

201
2es



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**CONTENIDO Y RENDIMIENTO DE FOSFORO
DE LA ASOCIACION**

***Sorghum alnum / Macroptilium atropurpureum*
BAJO DOS METODOS DE SIEMBRA Y CINCO NIVELES
DE FERTILIZACION EN EL EJIDO DE TEPETZINGO, MOR.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

B I O L O G O

P R E S E N T A :

MARGARITA URZUA RAMIREZ

México, D. F.

1987



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

	PAG.
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	3
II. REVISION DE LA LITERATURA	4
1. Clasificación taxonómica y características generales de las especies estudiadas.	4
2. Rendimiento y valor nutritivo por uso de - fertilizantes.	6
3. Asociación gramínea-leguminosa.	11
4. Manejo.	15
5. Concentraciones y efectos de algunos nutri- mentos en ciertas especies forrajeras.	19
III. CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO	26
1. Localización.	26
2. Geología.	26
3. Edafología.	27
4. Clima.	27
5. Uso del suelo.	28
6. Uso potencial.	28
IV. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO	34
1. Fase de campo.	34
1.1. Diseño experimental.	34
1.2. Características y preparación del - terreno.	36
1.3. Muestreo del suelo.	36
1.4. Siembra.	36

	PAG.
1.5. Labores culturales.	36
1.6. Cosecha.	37
2. Fase de laboratorio.	37
2.1. Análisis del suelo.	37
2.2. Análisis del material vegetal.	38
3. Fase de gabinete.	40
3.1. Análisis estadístico.	40
V. RESULTADOS Y DISCUSION	41
1. Contenido de fósforo.	41
1.1. En la asociación <u>S. alnum/M. atropurpureum</u> .	41
1.2. En <u>Sorghum alnum</u> en asociación con <u>Macroptilium atropurpureum</u> .	47
1.3. En <u>Macroptilium atropurpureum</u> en asociación con <u>Sorghum alnum</u> .	53
2. Rendimiento de fósforo.	61
2.1. En la asociación <u>S. alnum/M. atropurpureum</u> .	61
2.2. En <u>Sorghum alnum</u> en asociación con <u>Macroptilium atropurpureum</u> .	66
2.3. En <u>Macroptilium atropurpureum</u> en asociación con <u>Sorghum alnum</u> .	72
VI. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	82
1. Contenido de fósforo.	82
2. Rendimiento de fósforo.	82
VII. LITERATURA CITADA	84

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de determinar el efecto de dos métodos de siembra y cinco niveles de fertilización en el contenido y rendimiento de fósforo en la asociación Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum, en suelos del ejido de Tepetzingo, Morelos. 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 desarrolló en condiciones de campo y bajo riego durante un año, lapso en el cual se realizaron seis cortes.

Las conclusiones más relevantes señalan que el contenido de fósforo de la asociación presentó efecto para los métodos de siembra; en los niveles de fertilización tal efecto sólo se mostró en el sexto corte. Para el sorgo, en forma individual, no hubo significancia de los métodos de siembra ni de los niveles de fertilización. En la leguminosa, en forma individual, se manifestó efecto de métodos de siembra, pero en los niveles de fertilización dicho efecto se presentó en el segundo y sexto cortes. Con respecto al rendimiento de fósforo en la asociación de las especies de estudio, hubo efecto en los métodos de siembra en relación a los niveles de fertilización, los valores significativos se manifestaron en el tercero y sexto cortes; la siembra asociada obtuvo un total de 38.22 y 29.68 kg/ha, siendo éstos los valores más alto y bajo respectivamente y para la siembra separada, el rendimiento más alto fue de 43.10 kg/ha y el más bajo de 35.98 kg/ha. En sorgo, en forma individual, no hubo efecto de los métodos de siembra ni de los niveles de fertilización, pero los rendimientos totales más altos que se obtuvieron para la siembra asociada fueron 39.56 kg/ha, en comparación con 29.92 kg/ha que corresponden al valor más bajo. En la siembra separada, estos valores fueron 37.97 y 33.20 kg/ha, siendo el primero el valor más alto. Para la leguminosa, en forma individual, hubo efecto de los métodos de siembra, en los niveles de fertilización este efecto se-

mostró en el segundo y sexto cortes; el mayor rendimiento -
total fue de 0.464 kg/ha contra 0.161 kg/ha que fue el me -
nor para la siembra asociada, mientras que para la siembra -
separada los rendimientos mayor y menor fueron de 4.75 y
3.24 kg/ha respectivamente.

I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Las gramíneas y leguminosas son la base para la alimentación del ganado, el cual a su vez constituye la fuente proteica principal para la alimentación humana, debido a que de él se obtienen alimentos de gran importancia nutricional, como la carne, leche y sus derivados (Flores, 1981).

En la actualidad, los trabajos de investigación realizados sobre el manejo de praderas en el país han sido con el propósito de obtener el mejor provecho posible de dicho recurso; este problema se ha enfatizado principalmente desde el punto de vista de la aplicación de nutrimentos deficientes en los suelos, como un medio para elevar la productividad y valor nutritivo del forraje (Olalde, 1983).

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

El presente estudio tiene la finalidad de contribuir al conocimiento de la producción de forrajes en praderas artificiales.

Con base en lo anterior se planteó el objetivo específico siguiente: determinar el efecto de dos métodos de siembra y cinco niveles de fertilización en el contenido y rendimiento de fósforo de la asociación Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum en el ejido de Tepetzingo, Morelos.

II. REVISION DE LA LITERATURA

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

Sorghum alnum.

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

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

El Sorghum alnum es cultivado con 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 muy 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 esta especie puede prosperar en suelos grises y pardos, ligeramente salinos, así como también aluviales, incluyendo aluviales recientes, aunque las plantas establecidas no to-

leran la inundación. Esta especie puede soportar moderada - salinidad (Bogdan, 1977).

Macroptilium atropurpureum.

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

Nombre común Siratro

Planta perenne con tallos trepadores o rastreros que forman raíces en los nudos. Hojas con tres folíolos, los folíolos verde oscuro y ligeramente pubescentes en el haz 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 con un lóbulo en el lado externo. Flores 3 a 12, agrupadas sobre pedúnculos axilares de 10 a 30 cm de largo. Corola con alas prominentes de 15 a 17 mm de largo hondamente púrpura; estandarte más pequeño que las alas púrpura verdoso; la quilla rosada forma una espiral completa. Las vainas lineales 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 aplana, 4 mm de largo, 2.5 mm de ancho y 2 mm de grosor.

El Siratro 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 lluvia anual de 700 a 800 mm y con mejores resultados de 800 a 1600 mm. El Siratro puede crecer sobre una variedad de suelos y no requiere particularmente un suelo productivo; puede crecer sobre cenizas volcánicas y en general, prefiere suelos con textura arenosa y bien drenados, aunque puede establecerse razonablemente en suelos infértiles y con algo de anegamiento, pero no en suelos salinos (Bogdan, 1977).

Cook y Lowe (1977) hicieron una revisión bibliográfica sobre el establecimiento de praderas de Siratro, donde consideran sus atributos, factores ambientales favorables, manejo y efecto de quemas y pastoreo. Enfatizan que Siratro tiene plántulas vigorosas que están bien adaptadas a un intervalo 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. Bajo tales condiciones, los factores de manejo son de gran importancia 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 su estabilidad 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 afectarán su estabilidad. Los atributos que conducen al éxito de Siratro como una leguminosa prático-la los relacionan a su persistencia y productividad. Donde Siratro se adapta, su persistencia y productividad están aseguradas, 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 ser parcialmente el resultado de un crecimiento vigoroso de Siratro y en parte, 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 en 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.

Minson y Milford en 1966 determinaron el valor nutritivo de algunas especies forrajeras, dos pastos subtropicales Sorghum alnum y Digitaria decumbes y una leguminosa Phaseolus atropurpureum (Var. Siratro). Los cortes se hicieron a dife

rentes edades y se suministró como alimento para ovejas es-
tabuladas para medir el consumo voluntario y su digestibili-
dad energética aparente. Los valores energéticos de la mate-
ria seca se encuentran en intervalos de 4.11 a 4.48 Kcal/g-
y de materia orgánica de 4.47 a 4.94 Kcal/g. Estos tuvieron
una correlación positiva entre el valor de energía de la ma-
teria 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 determinan-
te en el contenido de energía digestible de las tres espe-
cies y el valor energético de la materia orgánica digesti-
ble varió de 3.860 a 4.801 Kcal/g. Este valor fue positiva-
mente correlacionado con el contenido de proteína. El consu-
mo de energía digestible (Kcal/Kg.) fue aproximadamente -
cuatro veces tan grande para cortes jóvenes como para cor-
tes maduros de ambos pastos. El índice de valor nutritivo -
(I.V.N.) fue estrechamente correlacionado con el consumo de
energía digestible para las tres especies ($r > 0.998$, $P < 0.001$)
pero el coeficiente de regresión para S. alnum fue signifi-
cativamente diferente de D. decumbes y P. atropurpureum. Se
discuten los méritos relativos de los métodos de energía di-
gestible y el I.V.N. expresando el valor de energía de los-
forrajes y se concluye que la energía digestible es el méto-
do más apropiado.

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

Fuentes en 1973, estudió la respuesta de Sorghum alnum a la
fertilización de NPK mediante estudios de fertilización en
microparcelas de campo. El tamaño de las parcelas fue de -

2.25 m² con 1 m² de parcela útil y una densidad de 100 plantas por m². Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un arreglo de tratamientos compuesto, analizado por superficie de respuesta. Los tratamientos fueron combinaciones obtenidas para este diseño con tres factores y cinco 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 CaSO₄ hidratado como inerte para completar las fórmulas y se hicieron perdigones de más o menos 0.75 g/perdigón; éstos 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, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda y cenizas, durante cinco años. Después de la primera temporada de crecimiento, el nitrógeno incrementó la producción de materia seca en 200%. El fósforo solo, parece ser que no tiene gran influencia en la producción de materia seca; sin embargo, se observa la interacción NP. El potasio tuvo un efecto declinante en la producción, siendo: 120-60-20 y 120-20-20, con una producción de 632 y 623 g/m² respectivamente; los de menos producción fueron: 0-40-40 y el testigo con 202 y 204 g/m² respectivamente.

Wilman (1975) estudió el contenido y rendimiento de nitrógeno, fósforo y potasio en Lolium multiflorum hasta 14 semanas de crecimiento. La aplicación de un nivel muy alto de N (196 kg/ha) aumentó el contenido de nitrógeno total y nitratos y el rendimiento a partir de la segunda o tercera 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 periodo de incremento de NPK había un periodo de aproximadamente seis semanas de rendimiento relativamente constante, seguido por una caída. El contenido de NPK 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 PK fue afectada por el nivel de N o el tiempo - de cosecha.

Rayment, et al en 1977 estudiaron la respuesta de Siratro a fertilizantes fosfatados. El fosfato de calcio se suministró a 60 kg P/ha a praderas comerciales de pasto-siratro - (Macroptilium atropurpureum cv. Siratro) en 18 experimentos conducidos durante tres años en el sudeste de Queensland, - Siratro fue el componente de mayor respuesta para incrementar la producción de materia seca. Su respuesta no pareció ser influenciada por el tipo de suelo, la asociación de pastos, porcentaje de leguminosas o precipitación pluvial. La aplicación de fósforo incrementó la concentración de éste - en Siratro solamente en algunos sitios, pero también incrementó la concentración de fósforo en los pastos en casi todos los sitios. Los pastos presentaron una competencia ventajosa sobre el Siratro por el fósforo aplicado, pero la deficiencia de N limitó su respuesta a la producción de materia seca.

Cóser y Maraschin en 1981 evaluaron NK en el mijo común (Pennisetum americanum (L) Leeke) y el sorgo cv. Sordan (Sorghum bicolor (L) Moench) bajo pastoreo continuo en un experimento en Brasil. Las especies fueron evaluadas a través de la producción de materia seca, porcentaje de materia seca, contenido de proteína cruda, digestibilidad de la materia seca in vitro y digestibilidad de la materia orgánica in vitro. Tanto el mijo como el sorgo fueron similares en la producción de materia seca, 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 seca in vitro, ambas especies respondieron en forma similar pero el mijo tenía valores más altos que el sorgo.

Reneau et al en 1983 reportaron que aunque casi siempre el fósforo (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 de los altos y bajos niveles de P sobre un intervalo amplio de niveles de K y viceversa sobre la producción y composición química del sorgo forrajero (Sorghum bicolor.) En el primer experimento el K fue aplicado en dosis: 0, 56, 112 y 224 kg/ha y se dividió con aplicación de P de 0 y 116 kg/ha. En el segundo experimento el P fue aplicado en dosis de 0, 29, 58 y 116 kg/ha y fue dividido con aplicaciones de K de 0 y 224 kg/ha. Estos estudios fueron realizados desde 1978 hasta 1980 sobre suelos arcillosos de Davidson (Rhodie Paleodult: arcillas caoliníticas y térmicas). La aplicación de K (Exp. I) incrementó la producción solamente en unos 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 tres años estudiados. En los años con menos humedad óptima, la aplicación de K incrementó la producción en los niveles altos de P. Las concentraciones de K en los tejidos se incrementaron con aplicaciones de K mientras que las concentraciones de Ca y Mg decayeron 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 ausencia o presencia de la aplicación del K), la concentración de Ca y Mg se incrementó en el tejido. Se presentó una relación lineal entre producción y concentración de Mg en el tejido.

Flores (1985) reportó el efecto de la fertilización en el rendimiento de forraje seco, contenido y rendimiento de proteína cruda y distribución de N total en tres especies de -

sorgo forrajero: Sorghum alnum, Sorghum sudanense y Sorghum bicolor en el ejido de Tepetzingo, Morelos, México. El experimento se desarrolló en condiciones de campo durante un año, lapso en el cual se realizaron 6 cortes para las dos primeras especies y cuatro para la última. Se empleó un diseño experimental bifactorial con arreglo en parcelas divididas y distribución de los tratamientos en bloques al azar con cuatro repeticiones. La especie que mostró mayor eficiencia en la producción de materia seca, 27 t/ha, fue S. bicolor. Los porcentajes más altos de proteína cruda 8.23 y 8.16% correspondieron a S. alnum y S. sudanense respectivamente. S. alnum registró el rendimiento más alto de proteína cruda 1979 kg/ha. En la distribución de N total, los porcentajes más altos se registraron en hoja, 1.71-1.71-1.04% y en la espiga, 1.69-1.60-0.98% en el orden de las especies citadas; entre las especies, los contenidos de N total más altos en hoja y tallo se registraron en S. alnum y S. sudanense, 1.72-171% y 0.62-0.55% respectivamente, en espiga el contenido más alto, 1.69% lo obtuvo S. alnum. En todos los parámetros, los valores obtenidos en los niveles de fertilización utilizados manifestaron una tendencia lineal a mayores dosis de fertilizantes químicos.

3. Asociación gramínea-leguminosa.

Partridge en 1975 realizó un estudio sobre tratamientos "al voleo" de superfosfato solo y de superfosfato con semilla de Siratro, con una frecuencia de cortes de 6 y 12 semanas y los comparó en una pradera con un pasto nativo (Pennisetum polystachon). 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 aplicado "al voleo" sin la semilla de la leguminosa no son recomendables, pero sería de utilidad el incremento de D. heterophyllum.

Neto y Leal (1979) estudiaron el efecto de la densidad de siembra sobre la producción de materia seca y composición botánica de la asociación del pasto Rhodes y Siratro. Las densidades de siembra del pasto Rhodes fueron 6, 15 y 30 kg/ha y de 3 y 10 kg/ha para Siratro, ambas especies en asociación. 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 presentó 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 pasto 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. Petrie (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 con 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 pastos de siembra sola en 38 y -

33% en los tratamientos D4 y D8. La acumulación de N en Green panic fue marcadamente mejorada por la sombra, el incremento en rendimiento de N en los brotes en cultivo solo-bajo 60 y 40% fue de 29 y 32% para el tratamiento D4 y 45 y 76% para el 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 coeficientes más bajos de extinción luminosa. Las hojas individuales tenían actividad fotosintética más grande que aquellas poblaciones sujetas a plenitud solar. Las poblaciones de Siratro que crecieron en la sombra tenían un índice de área foliar más baja 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 los suelos de diferente provisión de N 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 forraje 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 cosechados 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 tratamiento 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, Mor. 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 Centrosema; 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 variedades 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-Siratro; las asociaciones que dieron mayor rendimiento de proteína cruda fueron

las mismas nueve que produjeron los rendimientos más altos de forraje seco; y las nueve leguminosas que obtuvieron el mayor porcentaje de biomasa en la asociación son Glycine y Siratro, siempre que estén asociadas a los pastos estoloníferos.

4. Manejo.

En 1974 Jones llevó a cabo un estudio sobre los efectos de pastos asociados, intervalos de corte, altura del corte y composición botánica de Siratro en un ambiente subtropical. En este trabajo se cultivó Siratro solo y Siratro más Setaria Nandi. Los cortes se realizaron cada 4, 8, 12 ó 16 semanas a 7.5 ó 15 cm por encima del suelo en tres años. Al final de los tres años se midió la densidad de las plantas y los efectos residuales del tratamiento sobre la producción en 10 semanas de primavera y verano. La producción de Siratro fue reducida alrededor del 30% cuando creció con Setaria (4.04 y 2.86 t/ha/año); pero la producción total anual fue incrementada para todos los intervalos de corte, con un promedio de 4 t/ha cuando el pasto fue incluido (10.6 y 6.6 t/ha/año). La producción de Siratro se incrementó en un promedio de 225 kg/ha/año para cada semana del intervalo del corte; asociado con este incremento hubo un descenso en producción de mala hierba y un incremento en el porcentaje de Siratro. Cortes a 15 cm redujeron el total de la producción por 2.44 t/ha/año comparado con el corte a 7.5 cm, pero solamente redujo la producción de Siratro en las 12, 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 marcadamen

te 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 cuatro semanas, cada 8 semanas o un corte una vez en 16 semanas durante la 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 más que un incremento doble en el estolón enraizante para el tratamiento de las 16 semanas. El contenido de nitrógeno en las raíces ($X 1.38\%$) 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 y 14 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 seis cortes con defoliación completa pero ninguna murió cuando se retuvieron 5 y 10 hojas. Las plantas sobrevivientes no fueron relacionadas con la produc

ción de la planta o el grado de desarrollo estolonífero. Sin embargo, había una correlación fuerte entre el número de estolones y la producción de la planta bajo este régimen intensivo de corte.

Partridge (1980) estudió en dos pruebas de pastoreo en suelos de colinas en Fiji a hetero (Desmodium heterophyllum), la cual incrementó en 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 polystachon) - bajo un índice de pastoreo de 3.5 cabezas por hectárea y - combinó también al pasto rastrero Nadi blue (Dichanthium caricosum). Concluye que hetero podría llegar a ser una leguminosa forrajera importante para el mejoramiento de las colinas de pastoreo en las islas del Pacífico.

En 1982, Monzote, et al, estudiaron el establecimiento de Siratro, Macropodium atropurpureum sobre pastizales establecidos de gramíneas naturales con barbecho seguido de siembra al voleo; siembra al voleo más 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, parcelas divididas con cuatro repeticiones para el análisis de los resultados. Durante la etapa de establecimiento, los tratamientos con barbecho fueron superiores a los de siembra al voleo sin preparación, con relación al porcentaje (21.17 y 5%) altura (53,59 y 24 cm) y población (4, 4 y 2 plantas/m²) de Siratro, respectivamente. Además el rendimiento en materia seca del corte de establecimiento (4.6, 4.7 y 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 ren

dimiento en materia seca 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 ocho semanas fue superior a la de 16 semanas. Se discuten las ventajas de la inclusión de leguminosas en pastizales naturales.

Monzote y García en 1983 estudiaron el establecimiento de 5 leguminosas tropicales Neonotonia wightii, Macroptilium atropurpureum, Centrosoma pubescens, Desmodium intortum y Stylosanthes guianensis asociadas con pangola bajo pastoreo rotacional. 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 ($X=8.5$ t/ha). Sin embargo, con relación al comportamiento de la leguminosa en el pastizal, la Neonotonia (4.1 t/ha) no tuvo diferencia con Desmodium (4.4 t/ha) la cual fue la mejor. Con relación al consumo, solo hubo diferencias en la época seca y las asociaciones con Macroptilium, Glycine y Desmodium fueron 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 Macroptilium (de 10 a 39%). Se concluye que las asociaciones de mejor comportamiento fueron Glycine y Macroptilium y que éstas pueden aumentar su permanencia en el pastizal asociado al emplear el barbecho.

Abraham y Singh en 1984 realizaron experimentos en la Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, en un periodo estacional de verano lluvioso de 1980-1981. Estudiaron los efectos de diferentes sistemas de intercultivos sorgo-leguminosa y métodos de control sobre el crecimiento, rendimiento y absorción de nutrimentos 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 chícharo de vaca. 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 (NPK) fue mayor en los sistemas de inter cosechas. La aplicación preemergente de fluchloralin en 0.5 kg/ha fue el más efectivo en todos los sistemas seguidos por el nitrofen en 1.0 kg/ha. El deshierbe a mano y la aplicación de fluchloralin también ocasionó 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.

5. Concentraciones y efectos de algunos nutrimentos en ciertas especies forrajeras.

En 1969 Andrew y Robins reportaron un estudio con nueve 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 del fósforo. Estos fueron verificados con el uso de datos de dos suelos de la investigación del cultivo en macetas y un total de 6 sitios de campo. Glycine javanica y Desmodium intortum fueron las especies que más respondieron en 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 S. humilis y L. bainesii en todos los niveles de tratamientos. Los porcentajes críticos de fósforo en las partes terminales de Phaseolus lathyroides, P. atropurpureum, S. humilis, Centrosema pubescens, G. javanica, L. bainesii, Medicago sativa,

Desmodium uncinatum, D. intortum, y Vigna luteola muestreados en la etapa inmediata a la pre-floración fueron: 0.20, 0.24, 0.17, 0.16, 0.23, 0.17, 0.24, 0.23, 0.22 y 0.25% de fósforo respectivamente.

Los mismos autores en 1969 describen en un segundo experimento sobre los efectos del fósforo sobre la concentración de nitrógeno y sobre el total y concentraciones individuales de los cationes Ca, Mg, K, y Na en las partes terminales de 10 leguminosas tropicales y 1 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, Stylosantes humilis, Centrosema pubescens, Glycine javanica, Lotononis bainesii, Medicago sativa, Desmodium uncinatum, D. intortum, Vigna luteola y Leucaena leucocephala. Las concentraciones de nitrógeno en las partes terminales de las plantas se incrementaron por el suministro de fósforo y se establecieron buenas correlaciones entre las concentraciones de nitrógeno y fósforo en las partes terminales de la planta. Cuando fue usado el fosfato monobásico de sodio como fuente de fosfato, se incrementó la concentración de Na en V. luteola, 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 Mg en P. lathyroides y P. atropurpureum. En el suelo solódico particularmente, los incrementos en el suplemento de fósforo en la mayoría de las especies causó reducciones en la concentración de potasio, parcialmente compensadas por los incrementos en las concentraciones de calcio y magnesio. Las concentraciones de los cationes en las plantas reflejaron la composición catiónica intercambiable del suelo. Las especies de plantas difirieron en su dotación de cationes. P. atropurpureum y P. lathyroides fueron relativamente altas en Mg, L. bainesii y D. intortum en potasio, V. luteola, L. bainesii, M. sativa y P. lathyroides en sodio y C. pubescens y S. humilis en calcio.

White y Haydock (1970) reportaron las concentraciones de nitrógeno y fósforo para Siratro (Phaseolus atropurpureum) desarrollándose en cultivos solos, en una serie de tratamientos en el campo en condiciones climáticas subtropicales. Se examinó la relación entre la concentración de fósforo en los ápices de las plantas de las parcelas testigos y su respuesta al fósforo aplicado y la relación entre la concentración y la dosis de fertilizante requerido para elevar la producción de Siratro a nivel óptimo. Además se hizo un experimento para establecer una amplia aplicación del valor sobre el porcentaje crítico, el 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 fósforo para valorar cuál parte de la planta es la mayor muestra para el análisis químico y de la posición del nutrimento para estimar su movilidad relativa dentro del brote. Con el incremento fisiológico de la edad de las hojas, las concentraciones de nitrógeno, fósforo, azufre y potasio decrecieron, las concentraciones de calcio, aluminio, manganeso y boro se incrementaron y las de magnesio, hierro, zinc y cobre fueron afectadas muy poco. Las concentraciones de nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, aluminio, boro, zinc y cobre en las partes de la planta, entre la parte terminal y la tercer hoja más joven cambiaron poco con la edad de la planta. Sugiere que el análisis de esta porción de brote sería una guía adecuada o suficiente para determinar estos elementos en las plantas de Siratro. En contraste, la concentración de potasio en todas las partes de la planta fue marcadamente abatida por el incremento de la edad de la planta, se sugiere que la estandarización en el tiempo

po 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 la planta 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 fueron relativamente inmóviles.

Johansen, et al en 1977 estudiaron la respuesta del efecto-residual del Mo en algunas especies forrajeras tropicales como Panicum maximum cv. Gatton, aplicando inicialmente el Mo en forma de trióxido de Molibdeno durante cinco años en seis sitios en el sureste de Queensland. Las leguminosas que mejor respondieron fueron Glycine wightii cv. Tinaroo y Desmodium intortum cv. Greenleaf, seguidas por Macroptilium atropurpureum cv. Siratro y Medicago sativa cv. Hunter river. Con Lotononis bainesii cv. Miles y Stylosanthes guianensis cv. Cook se obtuvo la menor respuesta. Los sitios difirieron marcadamente en la magnitud de la respuesta de las leguminosas; por ejemplo, el sitio de mayor respuesta requirió 200 g/ha de Mo en cinco 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, el trióxido de Molibdeno aplicado en la semilla y el Molibdeno 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) determinaron concentraciones críti -

cas de fósforo para diferentes partes de Macroptilium atropurpureum cv. Siratro y Desmodium intortum cv. Greenleaf, - en varias edades de la planta para establecer una técnica de muestreo apropiada para el análisis químico de fósforo. Las concentraciones críticas de fósforo se derivaron del uso de un modelo matemático relacionado con cálculos obtenidos del análisis de varianza asociados con valores críticos. Así, los efectos de la edad de la planta y la variabilidad, asociados con cada determinación de la concentración crítica de fósforo, limitarían lo práctico del análisis de fósforo para detectar la 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 tejido húmedo, 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.

Sherrell en 1984 experimentó en semilla de trébol blanco (Trifolium repens L.), trébol rojo (Trifolium pratense L.), (Lotus pedunculatus Cav.) y alfalfa (Medicago sativa L.), con diferentes concentraciones de Mo, posteriormente fueron sembrados en un suelo bajo en su contenido de dicho elemento. Todas las especies respondieron a la aplicación de Mo, pero no había relación entre la concentración de Mo en la semilla y la respuesta del Mo aplicado. En un segundo experimento, las semillas de trébol blanco, rojo y 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 a las semillas, fue más de 20 veces más eficiente que la aplicación al suelo en el incremento de rendimiento y fijación-

de nitrógeno, de tal manera que este método puede ser usado cuando estas especies se establezcan en suelos deficientes en molibdeno.

White (1972) estudió la respuesta relativa en rendimiento - en absorción de fósforo de Stylosanthes humilis, Phaseolus atropurpureum y Desmodium intortum, cultivados en suelo pobre enriquecido con fósforo; tales variables se midieron - en cuatro cosechas sucesivas durante 42 días de crecimiento bajo condiciones ambientales controladas. Excepto para la - primer 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 primer cosecha, reflejó la influencia de una concentración de fósforo inicial más alta en las plántulas 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, nos mostró dos máximos distintivos: un pico inicial a baja actividad del suelo (0.3-3 μ MP), y un segundo a la alta actividad del suelo (37-3 μ MP) cuando se obtuvo el rendimiento máximo y apareció una acumulación de fósforo abundante. El pico inicial en AR seguido por una reducción para D. intortum en la actividad del fósforo en el suelo correspondiente al rendimiento máximo, sugirió que el índice de absorción para 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, cayeron 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, cayeron en el orden P. atropurpureum > S. humilis > D. intortum, así con

Yarrestaron 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 Holl (1984) realizaron experimentos sobre la importancia de las especies de leguminosas fijadoras de nitrógeno (N_2) en el establecimiento y desarrollo de un ecosistema estable de residuos minerales. Los experimentos se realizaron en invernadero utilizando residuos de carbón mineral y se evaluaron algunos factores que 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 fue disminuyendo con la densidad de siembra de pastos y con la alta fertilización de N. En los mismos tratamientos reflejó una interacción significativa de pastos por fertilizante, por la disminución de biomasa de la leguminosa. Los cambios en la biomasa total y la fijación de N se relacionaron a cambios en los componentes de la leguminosa y fueron independientes de N del suelo. La producción de biomasa óptima y la actividad de la fijación de N, se obtuvieron por una combinación de tratamientos de 17.5 kg/ha de semilla de pasto, 30 kg/ha de semilla de leguminosa y 50 kg/ha de nitrógeno.

III. CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

1. Localización.

El estado de Morelos se encuentra situado en la parte sur - de la ciudad de México y central de la República Mexicana , entre los paralelos $18^{\circ} 22'$ y $19^{\circ} 07'$ y entre los meridia - nos $98^{\circ} 37'$ y $99^{\circ} 30'$ oeste de Greenwich.

Limita al norte con el Distrito Federal y el estado de Méxi - co, al sur con los estados de Puebla y Guerrero, al oriente con el estado de Puebla y al poniente con el estado de Méxi - co; la superficie total del estado es de 4952 km² (S.P.P. , 1981).

La zona de estudio se localiza a 30 km al SE de Cuernavaca, con una altitud de 1200 m.s.n.m.; el lote experimental se - encuentra ubicado en las inmediaciones de Tepetzingo, a $18^{\circ} 47'$ norte y $99^{\circ} 11'$ oeste; políticamente pertenece al munici - pio de Emiliano Zapata, estado de Morelos.

2. Geología.

El estado de Morelos está comprendido por dos provincias - geológicas, la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico.

En el estado de Morelos existen afloramientos de rocas sedi - mentarias del Cretácico Inferior, litológicamente clasifica - das como calizas y depósitos marinos interestratificados de areniscas y lutitas.

Del Cenozoico existen tanto rocas sedimentarias clásticas, - como rocas volcánicas, que cubren discordantemente a las ro - cas del Cretácico. Las rocas clásticas son de ambiente con - tinental, clasificadas litológicamente como areniscas inter - digitadas con conglomerados. Las rocas volcánicas son las - más jóvenes y las más abundantes. Las estructuras geológi - cas más notables son las constituidas por los aparatos vol -

cánicos y espesos derrames de lava.

La Sierra Madre del Sur cubre la porción central y suroeste del estado y limita al norte y oriente con el eje neovolcánico. El área de estudio queda comprendida dentro de esta unidad, en los depósitos aluviales cuaternarios que rellenan el valle. Las áreas que le dieron origen fueron: areniscas, conglomerados y basaltos, siendo el primero el que se encuentra con mayor frecuencia en la región. También se tienen lutitas asociadas con areniscas, calizas y brecha volcánica, aunque éstos son menos abundantes. Figura 1.

3. Edafología.

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

De acuerdo a S.P.P. (1981), en la zona de estudio se encuentran los siguientes grandes grupos de suelos: Feozem, Vertisol, Regosol y Rendzinas. Los vertisoles pélico asociados con Feozem háptico, se localizan en pequeñas áreas de relieve ligeramente ondulado. Las rendzinas están ubicadas en las formaciones montañosas. Los regosoles representan, dentro del área de estudio, la menor superficie; se encuentran en los pedimontes.

En el lote experimental se presenta el suelo vertisol pélico y una asociación de vertisol pélico con feozem calcárico, que cubren gran parte del depósito aluvial. Figura 2.

4. Clima.

Para la determinación del clima de la zona de estudio se consultó la carta de climas México 14 Q-V, editada por el Instituto de Geografía de la U.N.A.M. y la S.P.P.

Para la obtención de los datos se consideró la estación meteorológica de Temilpa Morelos.

Con base en la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973), el clima de la región corresponde a Aw''(w) (i')g; se caracteriza por ser cálido-subhúmedo, intermedio en grado de humedad, con una temperatura anual de 23.3°C y precipitación total anual 1026.6 mm. El régimen de lluvias es de verano. La temperatura media del mes más caliente es de 26.8°C y la más fría de 19.9°C, que corresponden a los meses de mayo y diciembre respectivamente. El periodo de lluvias comprende de junio a septiembre, siendo el mes más húmedo julio, con una precipitación de 205.3 mm. En estos cuatro meses se concentran 795.9 mm. 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 porciones de pastizales inducidos.

En las áreas montañosas aún se conserva selva baja caducifolia; sin embargo, aún en áreas donde éstas han sido perturbadas, se está induciendo al establecimiento de pastizales. Figura 4.

6. Uso potencial.

Con base en la carta de Uso Potencial de DETENAL (1977), se tiene que al área de estudio le corresponde la clase 302TD; lo que significa que son suelos con ligeros problemas para su uso por presentar obstrucciones, como pueden ser: pedregosidad y afloramientos rocosos, los cuales pueden interferir en las labores agrícolas. Por pendiente se le puede considerar como de segunda clase, lo que indica que la pendiente oscila entre un 2 y 6%. Con respecto al drenaje interno,

los suelos de la zona de estudio pertenecen a la clase 2, ya que son vertisoles; este tipo de suelo ocasiona mayores esfuerzos mecánicos y económicos en su manejo y por consiguiente, limitan la producción de algunos cultivos.

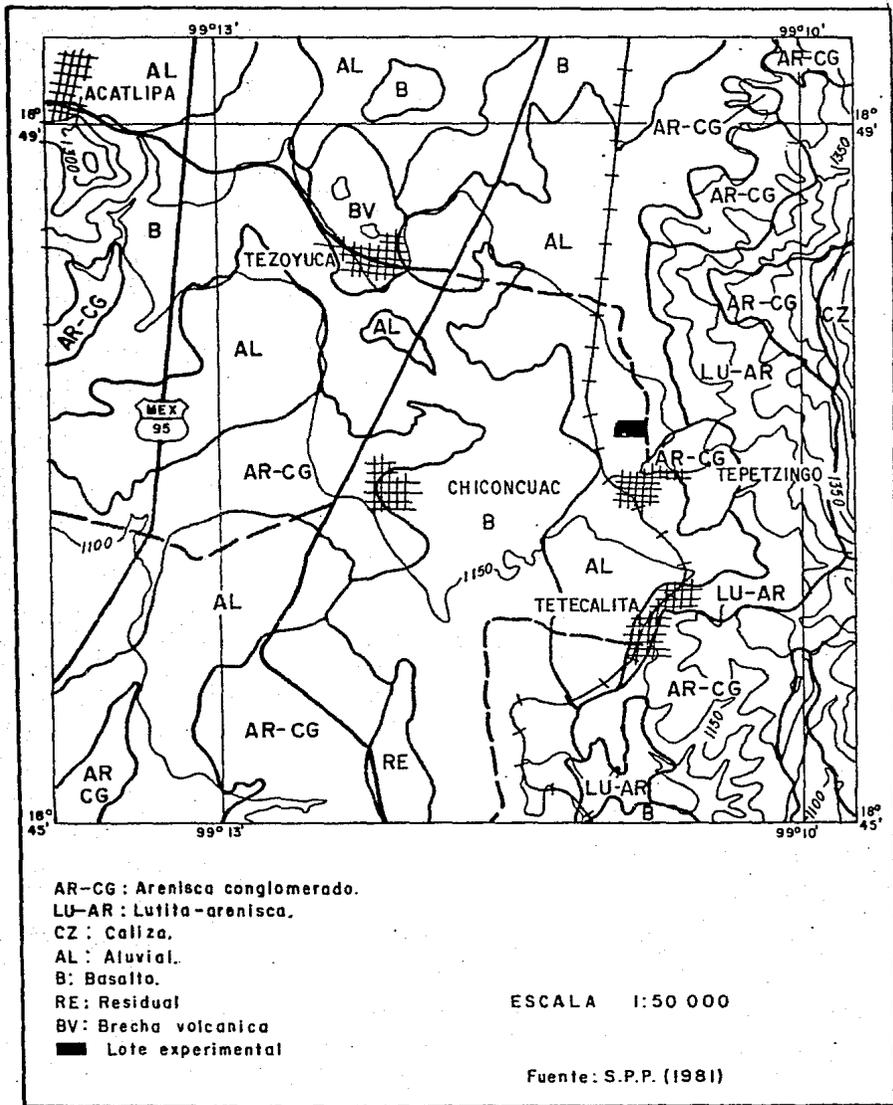


FIGURA I -- MAPA GEOLOGICO

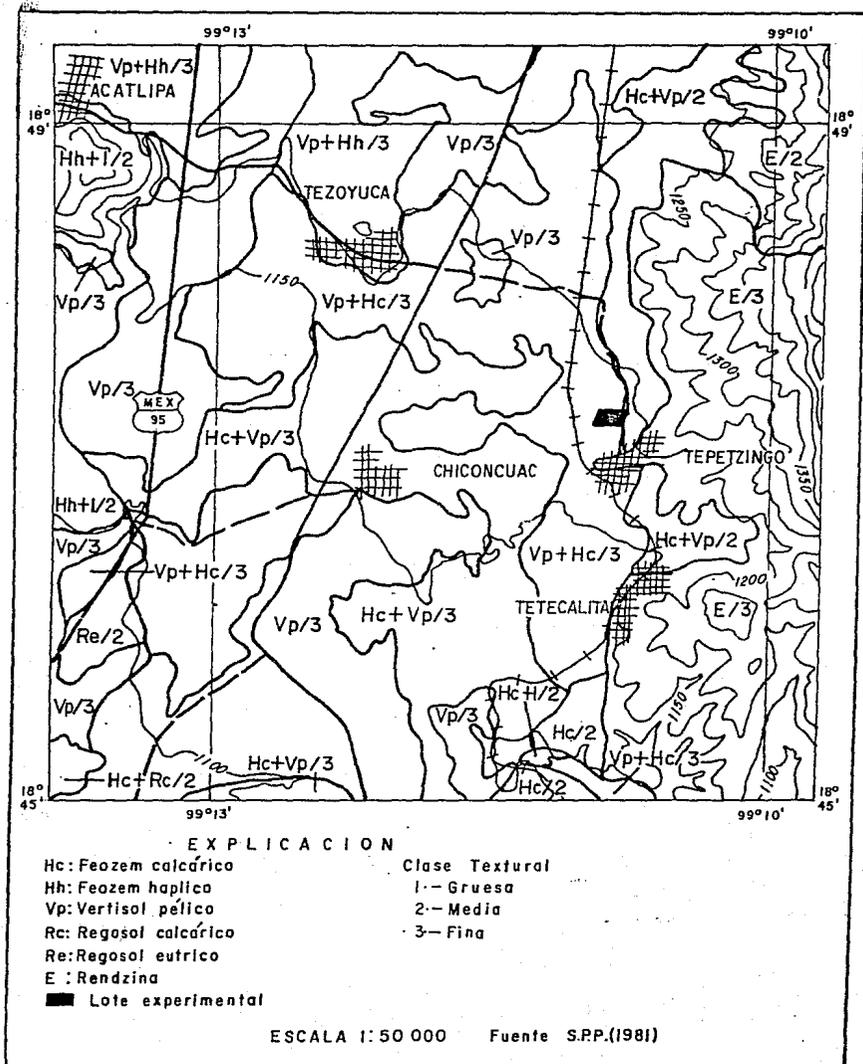


FIGURA 2.- MAPA EDAFOLOGICO

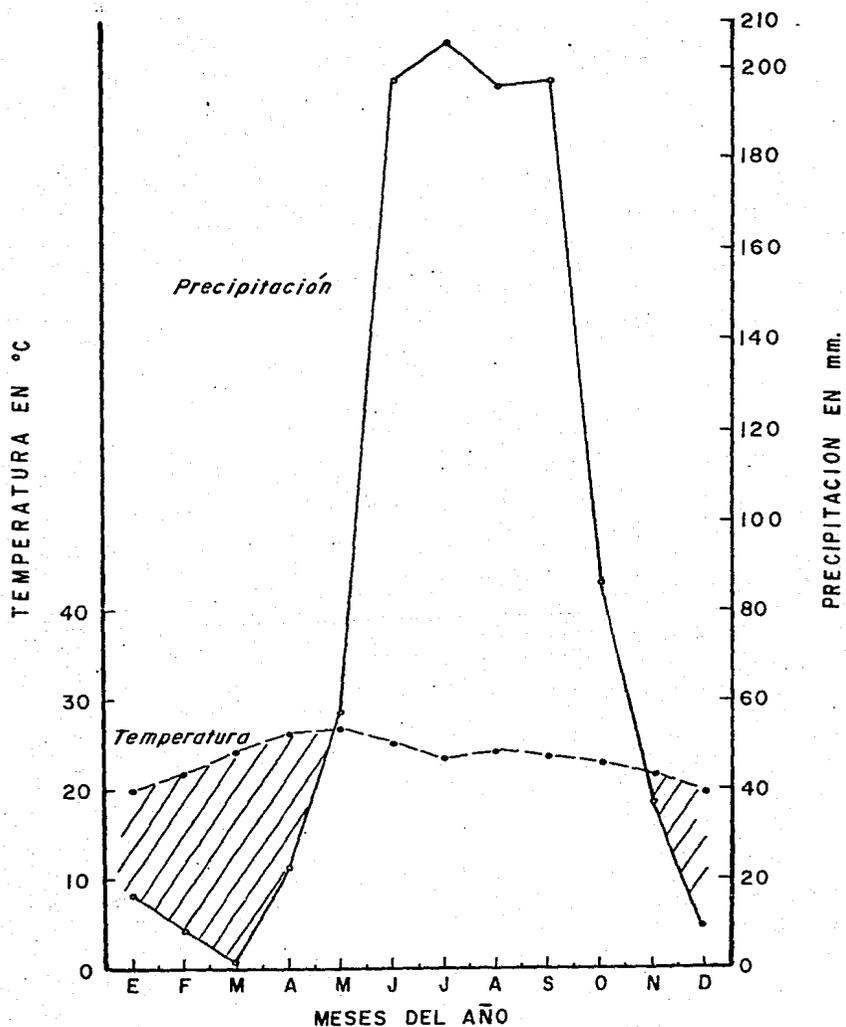
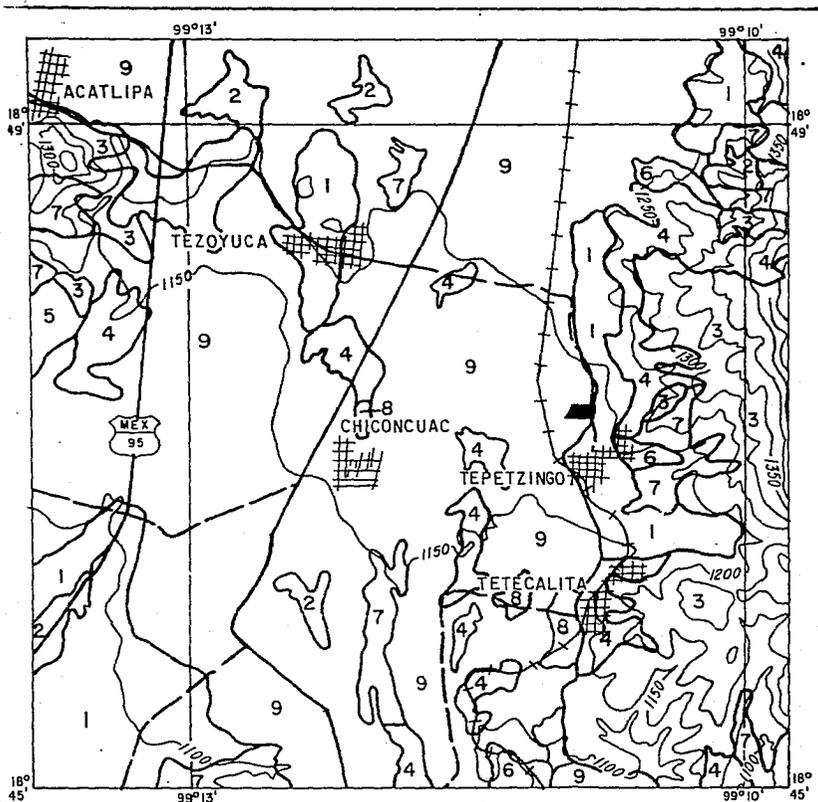


FIGURA 3—Variación mensual de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Temilpa, Morelos. Periodo de observación: 10 años



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 1:50000

Fuente: S.P.P. (1981)

FIGURA 4.-- MAPA DE USO DEL SUELO

IV. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

1. Fase de campo.

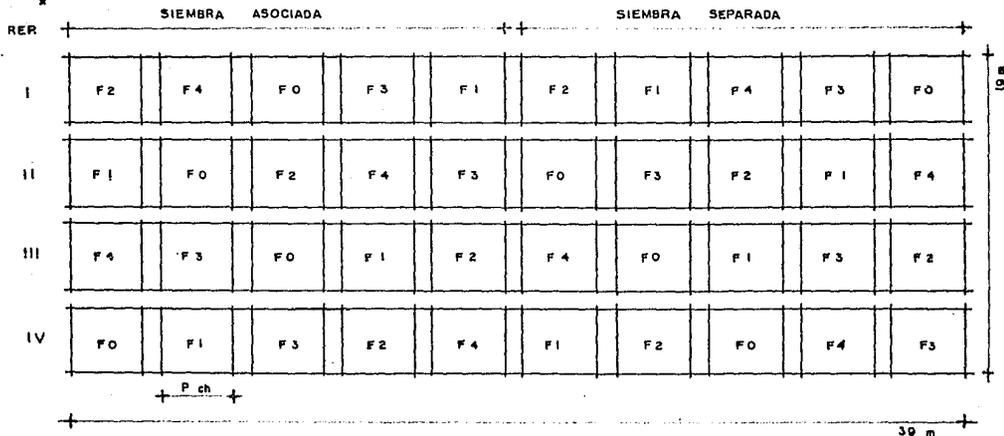
- 1.1. Diseño experimental. Se empleó un diseño experimental bifactorial con arreglo en parcelas divididas y distribución de los tratamientos en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas "grandes" correspondieron a los métodos de siembra y las parcelas "chicas" a los niveles de fertilización. 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 P_2O_5 respectivamente. Los fertilizantes usados fueron: como fuente de nitrógeno de Sulfato de amonio con 20.5% de N, el fósforo como Superfosfato de Calcio simple con 19.5% de P_2O_5 , 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 su empleo en posteriores aplicaciones.

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 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 m², 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



FACTOR A. PARCELA GRANDE
 SIEMBRA ASOCIADA
 SIEMBRA SEPARADA

FACTOR B. PARCELA CHICA
 (P ch)

NIVELES DE FERTILIZACION

	N	P	B	M ₀
	Kg/HA			g/HA
F0	00	00	00	00
F1	50	60	00	00
F2	50	120	00	00
F3	50	120	24	70
F4	50	150	00	00

SUPERFICIE TOTAL x 741 m²

FIGURA 5. DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES EN EL CAMPO

- 1.2. Características y preparación del terreno. La superficie total del lote experimental fue de 741 m², 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 de agua de riego.
- 1.3. Muestreo del suelo. Una vez preparado el terreno, se tomaron muestras del suelo 0-20 y 20-40 cm, obteniendo dos muestras de cada profundidad, las cuales se mezclaron entre sí para obtener finalmente una de cada profundidad.
- 1.4. Siembra. El establecimiento de las parcelas 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.
- 1.5. Labores culturales.
 - Riego. Se llevó a cabo por gravedad, con agua proveniente de manantiales de la población vecina de Jiutepec, Morelos; se aplicó con una periodicidad aproximada de 15 días. Durante la época de lluvias no hubo necesidad del mismo, dado lo regular del temporal.
 - Fertilización. Los fertilizantes fueron aplicados en banda a 10 cm aproximadamente de la hilera del cultivo y posteriormente cubiertos 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 1 l/ha y fungicida Captan 50 en proporción de 2 kg/ha. Asimismo, se aplicó sulfato ferroso en dosis de 2.5 kg/ha para evitar la clorosis que por falta de hierro empezó a manifestar la leguminosa; tales productos se aplicaron mezclados por aspersión foliar durante el desarrollo del cultivo correspondiente a cada corte.

- 1.6. Cosecha. Los cortes fueron efectuados con hoz y machete cuando la gramínea se encontraba a 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 de ambas especies que en total pesó 350 g aproximadamente. Para la siembra separada el peso fue independiente, obteniendo la muestra representativa igual a la anterior. En ambos casos las muestras se guardaron en bolsas de papel de estraza y se rotularon para su posterior análisis.

Los cortes se realizaron del primero al tercero en las fechas siguientes: 10 de julio, 31 de agosto y 1º 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.

- 2.1. Análisis del suelo. Las muestras del 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 Munseil (1965); densidad aparente por el método de Bayer (1965); textura por el método de Bouyoucus (1963).

Determinaciones químicas. La reacción del suelo, pH, se llevó a cabo a través del potenciómetro Corning 10, con electrodos de vidrio y calomel; se utilizó una suspensión de suelo-agua destilada en relación a 1:2.5. Materia orgánica por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley (1974). Capacidad de intercambio catiónico total y cationes intercambiables por saturación con acetato de amonio 1N, pH 7.0 por el método de percolación (Schollenber y Simon, 1945). Calcio y magnesio por la técnica de versenato (EDTA) (Richards, 1974). Sodio y potasio por flamometría con el aparato Corning 400. Fósforo asimilable por el método de Bray I (Bray y Kurtz, 1945). Cuadro 5.1.

- 2.2. Análisis del material vegetal. Las muestras de las especies recolectadas en el campo se secaron en estufa a 100°C hasta peso constante. Posteriormente este material se trituró en un molino para material vegetal, pasando dicho material por un tamiz de 0.5 mm. A las muestras molidas se les hicieron las siguientes determinaciones: Contenido de fósforo por el método del color amarillo del complejo vanadomolibdofosfórico en un sistema acidificado con ácido nítrico, por espectrofotometría de emisión y Rendimiento de fósforo que se obtiene al multiplicar el porcentaje de fósforo por el 100% de materia seca.

El método de espectrofotometría de emisión es un análisis químico basado en la determinación o medida de la intensidad de las líneas espectrales dando ventajas de tiempo y precisión.

Para estas determinaciones se empleó el método color-

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
	SECO	HUMEDO		ARENA %	LIMO %	ARCILLA %		
0 - 20	1OYR 5/1 GRIS	1OYR 4/1 GRIS OSCURO	1.17	22	47	31	MIGAJON ARCILLOSO	7.3
20 - 40	1OYR 5/1 GRIS	1OYR 4/1 GRIS OSCURO	1.13	25	39	36	MIGAJON ARCILLOSO	7.3

PROF CMS	M.O %	C.I.C.T.	Ca MEQ/100G	Mg	Na	K	P. ASIM KG/HA	Mo PFM	C.E MMHOS/CM
0 - 20	1.6	51.0	73.15	11.0	1.25	0.77	54	5.0	0.32
20 - 40	2.2	47.5	62.3	19.8	1.19	0.63	36	6.0	0.32

amarillo que se basa fundamentalmente en la formación de un heterocomplejo vanadomolibdofosfórico de color amarillo en medio nítrico, cuya intensidad es proporcional al contenido del fósforo, empleando una disolución de material vegetal en una mezcla triácida, de ácido nítrico, sulfúrico y perclórico, (Jackson, 1970). Para obtener la lectura mediante espectrofotometría, se tomó una alícuota del extracto de la muestra de reactivo vanadomolibdato de amonio y se aforó con agua destilada; después se prosiguió a la lectura en el espectrofotómetro, a una longitud de onda de 400 nm. obteniéndose una lectura en absorbancia que posteriormente se transformó en ppm.

3. Fase de gabinete.

- 3.1. Análisis estadístico. Las variables de estudio fueron: Contenido y rendimiento de fósforo en forraje seco de la asociación S. alnum/M. atropurpureum y de cada especie en forma independiente. A la información resultante se le aplicó análisis de varianza para determinar el efecto de los métodos de siembra y niveles de fertilización; posteriormente, en aquellos casos donde hubo dicho efecto, fue aplicada la prueba de Tuckey para detectar diferencias significativas entre los mismos.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Contenido de Fósforo.

1.1. En la asociación S. alnum/M. atropurpureum.

Corte 1. En los métodos de siembra y en los niveles de fertilización no hubo significancia estadística, - no obstante, se puede observar que la siembra separada presentó en promedio un contenido mayor de fósforo, 0.26% en relación a la asociada, 0.24%. Para la siembra asociada, en los niveles de fertilización se tiene el mayor contenido de fósforo en el tratamiento F4, 0.25% y el menor F2, 0.22%. En la siembra separada el contenido de fósforo para todos los niveles es muy semejante, obteniéndose los valores más altos para F0, F2 y F4, 0.26% en los tres casos y los más bajos para F1 y F3 con 0.25% para ambos niveles (tabla 1 y figuras 6 y 7).

Corte 2. En los métodos de siembra se presentó efecto significativo ($P < 0.05$) manifestando, en promedio, un contenido mayor de fósforo para el método de siembra separada 0.15% y 0.12% para la asociada. En los niveles de fertilización no se detectó significancia estadística. En la siembra asociada se puede observar que dichos niveles presentaron valores muy semejantes, ya que F0, F1, F2 y F4 tuvieron 0.12% en el contenido de fósforo y F3, 0.13%. En la siembra separada el contenido de fósforo también resultó muy semejante; para F0 y F2 fue de 0.16% y para F1, F3 y F4, 0.15% (tabla 1 y figuras 6 y 7).

Corte 3. Los métodos de siembra revelaron efecto significativo ($P < 0.05$) siendo la siembra separada el método donde se observó el mayor contenido de fósforo - 0.16%. En los niveles de fertilización no se mostró -

significancia estadística. En la siembra asociada se observa que los valores más altos son para F3 y F4, - ambos con 0.12%; el valor más bajo se obtuvo para F0 - con 0.10%. En la siembra separada se obtuvieron valores de 0.17% para F2 y F3 y 0.15% para F0, F1 y F4 (ta - bla 1 y figuras 6 y 7).

Corte 4. Hubo efecto significativo ($P < 0.05$) para mé todos de siembra, siendo mayor la separada con un con tenido de 0.12% en promedio contra 0.10% de la asocia da. Con respecto a los niveles de fertilización no hu bo significancia estadística en ningún caso. En la - siembra asociada F3 y F0 mostraron el mismo valor con 0.11%, y 0.10% para F1, F2 y F4. En la siembra separada el contenido de fósforo fue 0.12% para F2, F3 y F4; y F0 y F1 con 0.11% (tabla 1 y figuras 6 y 7).

Corte 5. El contenido de fósforo para los métodos de siembra resultó significativo para la siembra separada con un porcentaje de 0.13 en relación con la siembra asociada, que obtuvo 0.11%. En los niveles de fer tilización no se presentó efecto significativo; sin - embargo, en la siembra asociada se puede observar que los valores más altos fueron para F2 y F3, en ambos - casos el contenido fue de 0.12% y los valores más bajos para F0 y F1 con 0.10%. En la siembra separada - el valor más alto se manifestó en F2 con 0.15% y el - más bajo en F3 con 0.10% (tabla 1 y figuras 6 y 7).

Corte 6. En los métodos de siembra no se detectó efec to significativo, pero la siembra separada mostró un - contenido de fósforo mayor que la siembra asociada, ob teniéndose valores de 0.14% y 0.13% respectivamente. - Con respecto a los niveles de fertilización hubo efec to significativo de tratamientos ($P < 0.05$). En la siem bra asociada F4, F2 y F3 obtienen valores estadística - mente equivalentes, siendo éstos los más altos, 0.13%, 0.14% y 0.15% respectivamente. Para la siembra separa da los valores de F1, F3, F2 y F4 mostraron también -

equivalencia estadística con porcentajes de 0.13%, 0.15%, 0.15% y 0.16% respectivamente y representan los valores más altos en el contenido de fósforo (tabla 1 y figuras 6 y 7).

En los métodos de siembra se observó que en los cortes 2, 3, 4 y 5 hubo significancia estadística, siendo la siembra separada la que mostró los valores más altos. En los cortes 1 y 6 aunque no hubo efecto de tratamientos, el contenido de fósforo en promedio fue más alto para la siembra separada con 0.15%, en comparación con la siembra asociada, 0.13%. En los niveles de fertilización el contenido de fósforo en promedio en la siembra asociada, F3 con 0.14% obtuvo el valor más alto, lo cual se reflejó en el transcurso de los cortes. En la siembra separada F2 junto con F4 obtuvieron los valores más altos en promedio, para ambos casos fueron de 0.16%, lo cual fue consecuencia de su comportamiento en el transcurso de los cortes (figuras 18 y 19).

En las figuras 6 y 7 se observa que los valores para los niveles de fertilización, presentan una tendencia semejante, tanto en la siembra asociada como en la separada; el primer corte mostró el contenido de fósforo mayor y posteriormente disminuyó en los siguientes cortes; probablemente esto se debió a que en las etapas de germinación, establecimiento y crecimiento de dicho corte, la planta necesitó más fósforo que en las etapas sucesivas del rebrote. Wilman en 1975 citó a Spedding (1972) quien considera que el descenso del porcentaje de fósforo en la materia seca con el incremento de la madurez es normal. Asimismo, Johansen et al (1980), encontraron que conforme aumenta la edad de la planta la concentración de fósforo decrece. En los cortes 5 y 6 hay un leve aumento en el contenido de fósforo en promedio, lo anterior pudo haber sido porque las condiciones ambientales influyeron favora-

Tabla 1.

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA LÁTERIA SECA POR CORTES Y PROMEDIO DE LA ASOCIACION Sorghum alatum/Macrotilium atropurpureum.

Promedio de cuatro repeticiones

Método de Siembra	C O R T E S						SE	\bar{X}
	1.	2	3	4	5	6		
Asociada	FO 0.25	FO 0.12	FO 0.10	FO 0.11	FO 0.10	FO 0.12 a	FO 0.13	
	F1 0.24	F1 0.12	F1 0.11	F1 0.10	F1 0.10	F1 0.12 a	F1 0.13	
	F2 0.22	F2 0.12	F2 0.11	F2 0.10	F2 0.12	F4 0.13 ab	F2 0.13	
	F3 0.23	F3 0.13	F3 0.12	F3 0.11	F3 0.12	F2 0.14 ab	F3 0.14	
	F4 0.25	F4 0.12	F4 0.12	F4 0.10	F4 0.11	F3 0.15 b	F4 0.13	
\bar{X}	0.24	0.12 A	0.11 A	0.10 A	0.11 A	0.13	0.13	
Separada	FO 0.26	FO 0.16	FO 0.15	FO 0.11	FO 0.12	FO 0.13 a	FO 0.15	
	F1 0.25	F1 0.15	F1 0.15	F1 0.11	F1 0.13	F1 0.13 ab	F1 0.15	
	F2 0.26	F2 0.16	F2 0.17	F2 0.12	F2 0.15	F3 0.15 ab	F2 0.16	
	F3 0.25	F3 0.15	F3 0.17	F3 0.12	F3 0.10	F2 0.15 ab	F3 0.15	
	F4 0.26	F4 0.15	F4 0.15	F4 0.12	F4 0.13	F4 0.16 b	F4 0.16	
\bar{X}	0.26	0.15 B	0.16 B	0.12 B	0.13 B	0.14	0.15	

SE = Significación estadística.

* = Valores con la misma letra son estadísticamente equivalentes. Las letras mayúsculas representan la SE de los métodos de siembra y las minúsculas de los niveles de fertilización.

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

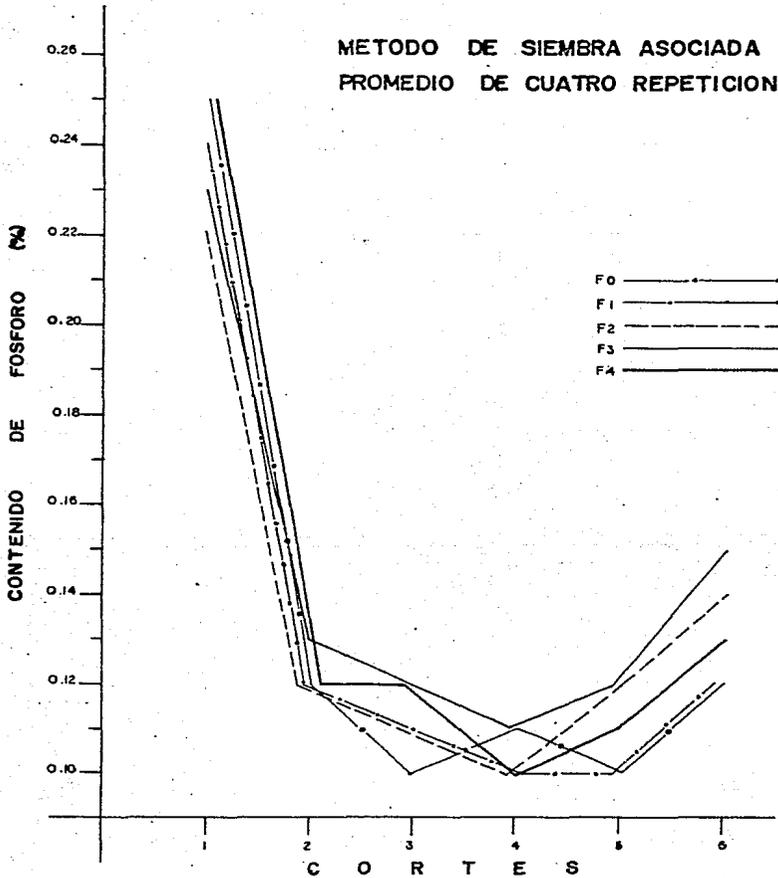


FIGURA 6

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE LA ASOCIACION *Sorghum alium*/
Macroptilium atropurpureum

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

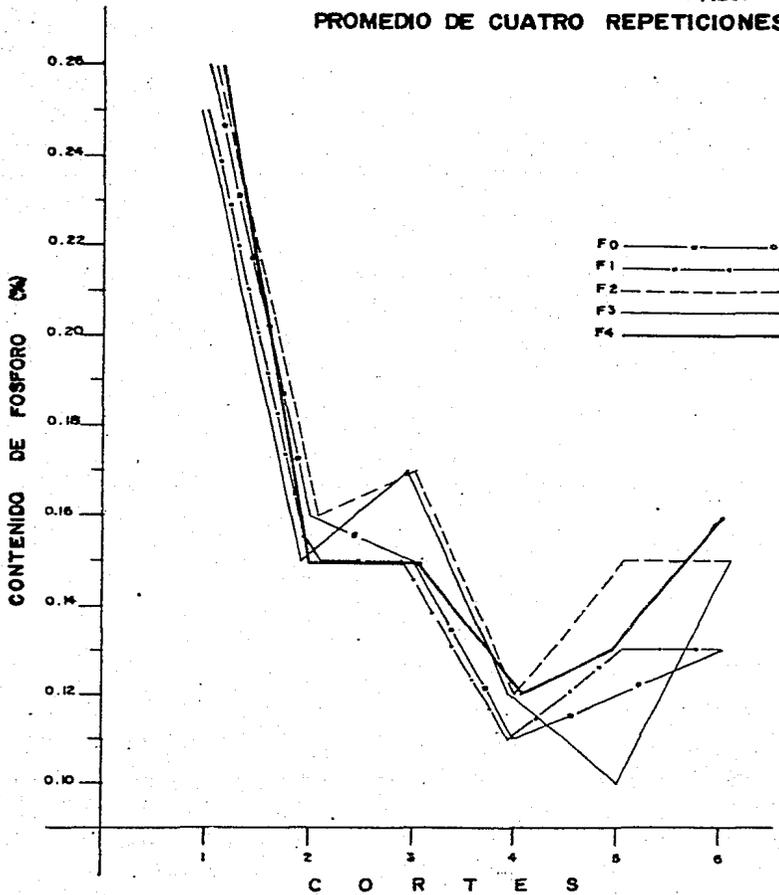


FIGURA 7

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA
 MATERIA SECA POR CORTES DE LA ASOCIACION
Sorghum alnum/ Macroptilium atropurpureum

blemente, ya que estos cortes se realizaron en los meses de marzo y mayo.

1.2. En Sorghum alnum en asociación con Macroptilium atropurpureum.

Los valores obtenidos no mostraron efecto significativo para los métodos de siembra ni para los niveles de fertilización.

Corte 1. Se puede observar en la tabla 2, que la siembra separada presentó en promedio un contenido mayor de fósforo con 0.23%, en comparación con la siembra asociada, 0.22%. En los niveles de fertilización de la siembra asociada el contenido de fósforo más alto se presentó en F1 y F4, 0.24% para ambos casos y el menor F0 y F2, 0.20%. En la siembra separada el contenido de fósforo más alto se obtuvo para F1 con un porcentaje de 0.24, mientras que F0, F2, F3 y F4 manifestaron 0.23% en los cuatro casos (figuras 8 y 9).

Corte 2. La siembra separada tuvo en promedio un contenido de fósforo más alto que la siembra asociada, con porcentajes de 0.16 y 0.15 respectivamente. En la siembra asociada para los niveles de fertilización se obtuvieron valores semejantes, siendo éstos de 0.15% para F1, F2, F3 y F4, y un porcentaje de 0.16 para el testigo. En la siembra separada el contenido de fósforo que resultó mayor fue para F0 con 0.17%, mientras que F1, F2, F3 y F4 obtuvieron un porcentaje de 0.16 en los cuatro casos (tabla 2 y figuras 8 y 9).

Corte 3. La siembra separada manifestó un contenido de fósforo mayor con un porcentaje de 0.14 contra 0.10 de la siembra asociada. En los niveles de fertilización de la siembra asociada, los contenidos más altos fueron F1 y F4 en donde ambos niveles presentaron 0.12%; el valor más bajo lo obtuvieron F2 y F0, con -

0.09%. En la siembra separada se presentaron porcentajes de 0.15 para F2, siendo éste el valor más alto y F3 con 0.12%, el cual representó el contenido más bajo (tabla 2 y figuras 8 y 9).

Corte 4. Para ambos métodos de siembra se registró un porcentaje de 0.12. En los niveles de fertilización de la siembra asociada, F2 y F4 mostraron un contenido de 0.11%; los valores más altos se obtuvieron en F0 y F3, en los dos casos el contenido fue de 0.13%. En la siembra separada se tuvieron valores de 0.13% para F1 y F4, y 0.10% para F3, siendo éstos los valores más alto y más bajo respectivamente (tabla 2 y figuras 8 y 9).

Corte 5. En ambos métodos de siembra el contenido de fósforo nuevamente fue igual, 0.14%. En los niveles de fertilización de la siembra asociada F2 y F3 manifestaron los valores más altos, en los dos casos el contenido de fósforo fue de 0.16% y los valores más bajos en F0 y F4 donde el contenido fue de 0.13% para ambos. En la siembra separada el mayor contenido fue para F2 con 0.18% y 0.11% para F3, que representó el valor más bajo (tabla 2 y figuras 8 y 9).

Corte 6. Los contenidos de fósforo para la siembra asociada y separada fueron de 0.15 y 0.17% respectivamente. En los niveles de fertilización de la siembra asociada el valor más alto fue para F3, 0.17%, en comparación con el valor más bajo de 0.13%, para F1. En la siembra separada F1 mostró un porcentaje de 0.15%, mientras que F2, F3 y F4 presentaron un valor semejante, 0.18% (tabla 2 y figuras 8 y 9).

Aunque en el transcurso de los seis cortes no se detectó efecto significativo para métodos de siembra, la separada mostró un contenido de fósforo mayor en comparación con la siembra asociada; solamente los cortes 4 y 5 presentaron valores similares para ambos métodos.

todos de siembra (tabla 2).

El comportamiento que se tiene en el contenido de fósforo para ambos métodos de siembra a través de los cortes es semejante, se puede observar que el corte 1 tuvo mayor contenido y conforme la edad de la plantaumentó, el contenido de fósforo fue disminuyendo. Lo anterior, como ya se discutió, refleja un comportamiento normal (Johansen et al 1980. Wilman 1975). (Figuras 18 y 19).

En las figuras 8 y 9 se puede observar que para la siembra asociada el contenido de fósforo decayó en el corte 3 y en la siembra separada en el corte 4, aunque hay una recuperación en los cortes posteriores; lo anterior refleja que la estación del invierno influyó en la asimilación del fósforo, ya que los ciclos vegetativos en estos cortes se llevaron a cabo en los meses de noviembre, diciembre y enero; la recuperación que posteriormente se presentó, pudo haber sido por que las condiciones ambientales fueron favorables para las plantas, aprovechando el fósforo que requerían para su crecimiento.

En relación al contenido de fósforo, Wilman (1975) trabajó con el pasto Italian Ryegrass, aplicando solamente nitrógeno con diferentes dosis, encontrando que para 28 kg/ha de N tuvo un contenido de fósforo de 0.302% en 6 semanas (42 días) que puede compararse con 0.22% en el primer corte para el presente trabajo; en la semana 13 el contenido fue de 0.212% mientras que en nuestro caso resultó 0.15% para el segundo corte. Como se puede observar existe una diferencia entre los valores obtenidos por Wilman y los obtenidos en este trabajo, pero hay que tomar en cuenta que se trata de especies diferentes.

Tabla 2

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES Y PROMEDIO DE Sorghum alatum EN LA ASOCIACION CON Macrotilium atropurpureum.

Promedio de cuatro repeticiones

Método de Siembra	C O P T E S						X
	1	2	3	4	5	6	
Asociada	F0 0.20	F0 0.16	F0 0.09	F0 0.13	F0 0.13	F0 0.14	F0 0.14
	F1 0.24	F1 0.15	F1 0.12	F1 0.12	F1 0.14	F1 0.13	F1 0.15
	F2 0.20	F2 0.15	F2 0.09	F2 0.11	F2 0.16	F2 0.16	F2 0.14
	F3 0.22	F3 0.15	F3 0.10	F3 0.13	F3 0.16	F3 0.17	F3 0.15
	F4 0.24	F4 0.15	F4 0.12	F4 0.11	F4 0.13	F4 0.16	F4 0.15
\bar{X}	0.22	0.15	0.10	0.12	0.14	0.15	0.14
Separada	F0 0.23	F0 0.17	F0 0.14	F0 0.12	F0 0.15	F0 0.17	F0 0.16
	F1 0.24	F1 0.16	F1 0.13	F1 0.13	F1 0.13	F1 0.15	F1 0.15
	F2 0.23	F2 0.16	F2 0.15	F2 0.12	F2 0.18	F2 0.18	F2 0.17
	F3 0.23	F3 0.16	F3 0.12	F3 0.10	F3 0.11	F3 0.18	F3 0.15
	F4 0.23	F4 0.16	F4 0.13	F4 0.13	F4 0.15	F4 0.18	F4 0.16
\bar{X}	0.23	0.16	0.14	0.12	0.14	0.17	0.15

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

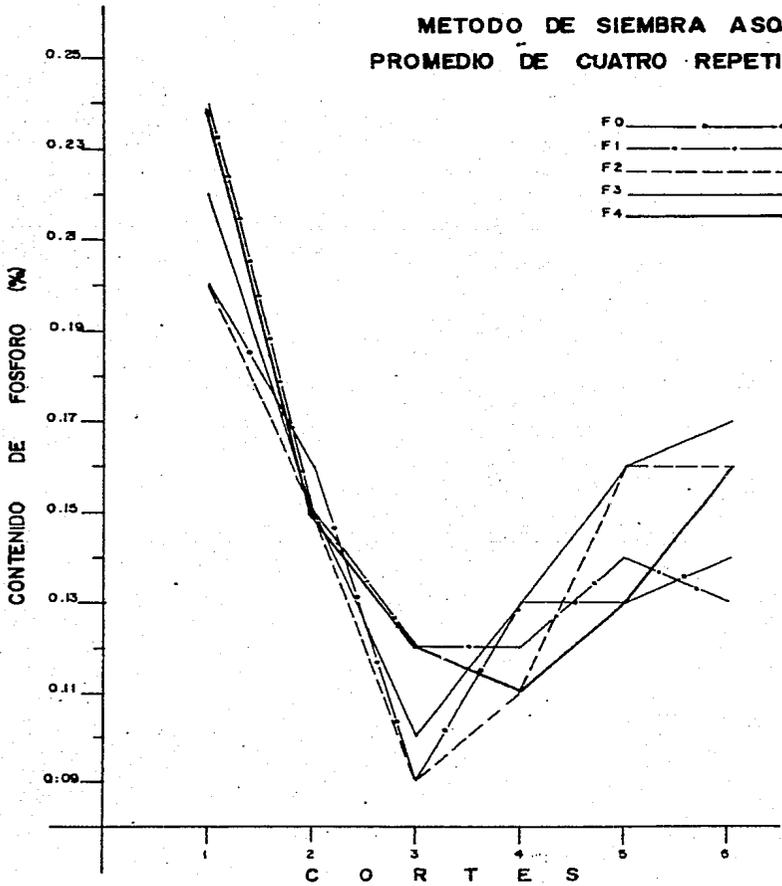


FIGURA 8

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA
 MATERIA SECA POR CORTES DE *Sorghum alatum*
 EN LA ASOCIACION CON *Macroptilium atropurpureum*

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

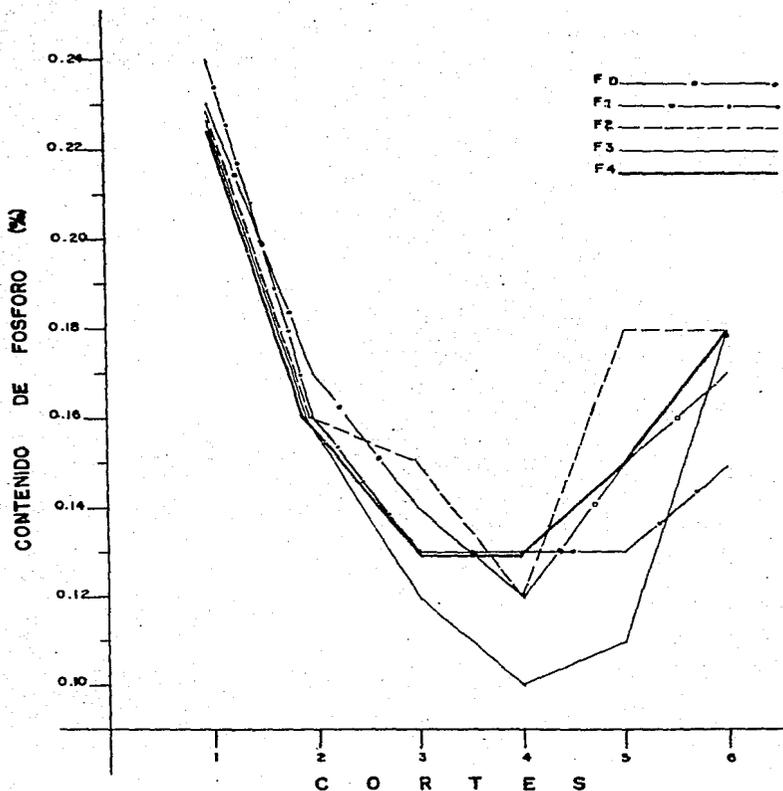


FIGURA 9

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA
 MATERIA SECA POR CORTES DE *Sorghum dimum*
 EN LA ASOCIACION CON *Macroptilium atropurpureum*

1.3. En Macroptilium atropurpureum en asociación con Sorghum alnum.

El análisis de varianza efectuado con los datos de la presente variable, indicó que hubo efecto significativo para los métodos de siembra en los cortes 2, 3 y 4 y en los niveles de fertilización para los cortes 2 y 6.

Corte 1. La siembra separada tuvo un valor más alto 0.28% en relación a la siembra asociada, 0.26%. En la siembra asociada los niveles de fertilización que manifestaron un contenido de fósforo mayor fueron F0 y F4, ambos casos con 0.29% y el valor más bajo lo obtuvo F2 con 0.24%. En la siembra separada el valor más alto lo obtuvo F4 con 0.30% y el más bajo F3, con 0.26% (tabla 3 y figuras 10 y 11).

Corte 2. La siembra separada manifestó, en promedio, un contenido de fósforo mayor 0.15% en comparación con la siembra asociada 0.09%. En los niveles de fertilización de la siembra asociada F3 con 0.12% resultó ser el único valor estadísticamente diferente a los otros valores, siendo éste el más alto. En la siembra separada F0, F1, F3 y F2 fueron los valores más altos que presentaron una equivalencia estadística, obteniendo contenidos de 0.14%, 0.15%, 0.16% y 0.16% respectivamente (tabla 3 y figuras 10 y 11).

Corte 3. En relación a los métodos de siembra, el contenido mayor de fósforo fue para la siembra separada, 0.18%, mientras que la asociada, 0.12%. En los niveles de fertilización no se detectó significancia estadística; sin embargo, se observa que en la siembra asociada el nivel que presentó un contenido mayor fue F3 con 0.15% y los valores más bajos los tuvieron F0 y F1, ambos con 0.10%. En la siembra separada, el porcentaje más alto fue para F3, 0.22% y el más bajo para F0 con 0.16% (tabla 3 y figuras 10 y 11).

Corte 4. La siembra separada presentó un efecto significativo, obteniendo un valor de 0.11% en comparación con la siembra asociada, 0.08%. En los niveles de fertilización no hubo significancia estadística, aunque puede notarse que en la siembra asociada los niveles que mostraron un mayor contenido fueron F0, F2 y F4, en los tres casos con un porcentaje de 0.09% y el valor más bajo se mostró para F1 con 0.07%. En la siembra separada F3 tuvo el valor más alto con 0.13%, y el contenido más bajo lo obtuvo F0 con 0.09% (tabla 3 y figuras 10 y 11).

Corte 5. La siembra separada presentó en promedio, un mayor contenido de fósforo, 0.11% contra la asociada 0.08%. Con respecto a los niveles de fertilización, para la siembra asociada se tiene que el contenido mayor fue para F4, 0.09% y el más bajo 0.07% para F1 y F3. En la siembra separada los niveles que manifestaron un contenido mayor fueron F1, F2 y F4 con 0.12%, y el valor más bajo lo presentó F3 con 0.09% (tabla 3 y figuras 10 y 11).

Corte 6. Aunque no hubo efecto significativo para métodos de siembra, la asociada registró 0.11% y la separada 0.12%. Los niveles de fertilización presentaron efecto significativo ($P < 0.05$); en la siembra asociada F4, F1, F2 y F3 tuvieron valores estadísticamente equivalentes, siendo éstos los porcentajes más altos 0.10%, 0.10%, 0.13% y 0.13% respectivamente. Para la siembra separada los tratamientos que manifestaron una equivalencia estadística fueron F1, F3, F2 y F4, obteniendo los valores de 0.12%, 0.12%, 0.13% y 0.14% respectivamente, representando éstos los porcentajes más altos (tabla 3 y figuras 10 y 11).

Se puede observar que en los cortes 2, 3 y 4 los métodos de siembra presentaron efecto significativo, donde la siembra separada obtuvo un contenido de fósforo

mayor, no obstante que en los cortes 1, 5 y 6 no hubo significancia estadística dicha siembra también alcanzó los porcentajes mayores. Los niveles de fertilización para el método de siembra asociada mostraron que F3 obtuvo, en promedio, un contenido de fósforo mayor 0.13%, mientras que el valor más bajo fue para F1 con 0.11%; lo anterior es consecuencia del comportamiento de los tratamientos en el transcurso de los cortes. En la siembra separada, los niveles de fertilización que presentaron un contenido de fósforo mayor en promedio, fueron F2, F3 y F4; en los tres casos se obtuvo un porcentaje de 0.16% y el valor más bajo fue para F0 con 0.14% (figuras 18 y 19).

En las figuras 10 y 11 se observa que el comportamiento de los tratamientos durante el año de observación tendió a disminuir el contenido del elemento en la planta. Se puede notar que es mayor en el primer corte; posteriormente decreció en el segundo, pero en el corte 3 hay un leve aumento para después volver a disminuir en los cortes 4 y 5, hasta que finalmente en el sexto corte presentó un aumento. Es probable que la variación observada sea debida a las condiciones ambientales diferentes que prevalecieron en los ciclos vegetativos correspondientes a cada corte. En un estudio sobre los efectos del fósforo sobre el crecimiento y composición química de leguminosas tropicales, Andrew y Robins (1969) trabajaron con las siguientes dosis de fertilizante: 48.94, 97.90, 146.83 y 195.81 kg/ha de P_2O_5 y se obtuvo para Siratro un contenido de 0.15%, 0.17%, 0.20% y 0.21% respectivamente. En relación a los resultados del presente trabajo, las dosis que aquí se emplearon fueron 60, 120, 120 y 180 kg/ha de P_2O_5 y se obtuvieron, en promedio, los siguientes contenidos de fósforo: siembra asociada para F1, 0.11%; F2, 0.12%; F3, 0.13%; y F4, 0.12%. Para la siembra separada los contenidos de fósforo fueron: F1, 0.15%; F2, F3 y F4, 0.16%. Es evidente que los conte-

Tabla 3

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTES Y PROMEDIO DE Macroptilium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON Sorghum alatum.

Promedio de cuatro repeticiones

Método de Siembra	C O R T E S						X
	1	2	3	4	5	6	
Asociada	F0 0.29	F0 0.08 a	F0 0.10	F0 0.09	F0 0.08	F0 0.09 a	F0 0.12
	F1 0.25	F4 0.08 a	F1 0.10	F1 0.07	F1 0.07	F4 0.10 ab	F1 0.11
	F2 0.24	F1 0.09 a	F2 0.13	F2 0.09	F2 0.08	F1 0.10 ab	F2 0.12
	F3 0.25	F2 0.09 a	F3 0.15	F3 0.08	F3 0.07	F2 0.13 b	F3 0.13
	F4 0.29	F3 0.12 b	F4 0.12	F4 0.09	F4 0.09	F3 0.13 b	F4 0.12
X	0.26	0.09 A	0.12 A	0.08 A	0.08	0.11	0.12
Separada	F0 0.29	F4 0.13 a	F0 0.16	F0 0.09	F0 0.10	F0 0.09 a	F0 0.14
	F1 0.27	F0 0.14 ab	F1 0.17	F1 0.10	F1 0.12	F1 0.12 ab	F1 0.15
	F2 0.29	F1 0.15 ab	F2 0.18	F2 0.12	F2 0.12	F3 0.12 ab	F2 0.16
	F3 0.26	F3 0.16 ab	F3 0.22	F3 0.13	F3 0.09	F2 0.13 b	F3 0.16
	F4 0.30	F2 0.16 b	F4 0.17	F4 0.12	F4 0.12	F4 0.14 b	F4 0.16
X	0.28	0.15 B	0.16 B	0.11 B	0.11	0.12	0.15

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA.
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

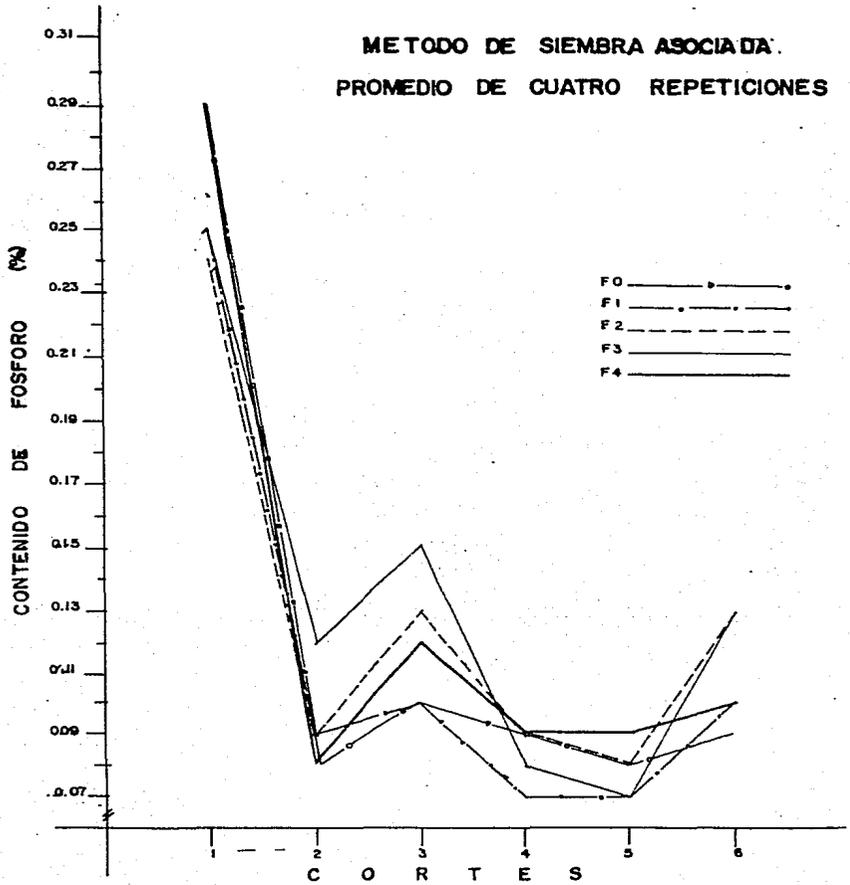


FIGURA 10

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA MATERIA
POR CORTES DE *Macroptilium atropurpureum* EN LA
ASOCIACION CON *Sorghum alatum*

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

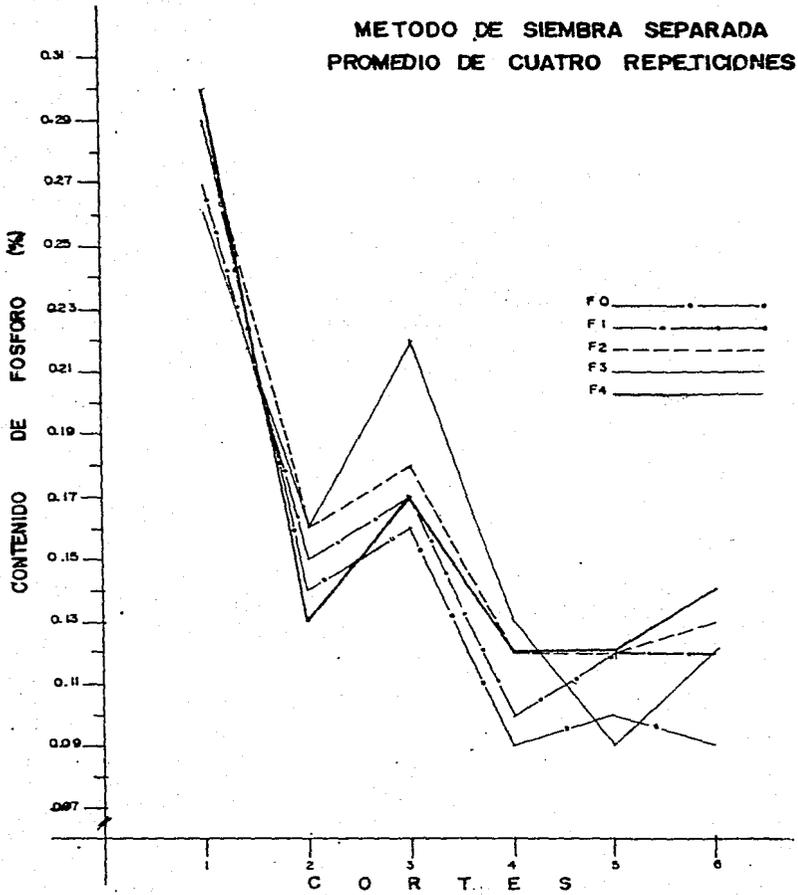


FIGURA 11
 CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA MATERIA SECA POR CORTE DE *Macroptilium atropurpureum* EN LA ASOCIACION CON *Sorghum alinum*

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA

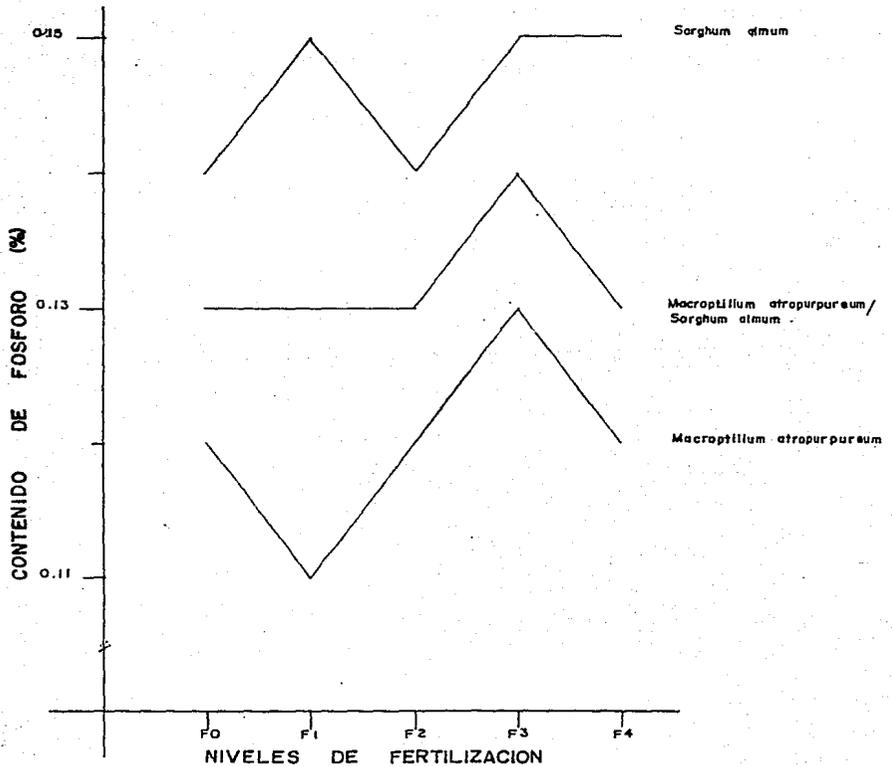


FIGURA 18

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE EN LA
MATERIA SECA POR PROMEDIOS

METODO DE SIEMBRA SEPARADA

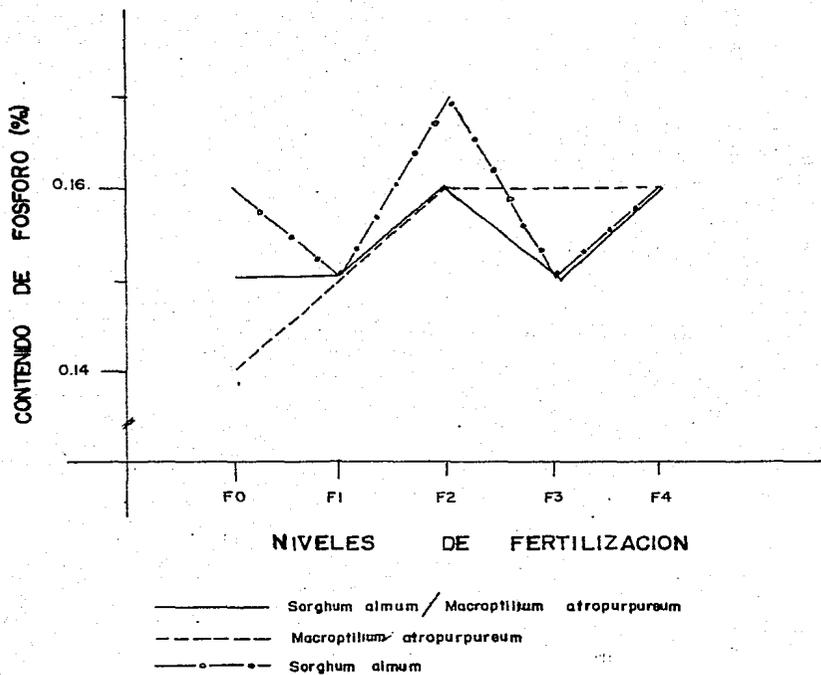


FIGURA 19

CONTENIDO DE FOSFORO EN PORCENTAJE
EN LA MATERIA SECA POR PROMEDIO

nidos obtenidos por Andrew y Robins y los de este trabajo son muy similares. White y Haydock (1970) encontraron que el valor crítico en relación a la concentración de fósforo para Siratro fue de 0.16% a 0.29%. Johansen (1980) obtuvo las concentraciones críticas de fósforo en la materia seca de Siratro, encontrando que estos valores fluctuaron entre 0.35% y 0.09%.

2. Rendimiento de Fósforo.

2.1. En la asociación S. alnum/M. atropurpureum.

El análisis de varianza indicó que hubo efecto significativo ($P < 0.05$) para los métodos de siembra en los cortes 4, 5 y 6; para los niveles de fertilización en los cortes 3 y 6 (tabla 4).

Corte 1. En la siembra asociada se obtuvo un rendimiento de fósforo de 15.4 kg/ha mientras que en la siembra separada 13.73 kg/ha. En los niveles de fertilización de la siembra asociada, F1 mostró el valor más alto - 16.27 kg/ha y el valor más bajo fue para F2 con 14.08 kg/ha. En la siembra separada F1 manifestó un rendimiento menor, 12.32 kg/ha y el valor más alto F3 con 15.54 kg/ha (tabla 4 y figuras 12 y 13).

Corte 2. El mayor rendimiento de fósforo fue para la siembra separada, que registró 6.99 kg/ha en comparación con la siembra asociada que obtuvo 6.41 kg/ha. En relación a los niveles de fertilización, en la siembra asociada el valor más alto fue obtenido por F3 con 7.64 kg/ha y el más bajo por F1 con 5.25 kg/ha. En la siembra separada F1 obtuvo el rendimiento más bajo con 6.68 kg/ha mientras que F3 mostró el más alto 7.32 kg/ha.

Corte 3. La siembra separada mostró el rendimiento mayor, 5.87 kg/ha, contra 4.39 kg/ha de la siembra

asociada. Con respecto a los niveles de fertilización, los que rindieron y mostraron una equivalencia estadística en la siembra asociada fueron F4, F3 y F2 con 4.12 kg/ha, 5.49 kg/ha y 5.64 kg/ha respectivamente. Para la siembra separada el valor obtenido por F3 con 7.17 kg/ha, resultó ser el único valor estadísticamente distinto a los otros valores, siendo el rendimiento de fósforo más alto.

Corte 4. El rendimiento más alto fue para la siembra separada con 3.89 kg/ha en relación a la asociada, 2.75 kg/ha. En los niveles de fertilización, para la siembra asociada el mayor rendimiento se presentó en F3, 3.08 kg/ha, mientras que los valores más bajos fueron obtenidos por F0 y F2 con 2.65 kg/ha en los dos casos. En la siembra separada el rendimiento más bajo fue para el tratamiento F0 con 3.62 kg/ha y el más alto para F4 con 4.38 kg/ha.

Corte 5. En los métodos de siembra, la separada manifestó un rendimiento de fósforo mayor que la asociada, con valores de 4.14 kg/ha y 2.17 kg/ha respectivamente. En la siembra asociada, el tratamiento que presentó un rendimiento mayor fue F2 con 2.55 kg/ha y el más bajo lo obtuvo F0 con 1.72 kg/ha. Para la siembra separada F4 representó el valor más alto 4.67 kg/ha mientras que el más bajo fue para F0, 3.46 kg/ha.

Corte 6. El método de siembra que obtuvo el mayor rendimiento fue la separada con 5.38 kg/ha; la asociada presentó un rendimiento de 3.20 kg/ha. En relación a los niveles de fertilización, los valores obtenidos por F4, F2 y F3 presentaron una equivalencia estadística y además fueron los valores más altos 3.49, 3.51 y 3.92 kg/ha respectivamente. En la siembra separada F1, F3, F2 y F4 mostraron una igualdad estadística, siendo éstos los rendimientos más altos: 5.20, 5.51, 6.0 y 6.0 respectivamente.

Tabla 4

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA MATERIA SECA POR CORTES Y TOTAL DE LA ASOCIACION Sorghum aluum/Macroptilium atropurpureum.

Promedio de cuatro repeticiones

Estado de Siembra	C	O	R	T	E	S	TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
Asociada	FO 14.68	FO 5.63	FO 2.84 a	FO 2.65	FO 1.72	FO 2.16 a	FO 29.68
	F1 16.27	F1 5.25	F1 3.87 a	F1 2.68	F1 1.86	F1 2.96 ab	F1 32.89
	F2 14.08	F2 6.50	F4 4.12 ab	F2 2.65	F2 2.55	F4 3.49 bc	F2 34.93
	F3 15.75	F3 7.64	F3 5.49 b	F3 3.08	F3 2.34	F2 3.51 bc	F3 38.22
	F4 16.22	F4 7.04	F2 5.64 b	F4 2.72	F4 2.38	F3 3.92 c	F4 35.97
\bar{X}	15.40	6.41	4.39	2.75 A	2.17 A	3.20 A	34.32
Separada	FO 12.86	FO 6.69	FO 5.14 a	FO 3.62	FO 3.46	FO 4.21 a	FO 35.98
	F1 12.32	F1 6.68	F1 5.14 a	F1 3.83	F1 4.39	F1 5.20 b	F1 37.56
	F2 13.14	F2 7.04	F2 5.94 a	F2 3.83	F2 4.46	F3 5.51 b	F2 40.41
	F3 15.54	F3 7.32	F4 5.97 a	F3 3.83	F3 3.73	F2 6.00 b	F3 43.10
	F4 14.81	F4 7.23	F3 7.17 b	F4 4.38	F4 4.67	F4 6.00 b	F4 43.06
\bar{X}	13.73	6.99	5.87	3.89 B	4.14 B	5.38 B	40.00

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

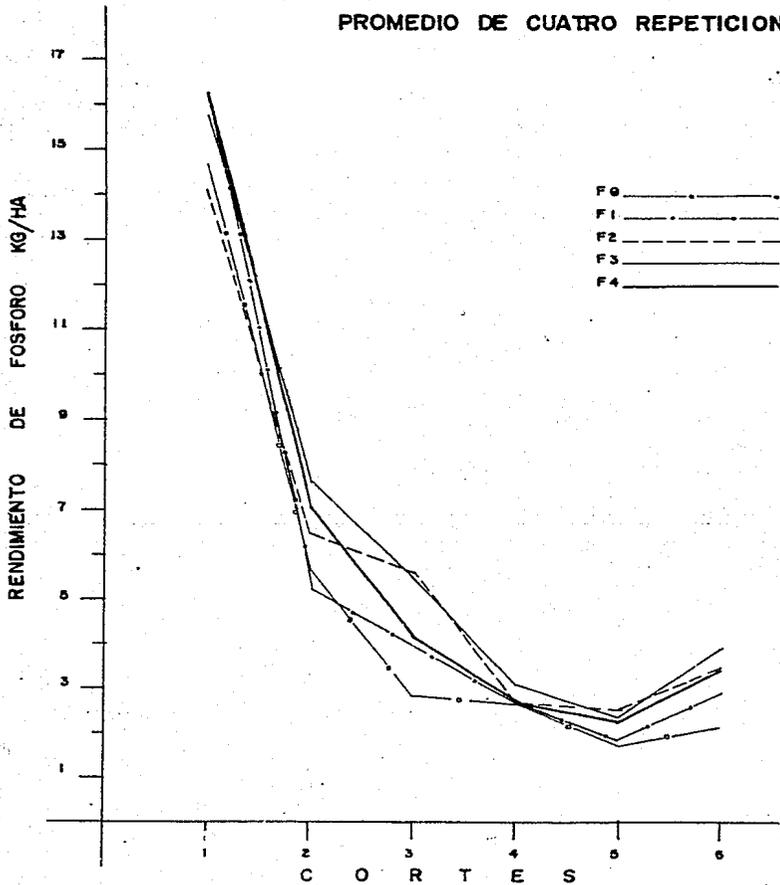


FIGURA 12

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA . EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE LA ASOCIACION *Sorghum almum* y *Macroptilium atropurpureum*

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

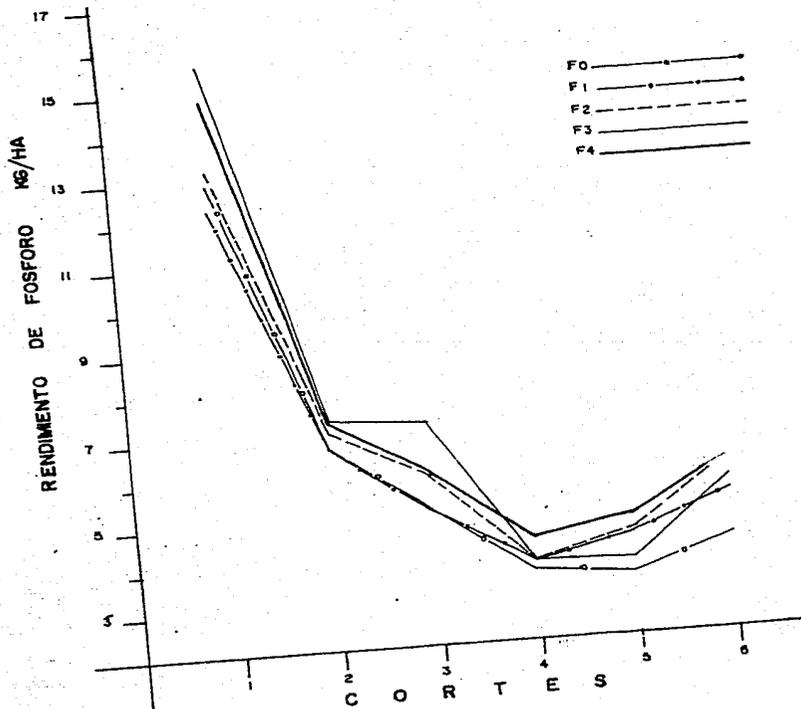


FIGURA 13
 RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE LA ASOCIACION *Sorghum dimorphum*/
Macroptilium atropurpureum

Se puede observar que la siembra separada obtuvo en total un rendimiento de fósforo mayor, 40.0 kg/ha en comparación con la asociada, 34.32 kg/ha. Con respecto a los niveles de fertilización, tanto para siembra asociada y separada, F3 resultó ser el tratamiento del cual se obtuvo un mayor rendimiento; por lo tanto F3 fue la dosis óptima (tabla 4 y figuras 20 y 21).

En las figuras 12 y 13 se observa el comportamiento que presentó el rendimiento de fósforo, en el transcurso de los 6 cortes de la asociación S. alnum/M.atropurpureum, es evidente que el rendimiento fue decayendo con el transcurso del tiempo.

En 1984 Abraham y Singh encontraron que la asociación de sorgo con tres leguminosas ayudó a una mejor absorción de N, P y K así como a su rendimiento, en comparación con sorgo solo; ellos obtuvieron rendimientos de fósforo que fluctuaron de 10 kg/ha a 30 kg/ha. Los rendimientos obtenidos en este trabajo estuvieron en el intervalo de 29.68 kg/ha a 43.0 kg/ha; tales diferencias con el trabajo citado se deben fundamentalmente a las diferentes especies que se utilizaron.

2.2. En Sorghum alnum en asociación con Macroptilium atropurpureum.

Los resultados analizados estadísticamente mostraron efecto significativo para métodos de siembra en el quinto corte y en los niveles de fertilización no se manifestó dicho efecto (tabla 5).

Corte 1. La siembra asociada dió un rendimiento de 13.43 kg/ha y la separada 11.96 kg/ha. En los niveles de fertilización de la siembra asociada el mayor rendimiento fue para F1, 16.28 kg/ha y el menor para F2, 8.17 kg/ha. En la siembra separada F3 manifestó el mayor rendimiento 13.88 kg/ha, mientras que el menor -

rendimiento se presentó en el tratamiento F0, 10.88 kg/ha (tabla 4 y figuras 14 y 15).

Corte 2. El rendimiento más alto fue obtenido en la siembra asociada, 8.24 kg/ha, en relación a la siembra separada en donde el rendimiento fue de 6.95kg/ha. Con respecto a los niveles de fertilización, para la siembra asociada F4, 9.14 kg/ha fue el tratamiento que mostró el rendimiento más alto y el valor más bajo se presentó en F1 con 7.46 kg/ha. En la siembra separada F4 manifestó el rendimiento mayor, 7.5 kg/ha y F0 el más bajo, 6.69 kg/ha.

Corte 3. En los métodos de siembra, la separada obtuvo el mayor rendimiento, 4.71 kg/ha y la asociada 4.07 kg/ha. En relación a los niveles de fertilización, para la siembra asociada F2 con 4.94 kg/ha presentó el rendimiento de fósforo mayor y 2.65 kg/ha, que corresponde a F0, el rendimiento menor. Para la siembra separada F4 obtuvo un rendimiento de 5.15 kg/ha siendo éste el más alto y F1, 3.96 kg/ha el más bajo.

Corte 4. Para la siembra asociada el rendimiento de fósforo fue de 2.78 kg/ha y para la separada de 3.36 kg/ha. En los niveles de fertilización, la siembra asociada tuvo los siguientes rendimientos extremos: 3.45 y 2.19 kg/ha para F3 y F2 respectivamente. En la siembra separada F1 con 3.75 kg/ha, reflejó un rendimiento de fósforo mayor en comparación con F3 que mostró un rendimiento de 2.84 kg/ha.

Corte 5. La siembra separada presentó un rendimiento mayor, 4.16 kg/ha en relación con la asociada, 2.78 kg/ha. En la siembra asociada el tratamiento que obtuvo el rendimiento de fósforo mayor fue F2 con 3.42 kg/ha y F0 obtuvo el menor rendimiento, 2.17 kg/ha. Para la siembra separada F2, con 4.57 kg/ha manifestó el mayor rendimiento, mientras que F0 con 3.64 kg/ha fue el menor.

Corte 6. La siembra asociada mostró un rendimiento de fósforo inferior al obtenido por la siembra separada, 3.63 kg/ha y 4.56 kg/ha respectivamente. Con respecto a los niveles de fertilización, en la siembra asociada F4 obtuvo un rendimiento de 4.37 kg/ha y F0-2.55 kg/ha. En la siembra separada F2 presentó el rendimiento más alto, 5.25 kg/ha y F0 el más bajo 4.01 kg/ha.

A lo largo de los seis cortes, el quinto fue el único que mostró efecto significativo para los métodos de siembra. En los cortes 1 y 2 el rendimiento de fósforo fue mayor para la siembra asociada, lo que no ocurrió en los cortes restantes, en donde el mayor rendimiento fue para la siembra separada. En relación a los niveles de fertilización, para la siembra asociada F3 resultó ser el tratamiento que mostró un rendimiento de fósforo total mayor, 39.56 kg/ha y el rendimiento más bajo lo obtuvo F0 con 29.92 kg/ha. En la siembra separada el valor total más alto lo obtuvo F4 37.97 kg/ha, mientras que F0, 33.2 kg/ha, el más bajo (figuras 20 y 21).

En las figuras 14 y 15 se observa el comportamiento del rendimiento de fósforo de S. alium en el transcurso de los 6 cortes. El rendimiento para todos los tratamientos conforme pasó el tiempo, disminuyó a semejanza de la variable contenido de fósforo e incluso del rendimiento en materia seca. En relación a lo observado por otros autores, Rayment et al (1977) obtuvieron rendimientos de fósforo de 5 y 6 kg/ha con dosis de 60 kg/ha de P_2O_5 y Abraham y Singh (1983) de 14 kg/ha y 20 kg/ha. Para este trabajo se obtuvieron rendimientos de fósforo totales promedio de 35 kg/ha; la diferencia en los rendimientos es debida a la diferencia de especies y condiciones experimentales para cada caso.

Tabla 5

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA MATERIA SECA POR CORTES Y TOTAL DE Sorghum alnum EN LA ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum

Promedio de cuatro repeticiones

Método de Siembra	C O R T E S						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
Asociada	FO 12.25	FO 7.61	FO 2.65	FO 2.69	FO 2.17	FO 2.55	FO 29.92
	F1 16.28	F1 7.46	F1 4.28	F1 3.27	F1 2.35	F1 3.21	F1 36.85
	F2 8.17	F2 8.20	F2 4.94	F2 2.19	F2 3.42	F2 3.72	F2 30.64
	F3 15.26	F3 8.80	F3 4.50	F3 3.45	F3 3.24	F3 4.31	F3 39.56
	F4 15.22	F4 9.14	F4 3.98	F4 2.31	F4 2.75	F4 4.37	F4 37.77
	X	13.43	8.24	4.07	2.78	2.78 A	3.63
Separada	FO 10.88	FO 6.69	FO 4.60	FO 3.38	FO 3.64	FO 4.01	FO 33.20
	F1 11.46	F1 6.84	F1 3.96	F1 3.75	F1 3.82	F1 4.33	F1 34.16
	F2 11.38	F2 6.78	F2 4.94	F2 3.21	F2 4.57	F2 5.25	F2 36.13
	F3 13.88	F3 6.94	F3 4.92	F3 2.84	F3 4.28	F3 4.33	F3 37.19
	F4 12.24	F4 7.50	F4 5.15	F4 3.63	F4 4.53	F4 4.92	F4 37.97
	X	11.96	6.95	4.71	3.36	4.16 B	4.56

**METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES**

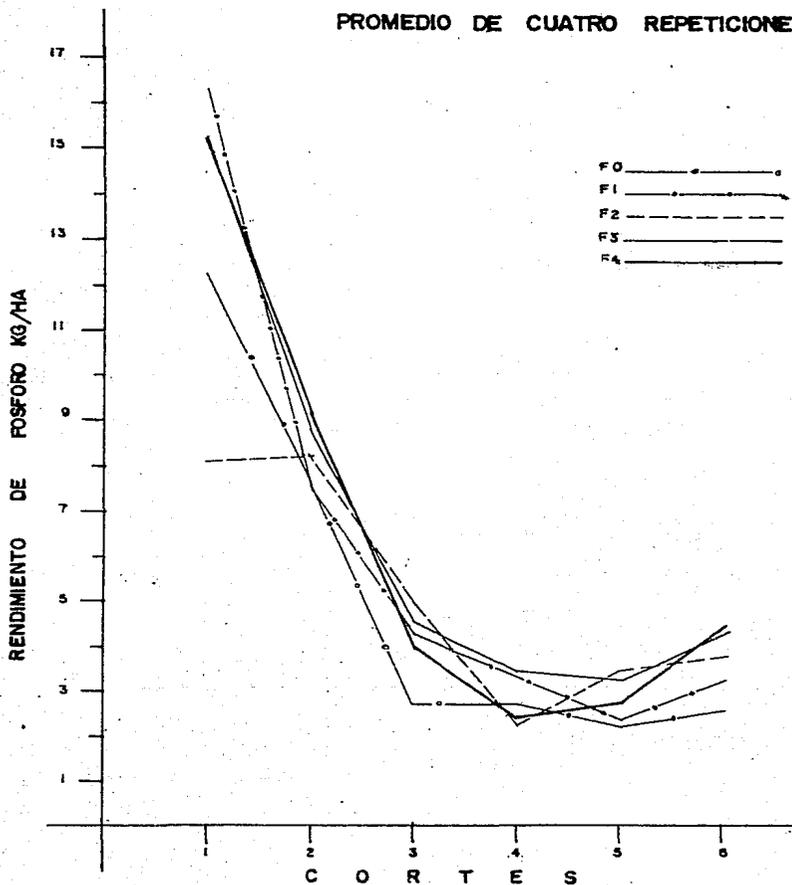


FIGURA 14

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE Sorghum alnum EN ASOCIACION CON Macroptilium atropurpureum

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

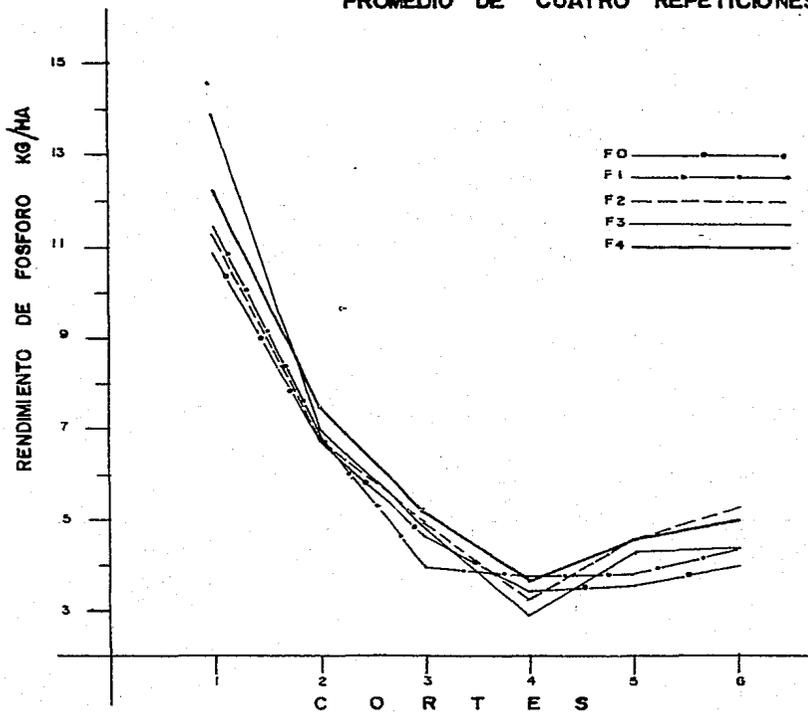


FIGURA 15

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA MATERIA SECA POR CORTES DE *Sorghum olivum* EN LA ASOCIACION CON *Macroptilium atropurpureum*

2.3 En Macroptilium atropurpureum en asociación con Sorghum alatum.

El análisis de varianza indicó que en los métodos de siembra hubo efecto significativo en los cortes 1, 3, 4, 5 y 6 y para los niveles de fertilización en los cortes 2 y 6 (tabla 6).

Corte 1. En los métodos de siembra el mayor rendimiento fue obtenido por la separada con 0.697 kg/ha - en comparación con la asociada que obtuvo 0.014 kg/ha. En los niveles de fertilización, en la siembra asociada F3 manifestó un rendimiento de fósforo mayor, 0.025 kg/ha en relación a F2 que rindió 0.010 kg/ha. En la separada F3, 0.781 kg/ha obtuvo el rendimiento mayor - y F1 con 0.565 kg/ha el menor (tabla 6 y figuras 16 y 17).

Corte 2. El rendimiento de fósforo obtenido por la siembra asociada fue 0.044 kg/ha mientras que la separada 0.395 kg/ha. Con respecto a los niveles de fertilización, en la siembra asociada todos los tratamientos resultaron ser semejantes estadísticamente, pero los valores fluctuaron de 0.022 kg/ha en F0 a 0.067 kg/ha en F3. En la siembra separada, los tratamientos que presentaron los rendimientos mayores y con semejanza estadística fueron F4 y F3 con 0.415 y 0.478 kg/ha respectivamente; los niveles restantes fueron menores y equivalentes.

Corte 3. La siembra separada rindió 0.497 kg/ha y la asociada 0.089 kg/ha. En los niveles de fertilización de la siembra asociada F4 presentó un rendimiento de 0.158 kg/ha y el valor más bajo fue para F0, 0.036 kg/ha. En la separada el valor más alto lo obtuvo F1, 0.712 kg/ha, mientras que F4 con 0.129 kg/ha mostró el valor más bajo.

Corte 4. En la siembra separada fue obtenido un rendimiento de 0.628 kg/ha y en la asociada de 0.063 kg/ha. En los tratamientos de fertilización para la siembra asociada F4 obtuvo un rendimiento mayor, 0.102 kg/ha y el valor menor lo manifestaron los tratamientos F0 y F1 con 0.049 kg/ha en ambos casos. La siembra separada presentó el rendimiento mayor para F4, 0.763 kg/ha y F1 con 0.404 kg/ha obtuvo el más bajo.

Corte 5. El mayor rendimiento fue obtenido por la siembra separada, 0.543 kg/ha; en cambio la asociada tuvo un rendimiento de 0.028 kg/ha. Para los niveles de fertilización, en la siembra asociada el rendimiento más alto lo presentó F2 con 0.054 kg/ha y F0 mostró el rendimiento más bajo, 0.012 kg/ha. La siembra separada manifestó un rendimiento de 0.682 kg/ha en F3, siendo éste el valor mayor, y el rendimiento más bajo se presentó para el tratamiento F0 con 0.318 kg/ha.

Corte 6. El rendimiento de fósforo para los métodos de siembra resultó mayor para la separada, 1.212 kg/ha ya que la asociada obtuvo un rendimiento de 0.079 kg/ha. En la siembra asociada todos los niveles de fertilización mostraron una equivalencia estadística, aunque el valor más alto fue obtenido por F1, 0.112 kg/ha y el más bajo F0 con 0.029 kg/ha. En la separada F2, F1, F4 y F3 manifestaron una igualdad estadística, obteniendo los siguientes valores: 1.17, 1.22, 1.42 y 1.48 kg/ha respectivamente, y F0 el más bajo, 0.75 kg/ha.

La siembra separada fue el método que obtuvo un rendimiento mayor total de fósforo a lo largo de los seis cortes, con un rendimiento de 3.97 kg/ha en comparación con la asociada, que obtuvo 0.317 kg/ha. En los niveles de fertilización, para la siembra asociada F4 mostró un rendimiento de fósforo total, superior a los otros tratamientos. Para la siembra separada, en el transcurso de los seis cortes F3 mostró el rendi-

miento de fósforo mayor (figuras 20 y 21).

En la figura 16 puede observarse que los rendimientos de fósforo correspondientes a la siembra asociada aumentaron del corte 1 al 3, disminuyeron en el 4 y 5, aumentando nuevamente en el corte 6. En la siembra se parada, figura 17, se manifestaron rendimientos semejantes del corte 1 al 5, a excepción de F4 que obtuvo un valor muy bajo en el corte 3. Del corte 5 al 6 hubo un incremento considerable para todos los tratamientos menos para F0.

Al comparar los rendimientos de fósforo de Siratro en tre la siembra asociada y separada, se observa que en ésta los rendimientos fueron considerablemente más al tos que en la asociada; lo anterior puede indicar que el crecimiento del sorgo en esta siembra hizo que Siratro se viera afectada por la competencia de la gramínea, por luz, espacio, humedad y nutrimentos, lo - cual redujo el crecimiento de Siratro; es decir, el - efecto competitivo del sorgo fue contundente para Siratro.

Tabla 6

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA MATERIA SECA POR CORTES
Y TOTAL DE Macroptilium atropurpureum EN LA ASOCIACION CON
Sorghum alnum.

Promedio de cuatro repeticiones

Métodos de Siembra	C O R T E S						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
Asociada	FO 0.013	FO 0.022 a	FO 0.036	FO 0.049	FO 0.012	FO 0.029 a	FO 0.161
	F1 0.012	F2 0.029 a	F1 0.041	F1 0.049	F1 0.023	F3 0.071 a	F1 0.276
	F2 0.010	F1 0.039 a	F2 0.131	F2 0.079	F2 0.054	F4 0.086 a	F2 0.4
	F3 0.025	F4 0.065 a	F3 0.083	F3 0.037	F3 0.015	F2 0.097 a	F3 0.298
	F4 0.014	F3 0.067 a	F4 0.158	F4 0.102	F4 0.039	F1 0.112 a	F4 0.464
\bar{X}	0.014 A	0.044	0.089 A	0.063 A	0.028 A	0.079 A	0.317
Separada	FO 0.741	F2 0.342 a	FO 0.485	FO 0.549	FO 0.318	FO 0.75 a	FO 3.24
	F1 0.565	F1 0.348 a	F1 0.712	F1 0.404	F1 0.636	F2 1.17 b	F1 3.88
	F2 0.651	FO 0.396 a	F2 0.601	F2 0.653	F2 0.498	F1 1.22 b	F2 3.91
	F3 0.781	F4 0.415 ab	F3 0.558	F3 0.773	F3 0.682	F4 1.42 b	F3 4.75
	F4 0.749	F3 0.478 b	F4 0.129	F4 0.763	F4 0.581	F3 1.48 b	F4 4.05
\bar{X}	0.697 B	0.395	0.497 B	0.628 B	0.543 B	1.212 B	3.97

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

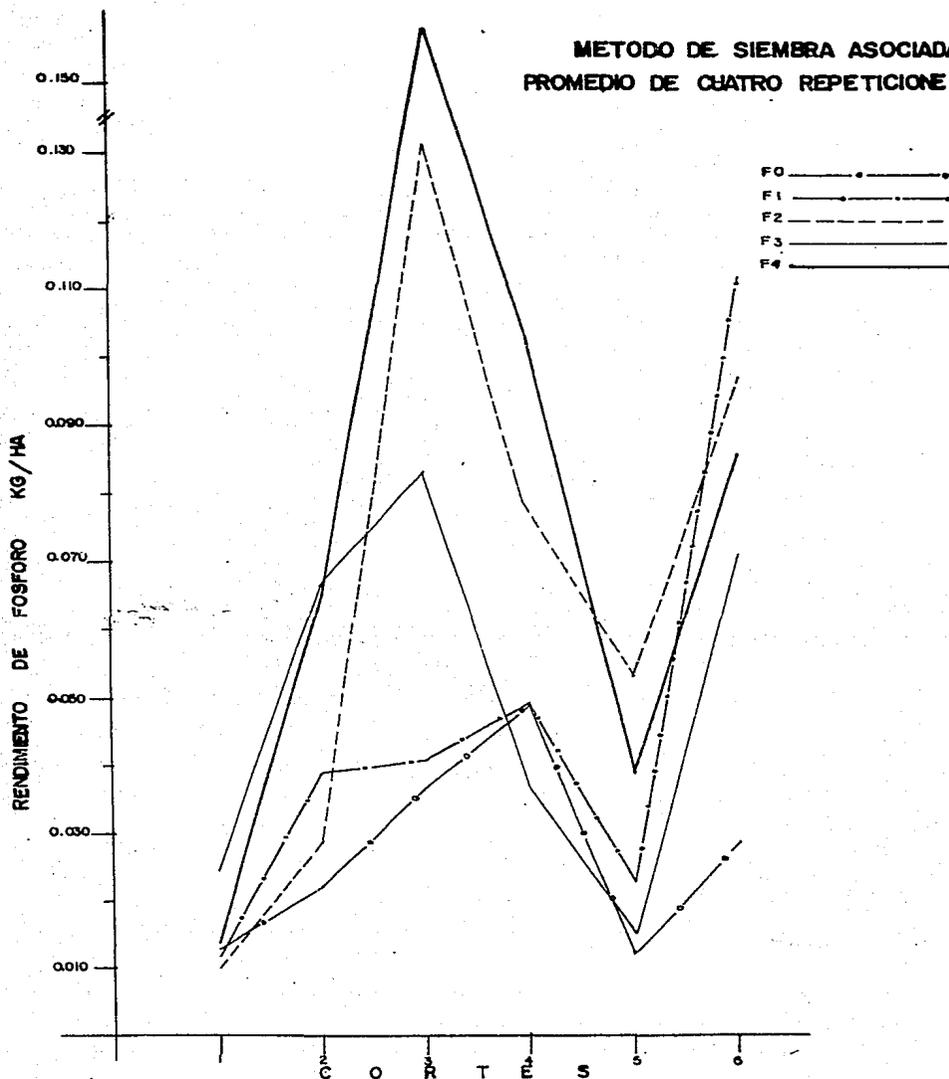


FIGURA 16

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA MATERIA SECA POR
 CORTES DE *Macroptilium atropurpureum* EN LA ASOCIACION CON *Sorghum
 alnum*

METODO DE SIEMBRA SEPARADA
 PROMEDIO DE CUATRO REPETICIONES

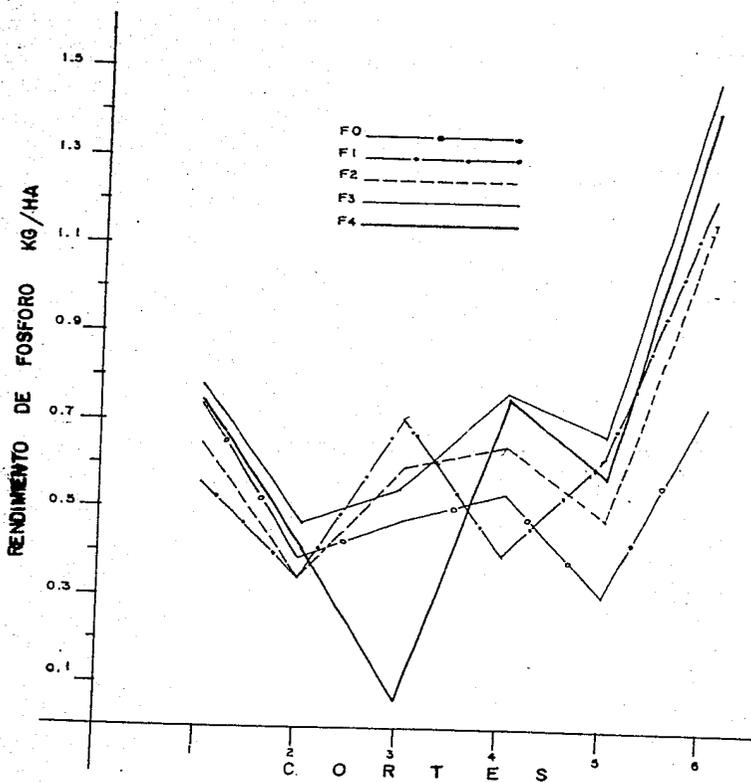


FIGURA 17

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA MATERIA
 SECA POR CORTES DE *Macroplum atropurpureum* EN LA
 ASOCIACION CON *Sorghum alnum*

METODO DE SIEMBRA ASOCIADA

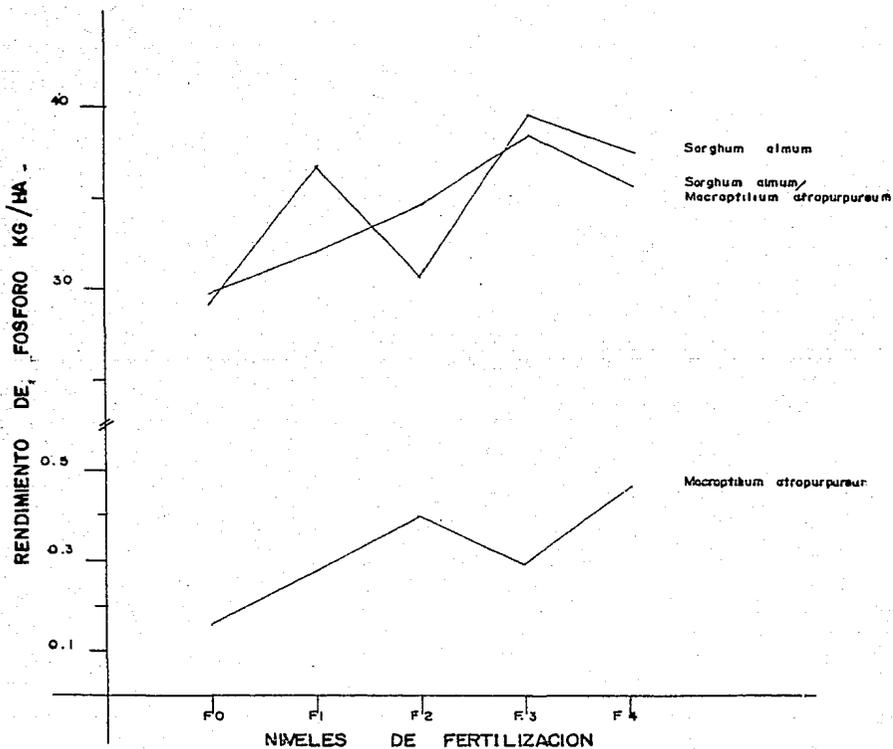


FIGURA 20.

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA
MATERIA SECA POR PROMEDIOS

METODO DE SIEMBRA SEPARADA

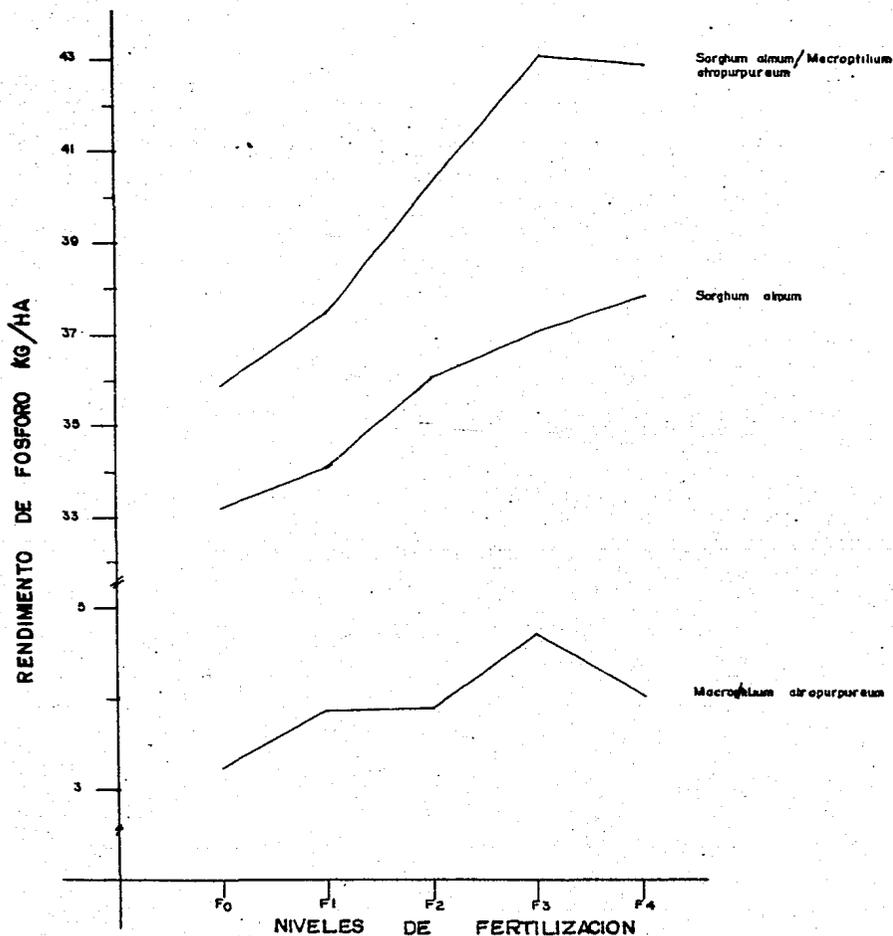


FIGURA 21.

RENDIMIENTO DE FOSFORO EN KG/HA EN LA MATERIA SECA POR PROMEDIOS



Figura 22. El fertilizante se aplicó en la forma que se observa en esta figura, cubriéndose posteriormente con suelo.



Figura 23. Aspecto que mostró el Siratro en la siembra separada, donde su crecimiento fue más vigoroso y abundante que en la siembra asociada.



Figura 24. Aspecto que mostró el tratamiento -
F2, 50-120-0, en la siembra asociada.



Figura 25. El mismo tratamiento de la figura -
anterior, pero en la siembra separada. Se observ
va el mejor desarrollo del Siratro.

VI. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

1. Contenido de Fósforo.

Para la asociación Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum se presentó efecto de métodos de siembra, siendo la separada la que alcanzó los porcentajes más altos; en los niveles de fertilización sólo se manifestó dicho efecto en un corte, pero los mayores contenidos siempre se observaron en los tratamientos con dosis altas de fertilizante.

Para Sorghum alnum en forma independiente, en la asociación con la leguminosa no hubo efecto de métodos de siembra ni de niveles de fertilización; sin embargo, los porcentajes más altos se obtuvieron en la siembra separada y en las dosis de fertilizante más altas.

Para Macroptilium atropurpureum en asociación con el sorgo, se manifestó efecto en la siembra separada; para los niveles de fertilización sólo hubo respuesta en dos cortes, sin embargo los valores más altos se obtuvieron para los tratamientos con dosis más altas de fertilizante.

2. Rendimiento de Fósforo.

En la asociación Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum se mostró efecto en la siembra separada; con respecto a los niveles de fertilización, la respuesta se presentó en el tercero y sexto cortes, pero los rendimientos mayores se alcanzaron con las dosis más altas.

En Sorghum alnum en asociación con la leguminosa, los métodos de siembra y los niveles de fertilización no presentan efecto sobre el rendimiento.

En Macroptilium atropurpureum en asociación con el sorgo, - hubo efecto en la siembra separada; en relación a los niveles de fertilización, los cortes 2 y 6 manifestaron tal efecto aunque nuevamente los rendimientos mayores se obtuvieron con las dosis más altas de fertilizante.

Consideraciones finales.

La gramínea y leguminosa tuvieron distinta habilidad para aprovechar el fósforo existente en el suelo; se podría inferir la existencia de uno o varios factores limitantes, tales como las condiciones ambientales o bien, aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo. Es importante hacer notar que la edad de las plantas influyó en el contenido y rendimiento de fósforo, ya que estos valores fueron disminuyendo conforme la edad avanzó.

La asociación Sorghum alnum/Macroptilium atropurpureum no respondió como se esperaba, porque el crecimiento de la gramínea inhibió al de la leguminosa en las primeras etapas de su desarrollo, lo que indica que los métodos de siembra repercuten en el contenido y rendimiento de fósforo, ya que en la mayoría de los casos la siembra separada obtuvo valores más altos en comparación con la asociada. En relación a la leguminosa, ésta requirió más tiempo para establecerse y demostró poca eficiencia competitiva a pesar de las altas dosis de fósforo aplicadas; es recomendable para estudios posteriores, evaluar otras leguminosas con más agresividad o, si es posible, observar el comportamiento de la leguminosa más de un año. Con respecto a niveles de fertilización, aunque estadísticamente no hubo significancia en contenido y rendimiento de fósforo para la mayoría de los casos, los tratamientos que presentaron los porcentajes y rendimientos mayores de fósforo, correspondieron a las dosis más altas de fertilizante. El molibdeno y el boro no manifestaron efectos significativos en la absorción del fósforo aplicado.

VII. LITERATURA CITADA

- Abraham, C.T. y Singh, S.P., 1984, Weed management in sorghum-legume intercropping systems, J. Agric. Sci., Camb. 103: 103-115.
- Andrew, C.S. y Robins, F.M., 1969, The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. Aust. J. Agric. Res., Vol. 20: 665-674.
- Baver, L.D., 1956, Soil Physic. John Wiley and Sons. New York. 489p.
- Bogdan, A.V., 1977, Tropical pasture and fodder plants. Tropical Agriculture Serie. Longman, London and New York, 1a. Ed., 475p.
- Bouyoucos, G.J., 1963, Directions for making mechanical analysis of soil by hidrometer method. Soil Sci. Vol. 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. 59: 439-445.
- Cook, J. y Lowe, F., 1977, Establishment of Siratro pasture. Tropical Grassland Vol. 11: 41-48.
- Cóser, C.A. y Maraschin, E.G., 1981, Prodcao e qualidade da forragem de milheto comum e Sorgo cv. Sordan NK sob. pastejo. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia 16 (3): 397-403.

- Flores, R.D., 1981, Productividad de praderas artificiales- con diferentes dosis de fertilización y abonamiento- en umbrandepts molico verticos. Tesis de Doctor en - Ciencias Fac. de Ciencias U.N.A.M. 252p.
- Flores, R.D., 1983, Evaluación de asociaciones gramínea-le- guminosa en el municipio de Puente de Ixtla, Morelos. Instituto de Geología U.N.A.M. Revista (enviado para publicación).
- Flores, R.D., 1985, Efecto de la fertilización en el rendi- miento de forraje seco, contenido y rendimiento de - proteína cruda y distribución de nitrógeno total en tres especies de sorgo forrajero, en suelos del eji- do de Tepetzíngo, Morelos. Instituto de Geología. Re vista (enviado para publicación).
- Fuentes, F.R., 1970, Análisis químico de los suelos. Ed. - Omega, Barcelona España, 662p.
- García, E., 1973, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarla a las condicio - nes de la República Mexicana), México, D.F., U.N.A.M. Instituto de Geología: 246..
- Jackson, L.M., 1970, Análisis químico de suelos. Ed. Omega, Barcelona España, 213-215 y 607-609.
- Johansen, C., 1976, Concentration of nutrient elements in - parts of Siratro as affected by phosphorus supply and plant age. *Commum In Soil Sci. and Plant Analysis*, - 7(6): 527-545.
- Johansen, C., Kerridge, C.P., Luck, E.P., Cook, G.B., Lowe, K.F. y Ostrowski, H., 1977, The residual effect of - molibdenum fertilizer on growth of tropical pasture- legumes in a subtropical environment. *Aust. J. of. - Exp. Agric. and Anim. Husb. Vol. 17: 961-968.*

- Johansen, C., Merkley, E.K. y Dolby, G.R., 1980, Critical-phosphorus concentration in parts of Macroptilium atropurpureum cv. Siratro and Desmodium intortum cv. Greenleaf as affected by Plant age. Aust. J. Agric. Res., 31, 693-702.
- Jones, J.R., 1974, Effect of an associate grass, cutting interval, and cutting height on yield and botanical composition of Siratro pastures in sub-tropical environment. Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb., 14: 343-348.
- Minson, J.D. y Milford, R., 1966, The energy value and nutritive value indices of Digitaria decumbes, Sorghum alnum and Phaseolus atropurpureus. Aust. J. Agric. - J. Agric. Res., 17: 411-423.
- Monzote, M. Fuentes, F. y García, M., 1982, Sowing methods and cutting frequency for the Siratro native pasture associations under non-irrigation conditions, J. of Agric. S.C. (Cuba), Vol. 16(2): 219-228.
- Monzote, M. y García, M., 1983, Asociaciones de leguminosas tropicales con pangola (Digitaria decumbes) II. Evaluación bajo pastoreo simulado y rehabilitación. Rev. Cubana Cienc. Agric. 17: 91.
- Munsell, Soil Chart, 1965, Edition Munsell color Co. Baltimore Maryland E.U.A.
- Neto, G. y Leal, B., 1979, Densidade de sementeira e producao de materia seca do Campin-De-Rhodes e do Siratro. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia, Vol. 14(3): 273-278.

- Ojalde, Q.J., 1983, Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre la composición química de la materia seca de dos pastos nativos (Paspalum spp y Año-nopus spp). Tesis profesional (M.V.Z.) U.N.A.M. Fac. de Med. Vet. y Zootec. 120p.
- Paredes, F.O., 1968, Estudio comparativo de la producción de las vacas lecheras con tres diferentes clases de praderas artificiales de corte. Tesis profesional (M.V.Z.). U.N.A.M. Fac. de Med. Vet. y Zootec. 156p.
- Patridge, J.I., 1975, The improvement of mission grass (Pennisetum polystachon) in Fiji by topdressing superphosphate and over-sowing a legume (Macroptilium atropurpureum). Tropical Grassland, Vol. 9: 45-51.
- Patridge, J.I., 1980, The effect of grazing and superphosphate on a naturalised legume, Desmodium heterophyllum on Hill Land in Fiji. Tropical Grassland, Vol. 14(2): 63-68.
- Rayment, G.E., Broce, C.r. y Robbins, B.G., 1977, Response of established Siratro (Macroptilium atropurpureum - cv. Siratro) pastures in South east Queensland to phosphorus fertilizer. Tropical Grassland, Vol. 11: 67-77.
- Reneau, R.B., Jones, G.D. y Friedericks, J.B., 1983, Effect of P and K on yield and chemical composition of forage Sorghum. Agronom. J. Vol. 75: 5-8.
- Richards, C.A. (ed), 1974, Diagnosis and improvement of saline and alkali soil U.S. Dept. Agr. Handbook, 60: 172p.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1968, Adelantos de la ciencia agrícola en México, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F. 161-204p.

- Schollenber, C.J. y Simon, R.H., 1945, Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soil by ammonium acetate method. Soil Sci. 59: 13-25.
- Sherrell, G.C., 1984, Effect of Molybdenum concentration in the seed on the response of pasture legumes to molybdenum. New Zealand J. of Agric. Res., Vol. 24: 417-423.
- Spedding, C.R.W. y Dtekmahns, E.C., (Eds.) 1972. Grasses and legumes in British agriculture. Bull. 49. Commonw. Bur. Past. Fld Crops Farnham Royal, Commonw Agric-Bur. 511p.
- S.P.P., 1981, Sintesis geográfica de Morelos, Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, México, D.F., 592p.
- Tothill, C.J. y Jones, M.R., 1977; Stability in Sown and oversown Siratro Pasture. Tropical Grassland; Vol. 11: 55-65.
- Walkley, A.L. y Black, A., 1947, A rapid determination of soil organic matter. J. Agric. Sci. Vol. 25: 598-636.
- White, R.E. y Haydock, P.K., 1970, Phosphate concentration in Siratro as a guide to its phosphate status in the field. Aust. J. Exp. Agric. and Anim. Husb., Vol.10: 426-430.
- White, R.E., 1972, The absorption and utilization of phosphate by Stylosanthes humilis, Phaseolus atropurpureus and Desmodium intortum. Plant and Soil Vol. 36: 427-447.
- Wilman, D., 1975, Growth up to 14 weeks; nitrogen, phosphorus and potassium content and yield. J. Br. Grassland Soc. Vol. 30: 243-249.

Wilson, J.R. y Wong, C.C., 1982, Effect of shade on some factors influencing nutritive quality of Green Panic and Siratro pasture, Aust. J. Agric. Res., Vol. 33: 937-949.

Wong, C.C. y Wilson, J.R., 1980, Effects of shading on the growth and nitrogen content of Green Panic and Siratro in pure and mixed sward defoliated at two frequencies, Aust. J. Agric. Res. 31: 269-285.

Yamanaka, K. y Holl, B.F., 1984, Effects of N and Seeding rate on Grass-Legume mixture on coal mine spoils, biomass production, soil factors and N fixation. Agr. J., Vol. 76: 895-900.