2	95.79	F2 95.29	F2 80.89	F4 82.09	F2 99.61	F2 99.09	F2 92.11
	F3	95.25	F3 93.46	F3 76.48	F0 82.62	F3 99.36	F3 98.79	F1 92.40
	F4	95.58	F4 92.90	F4 79.57	F1 83.79	F4 99.54	F4 99.00	F0 93.15
\bar{X}		95.45	93.77	80.54 B	82.06 B	99.55 B	99.02 B	91.72

FIG. 14 PORCENTAJE DE FORRAJE SECO POR CORTES DE *Sorghum almum* EN LA ASOCIACION CON *Macroptilium atropurpureum*

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

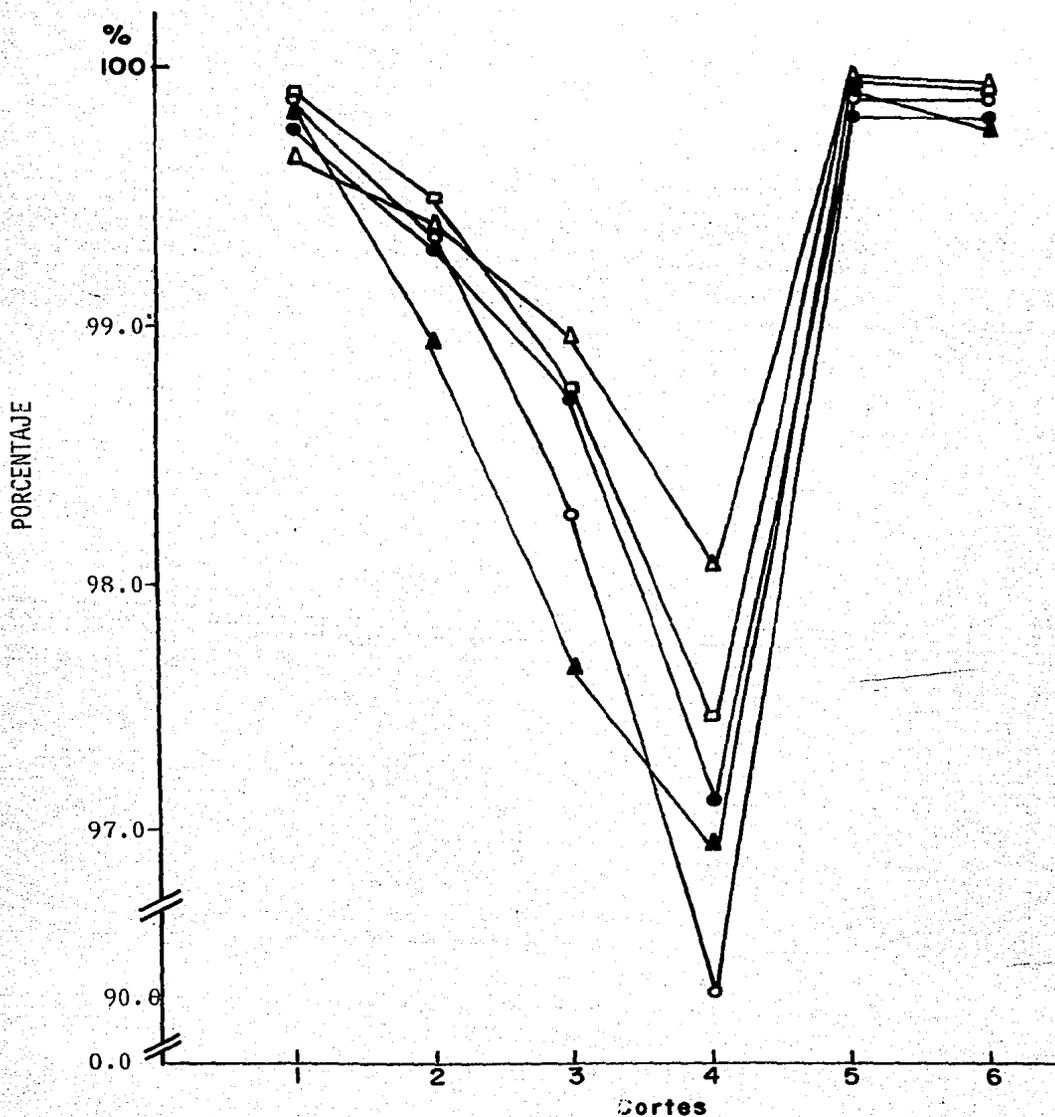


FIG.15. PORCENTAJE DE FORRAJE SECO POR CORTES DE Sorghum almum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

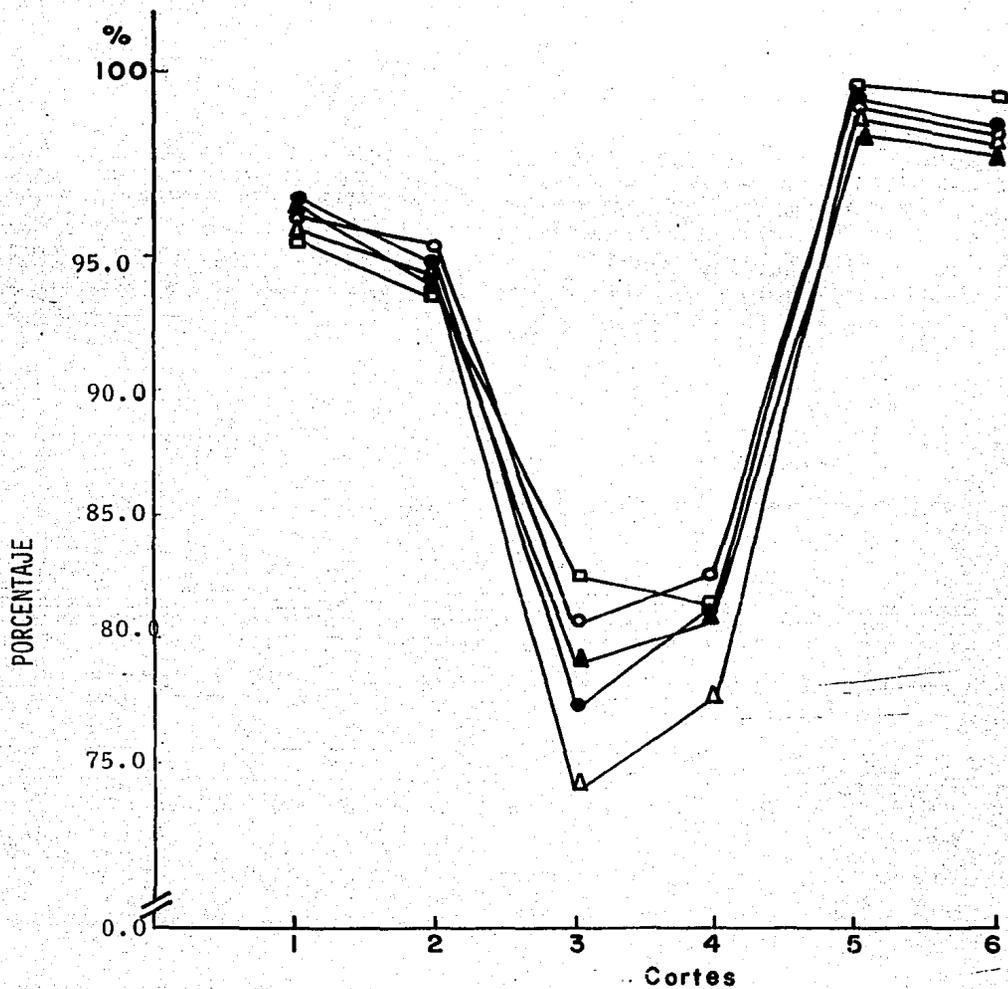


TABLA 6

COMPOSICION BOTANICA DE LA ASOCIACION POR CORTES Y PROMEDIO
TOTAL DE Macroptilium atropurpureum / Sorghum alnum

PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

METODOS DE SIEMBRA

C O R T E S

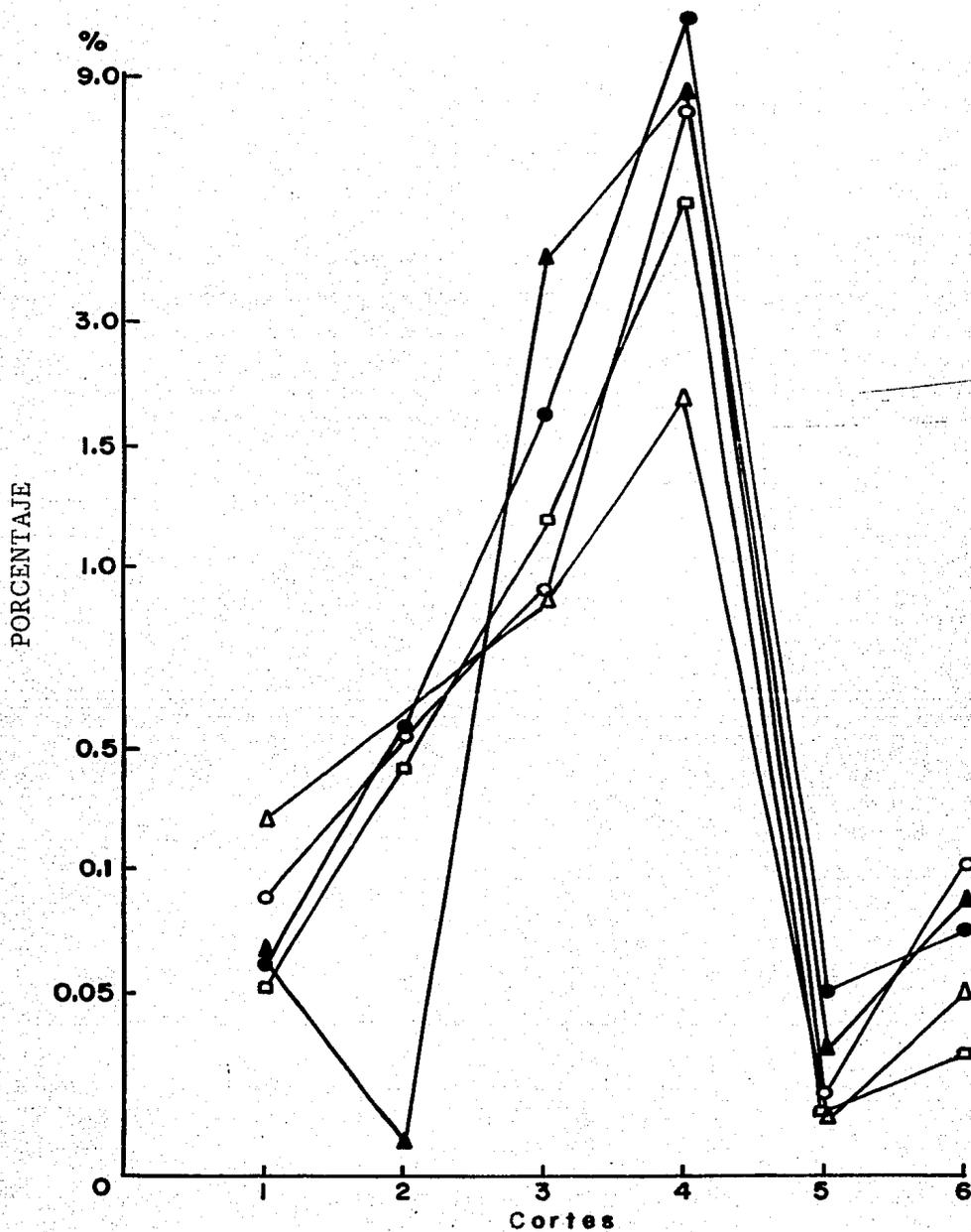
T O T A L

F

Asociada	F0 0.06	F0 0.42	F0 1.26	F2 9.56	F0 0.02	F0 0.04	F3 0.61
	F1 0.09	F1 0.54	F1 1.03	F4 3.00	F1 0.29	F1 0.11	F0 0.72
	F2 0.07	F2 0.58	F2 1.74	F1 2.81	F2 0.06	F2 0.08	F1 0.81
	F3 0.27	F3 0.59	F3 0.90	F0 2.55	F3 0.02	F3 0.06	F4 0.90
	F4 0.07	F4 0.01	F4 2.20	F3 1.85	F4 0.04	F4 0.09	F2 2.01
\bar{X}	0.02	0.61	1.43	3.95	0.09	0.08	1.03
Separada	F0 5.23	F0 7.15	F0 16.24	F3 20.22	F0 0.29	F0 0.77	F1 7.59
	F1 4.35	F1 5.56	F1 17.96	F2 17.97	F1 0.48	F1 1.0	F0 7.84
	F2 4.21	F2 4.71	F2 19.11	F4 17.91	F2 0.39	F2 0.91	F2 7.88
	F3 4.75	F3 6.54	F3 23.52	F0 17.38	F3 0.64	F3 1.21	F4 8.55
	F4 4.42	F4 7.10	F4 20.43	F1 16.21	F4 0.40	F4 1.00	F3 9.48
\bar{X}	4.6	6.23	19.46	17.97	0.45	0.98	8.28

FIG.16 PORCENTAJE DE FORRAJE SECO POR CORTES DE Macroptilium atropurpureum DE LA ASOCIACION CON Sorghum alnum

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES



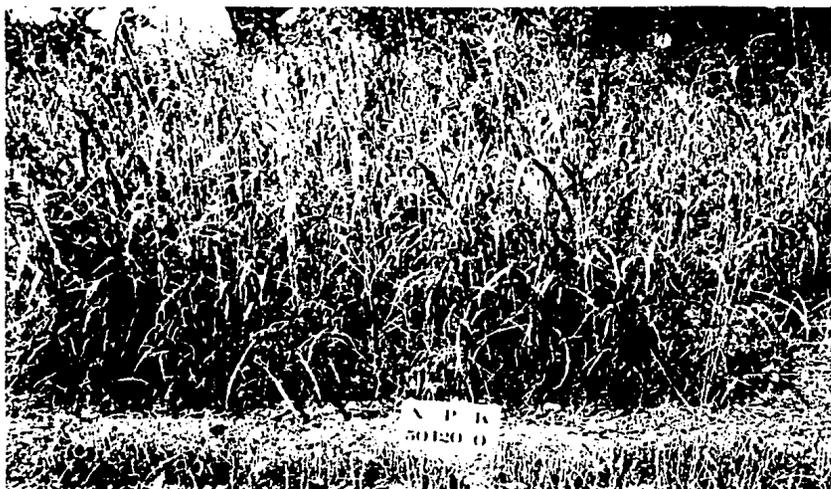


Fig.22 Unidad experimental correspondiente al tratamiento F2 en siembra asociada. Nótese el vigor del sorgo que prácticamente cubrió a siratro.



Fig.23 Otro aspecto de la siembra separada donde siratro se desarrolló mejor. En este caso correspondió al tratamiento F2.

FIG.17 PORCENTAJE DE FORRAJE SECO POR CORTES DE Macroptilium atropurpureum / DE LA ASOCIACION CON Sorghum alnum

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

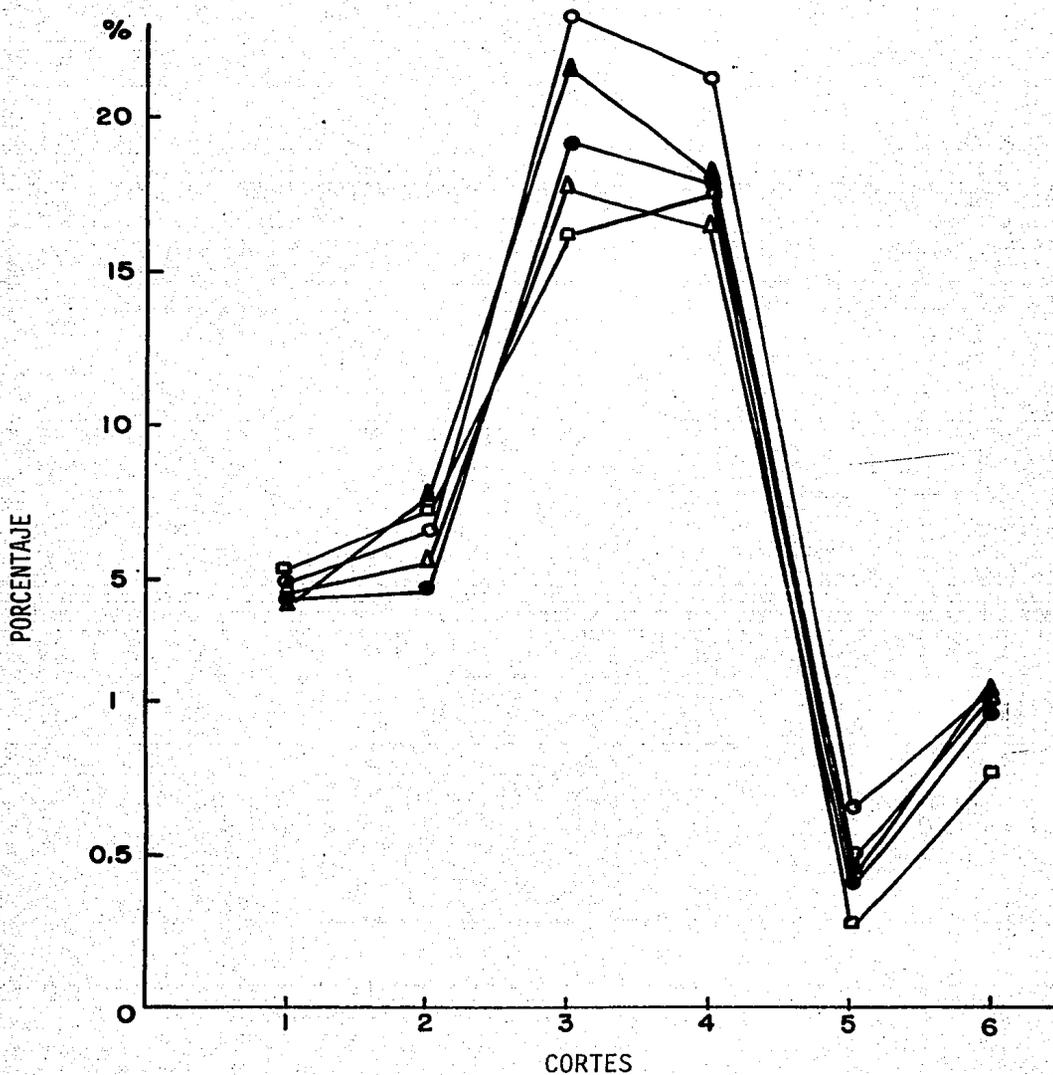


FIG.18 RENDIMIENTO TOTAL EN T/HA EN PESO FRESCO PARA LA ASOCIACION Sorghum aluum / Macroptilium atropurpureum EN SECO PARA LA MISMA ASOCIACION Y POR ESPECIE.

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

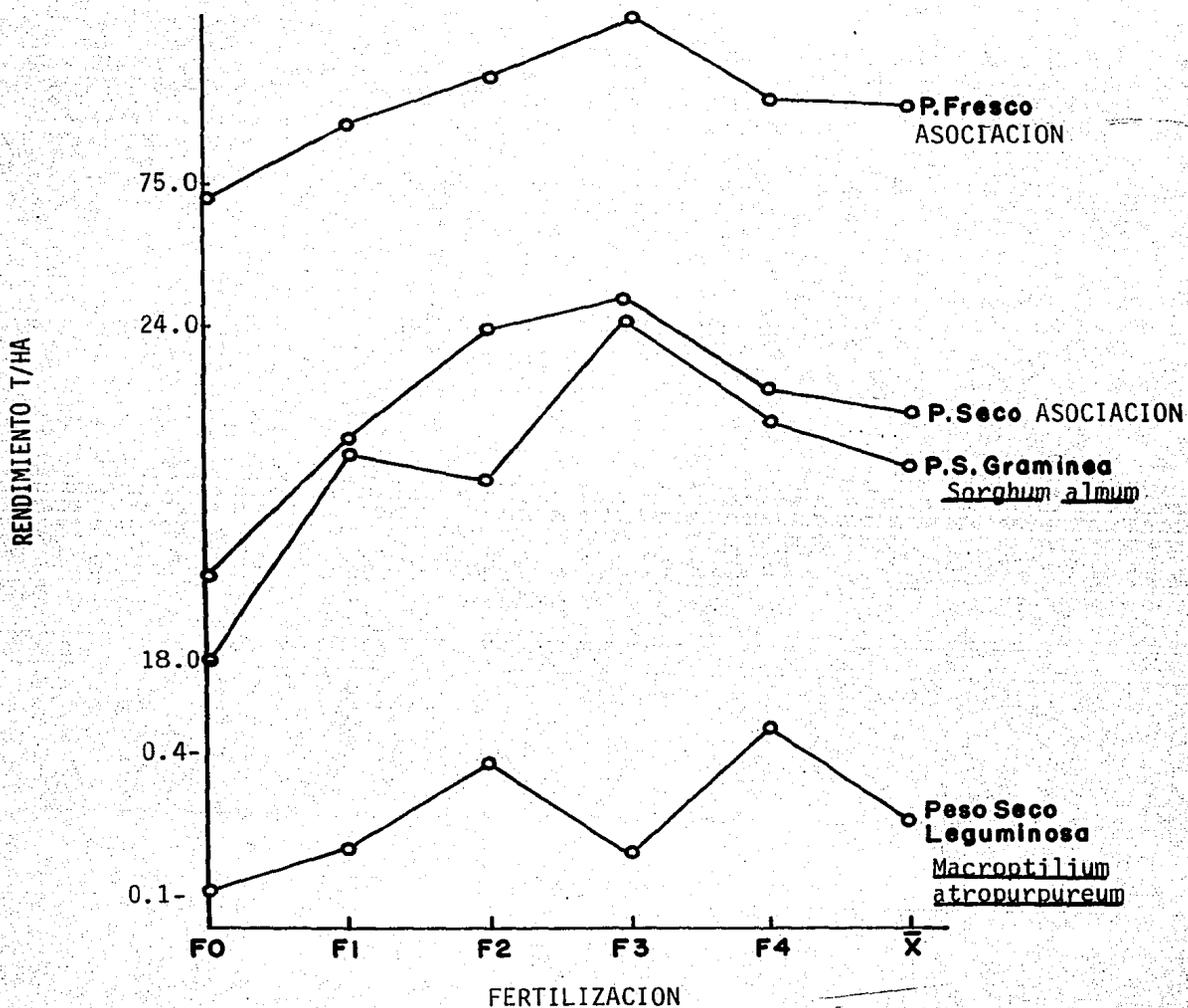


FIG.19 RENDIMIENTO TOTAL EN T/HA EN PESO FRESCO PARA LA ASOCIACION Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum EN SECO PARA LA MISMA ASOCIACION Y POR ESPECIE.

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

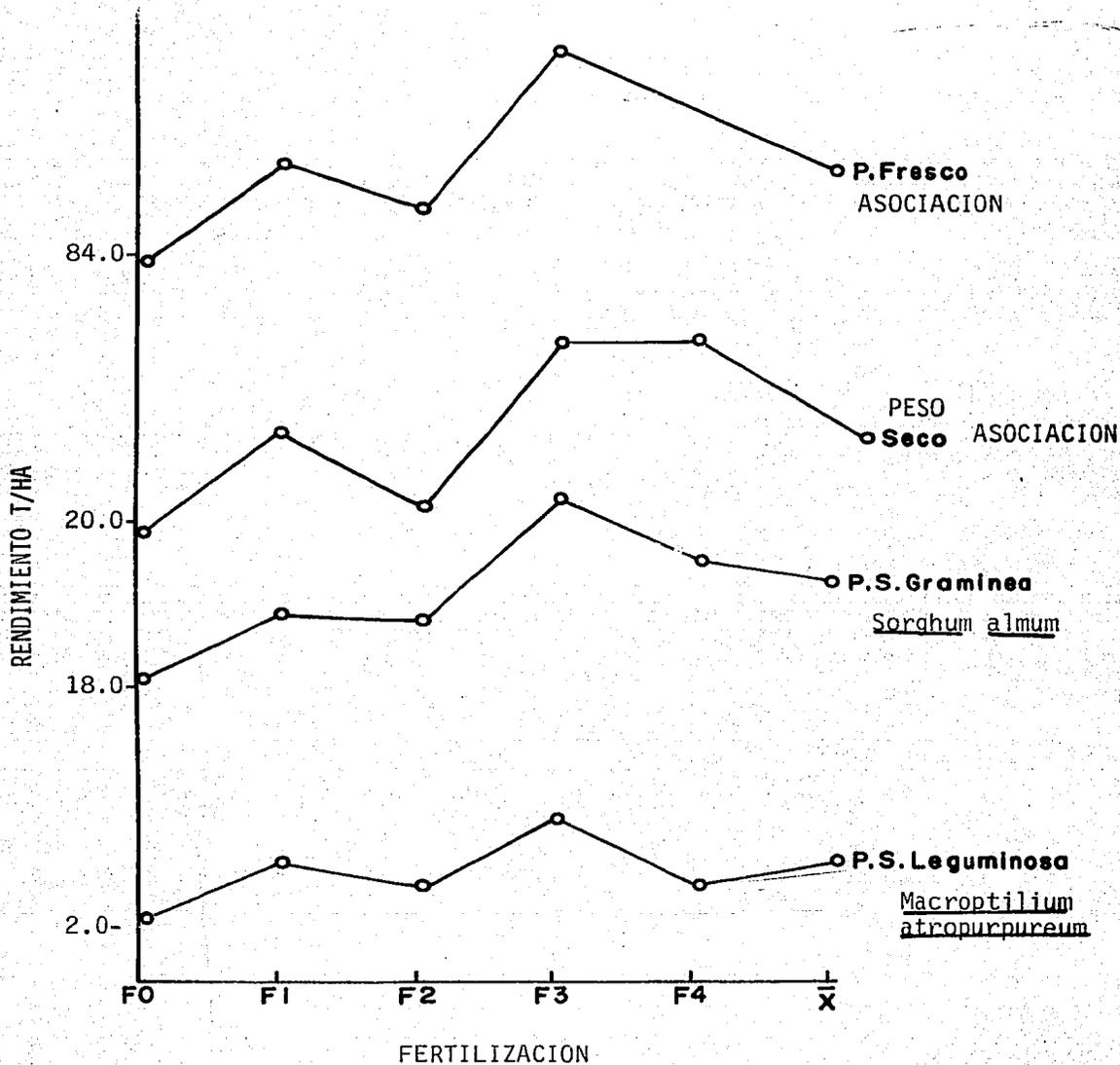




Fig.20. Aplicación del fertilizante después del corte en este caso corresponde a la siembra separada y en particular a siratro.



Fig.21 Aspecto que mostraron las especies estudiadas en el tratamiento F1 en siembra separada en el ciclo correspondiente al segundo corte.

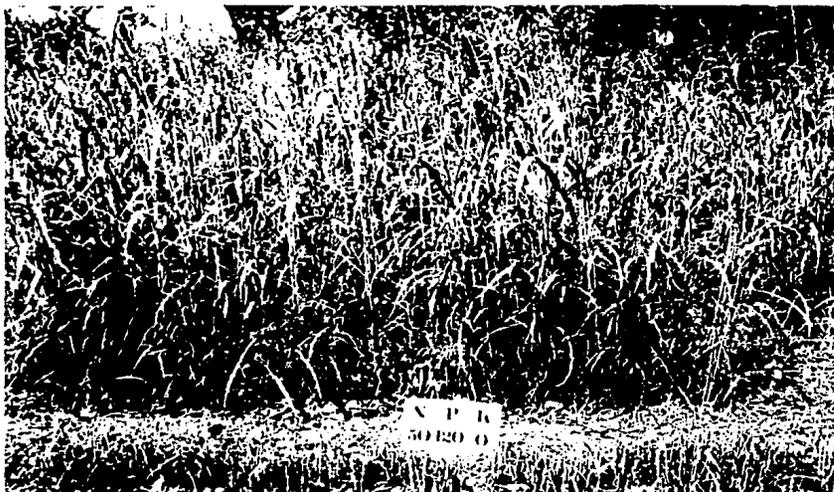


Fig.22 Unidad experimental correspondiente al tratamiento F2 en siembra asociada. Nótese el vigor del sorgo que prácticamente cubrió a siratro.



Fig.23 Otro aspecto de la siembra separada donde siratro se desarrolló mejor. En este caso correspondió al tratamiento F2.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir lo siguiente:

1.- Rendimiento de forraje fresco de la asociación.

Para la asociación Sorghum alnum / Macroptilium atropurpureum no se encontró efecto de los métodos de siembra, ni de los niveles de fertilización; sin embargo, el método de siembra separada y las dosis altas de fertilizante presentaron los rendimientos más altos.

2.- Rendimiento de forraje seco de la asociación.

En la asociación Sorghum alnum / Macroptilium atropurpureum hubo efecto de los métodos de siembra y los niveles de fertilización, siendo la siembra separada y las dosis altas de fertilizante donde se obtuvieron los rendimientos más altos.

- Para el sorgo en forma individual en la asociación con la leguminosa, no se manifestó efecto en los métodos de siembra y niveles de fertilización; no obstante, la siembra asociada y las dosis mayores de fertilizante registraron los valores más altos.

- Para la leguminosa en forma individual en la asociación con el sorgo tampoco se manifestaron efectos de los factores probados; de la misma manera, los valores más altos se obtuvieron en los niveles de fertilización mayores y, a diferencia del sorgo, el método fue la siembra separada.

3.- Composición botánica de la asociación.

- El sorgo representó el porcentaje mayor en la asociación y se favoreció con la siembra asociada.
- La leguminosa registró el porcentaje más bajo y la siembra separada incrementó más la proporción de esta especie en la asociación.

Consideraciones finales

Si bien este trabajo ha permitido alcanzar a lo largo de un año experimental la observación de la interacción gramínea-leguminosa, no así con la respuesta esperada de la leguminosa, que no mostró competitividad, por lo que es recomendable en trabajos posteriores probar otras leguminosas más agresivas y de establecimiento más rápido.

VII. LITERATURA CITADA

- Abraham, C.I. and Singh S.P. 1984. Weed management in sorghum-legume intercropping systems. *Journal Agric. Sci., Camb.* 103: 103-115.
- Andrew, C.S. and Robins, F.M. 1969. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. *Australian Journal Agric. Research.* Vol. 20: 665-674.
- Bauer, L.D. 1956, *Soil Physic.* John Wiley and Sons. New York, 489 p.
- Black, C.A. 1965, *Methods of Soil Analysis.* Tomo I, American Society of Agronomy. Madison, E.U.A. 25-30.
- Bogdan, A.V., 1977. Tropical pastures and fodder plants. *Tropical Agriculture Series.* Longman, London, 1a. Ed., 264-268, 379-385.
- Bouyoucos, G.J., 1963. Directions for making mechanical analysis of soil by hidrometer method. *Soil Sci.* 42: 25-30.
- Bray, H.H. y Kurtz T.L. 1945. The determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 49: 439-445.
- Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen In: C.A. Black (ed.) *Methody of Soil analysis.* Am. Soc. Agron. Mon. 9: 1149-1178.
- Cook, J. Lowe, F. 1977 Establishment of Siratro pasture. *Tropical Grassland Vol. 11:* 41-48.
- C6ser, C.A. e Maraschin E.C. 1981. Produç3o e qualidade da forragen de milheto com6n e Sorgo CU. Sordan NK solo pastejo. *Pesq. Agropec. Bras., Brasilia* 16 (3): 397-403.
- Davis, J.G. y Edye, L.A. 1959. *Sorghum alnum* Parrodi-avaluable Summer-growing perennial grass, *J. Aust. Inst. Agric. Sci.,* 25, No. 2, 117-127.

- Edwards P.J and Visser J.H., 1967. Columbus grass as a cultivated pasture Ctop. Fmg. S. Afr. 43 No. 6. 11.
- Flores, R.D. 1981. Productividad de praderas artificiales con diferentes dosis de fertilización y abonamiento en umbrantes depts mulicoverticos. Tesis de Grado Doctor Fac. de Ciencias. U.N.A.M., 252 p.
- _____ 1983. Evaluación de asociaciones gramínea-leguminosa en el municipio de Puente de Ixtla, Morelos, enviada para publicación. Rev. del Instituto de Geología. U.N.A.M.
- _____ 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 (en prensa). Revista del Inst. de Geología. U.N.A.M.
- Freitas, E.A.G. y Saibro J.C. 1976. Digestibilidad in vitro e proteína de cultivares de sorgo e milho forrageiro para pastejo. Am. Tec. Inst. Pesq. Zootec., Porto Alegre, 3: 317-30
- Fuentes, F.R. 1973. Respuesta de sorgo Almum (sorghum almum), a la fertilización en microparcels de campo. Técnica Pecuaria. 45.
- Goncalves N.O.J., e Barreto, L.I. 1979 Densidade de semadura e produção de matéria seca do campin-de rhodes e do siratro. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia 14(3): 273-278.
- Grof, B. y W.A.T. Harding, 1970, Dry matter yields and animal production of Guinea grass (Panicum maximum) on the humid tropical coast of north Queensland. Tropical Grassland, 4, No. 1, 85-95.
- Hanzell, E.F.? 1963, Nitrogen Fertilizer responses of pasture grasses in south-eastern Queensland, Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb. 3, 290-299.
- Hubbard, W.A. 1960, Sorghum almum. Forage Notes 6, No. 1, 18-19.
- Hutton, E.M. 1962. Siratro-a tropical pasture legume bred from Phaseolus atropurpureus. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 2: 117-125
- Jones, J.R. 1974. Effect of previous cutting interval and of leaf area remaining after cutting on regrowth of Macroptilium atropurpureum C.v Siratro Aust. J. of Exp. Agric. Anm. Husb. 14: 343-348.

- _____ 1975. Effect of soil fertility, Weed competition, desolation and legume seeding rate on establishment of tropical pasture species in south-cast Queensland. Aust. J. of Exp. Agric. Anm. Husb. 15: 54-63.
- _____ 1974. Effect of an associate grass, cutting interval, and cutting height on yield and botanical composition of siratro, pasture in sub-tropical environment. Aust. J. of Exp. Agric. Anm. Husb. 14:335-42.
- _____ and Jones R.M. 1977. The ecology of siratro-based pasture in "Plant Relations in Pasture" (Ed. J.R. Wilson, C.S.I.R.O. Melbourne, An. Press).
- Johansen C. 1976. Concentration of nutrient elements in parts of siratro as affected by phosphorus supply and plant age. Commun in soil science and plant analysis, 7 (6) 527-545.
- Johansen J. Kerridge C.P., Luck E.P., Cook, G.B., Ipwek F. and Ostawski, H. 1977. The residual effect of molibdenum fertilizer on growth of tropical pasture legumes in a sub-tropical environment. Aust. J. of Exp. Agric. Anm. Husb. Vol. 17: 961-968.
- Kretschmer, A.E.? 1970. Production of annual and perennial tropical legumes in mixture with pongola grass and other grass in Florida, PROC. 11th. Grassland Congr., Surfers Paradise 1970, 149-53.
- _____ 1972. Siratro (*Phaseolus atropurpureus*, D.C.) a Summergrowing perennial pasture legume for central and south, Florida Circ. Fla. Agric. Exp., No. 5, 124.

- _____ Merkle, E.K. and Dolby, G.R. 1980. Critical phosphorus concentration in parts of Macroptilium atropurpureum Cv. Siratro and Desmodium intortum Cv. Greenleaf as -- effected by plant age. Aust. J. Agric. Res. 31: 693-702.
- _ Ludlow, M.N. and Wilson, G.L. 1970. Studies on the productivity of tropical pasture plants. II Growth Analysis, photosynthesis, and respiration of 20 species of grass and legums in a controlled environment. Aust. J. of Agric. Res. 21: 183-194.
- _ Madeiros, R.B. 1972. Efeito do nitrogenio e da populaco de proteina bruta de sorgo e milho forrageiros, Porto Alegre, UFRGS Fac. de Agron., 91 p. Tese Mestrado Agron. Fitotecnia.
- _ Minson, J.D. and Wilford, R. 1966. The energy values and nutritive of Digitaria decumbens, Sorghum almum, Phaseolus atropurpureus : Aust. J. Agric. Res. 17: 411-423.
- _ Monzote, M. Fuentes, F. and Garcia M. 1982. Sowing methods and -- cutting frequency for the siratro/ native pasture associations under non-irrigation conditions. Journal of Agriculture. S.C. (Cuba). V: 16(2) 219-228 Jul.
- _____ y Garcia, M. 1983. Asociaciones de leguminosa tropicales con pangola (Digitaria decumbens stent) II. Evaluación bajo pastoreo simulado y rehabilitación. Rev. Cubana. Cienc. Agrc. 17: 91.
- _ Munsell, Soil Chart. 1954 Edition Munsell color Co. Baltimore Maryland USA.

- _ Nestel, B. L. y Creek M. J. 1962 Pangolagrass, Herb. Abstr. 32, No.4
265-71.
- _ Norris, D. O. 1972 Leguminosus Plant in tropical pasture. Tropical
Grassland, 6: 159-70
- _ Olalde, Q.J. 1983. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfata-
da sobre la composición química de la materia seca de dos
pastos nativos. (Paspalum spp. y Axonopus spp.) Tesis Pro-
fesional. (M.V.Z.) Fac. de Vet. y Zoo. 120p.
- _ Paredes, F. O. 1968. Estudio comparativo de la producción devacas
lecheras con tres diferentes clases de praderas artificiales
de corte. (Tesis Profesional). M.V.Z. U.N.A.M.
- _ Patridge J.I. 1975 The improvement of mission grass (Pennisetum
polystachyon in Fiji by Topdressing super phosphate and -
over sowing a legume (Macroptilium atropurpureum), Tropical
Grassland, Vol 9: 45-51.
- _____ 1980. The effect of grazing and superphosphate on a natura-
lised legume Desmodium heterophyllum on Hill land in Fiji.
Tropical Grassland, Vol 14 No. 2; 63-68.
- _ Rayment, G.E. Bruce, C. R. and Robbins, B.G. 1977. Response of es-
tablished siratro (Macroptilium atropurpureum cv. siratro)
pastures in South East Queensland to phosphorus fertilizer.
Tropical Grassland Vol. 11 No. 1; 67-77
- _ Reneau, R. B. Jr., Jones D. G. and Friedericks, James. B. 1983
Effect of P and K on yields and chemical composition of
forage sorghum. Agronomy Journal, Vol. 75: 5-8.
- _ Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and -
alkali soil U.S. Dept. Agr. Hand. book 60. 172p.

- _ Robles. S. R. 1979. Producción de granos y forrajes. ed. Limusa segunda Ed. México D.F. 592p.
- _ S.A.G.; 1968. Adelantos de la ciencia agrícola en México Informe de labores del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola Trienio 1963-1965. 161.204.p
- _ Sherrell. G.C. 1984. Effect of Molybdenum concentration in the seed on the response of pasture legumes to molybdenum, New Zealand journal of Agriculture Research. Vol. 24: 417-423.
- _ 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.
- Tohill C. J. and Jones M. R. 1977. Stability in Sown and over sown siratro pastures Tropical Grassland. Vol 11: 55-65.
- _ Torres, V. 1982. Estimación del tamaño óptimo de la parcela en experimentos con pastos. Rev. Cubana. Cienc. Agric. 15: 277.
- _ Vega, R.E.J. 1979. Evaluación de fuentes de fertilizantes fosfóricos con diferentes capacidades de fijación de fósforo. Tesis de grado M en Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. 102p.
- _ Walkley, A.L. and Black, A. 1947 A rapid determination of soil organic matter. Journal Agric. Sci. 25: 598-636.
- _ Wilman, D. 1975. Nitrogen and Italian rye grass. 2. Grown up to 14 weeks: Nitrogen, phosphorus and potassium content and yield J.Br. Grassland. Soc. 30, 234-249.
- _ Wilson, J. R. 1972. Comparative nodulation, nitrogen fixation and growth of Glycine wightii Cv. Cooper and Phaseolus atropurpureus. Cv. siratro seedlings. Aust. J. Agric. Res. 23: 1-8.

- _____ and Wong.C.C. 1982. Effect of shade on some factors influencing nutritive quality of Green Panic and Soratro pastures. Aust. J. Agric. Res., 33: 937-949.
- ___ White. R.E. and Haydock, P.K. 1970. Phosphate concentration in siratro as a guide to its phosphate in the field. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. Vol.10:426-430.
- ___ _____ 1972. Absorption and utilization of phosphate by Stylosanthes humilis, Phaseolus atropurpureus, and Desmodium intortum Plant and Soil.36:427-447.
- ___Whiteman, P.C. 1968 Effect of temperature on the vegetative growth of six tropical legume species. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.8; 528-32.
- ___Wong.C.C. and 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 frequencies. Aust. J. Agric. Res. 31: 269-285.
- ___ Yamanaka,K.and Holl, B.F. 1984. Effects of N Seeding rate on grass-legume mixtures on coal Mine Soils : Biomass production, soil Factors, and N₂ Fixation. Agronomy Journal Vol.76.
- ___ 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., 4 No15: -- 326-335.