

Evaluación por rendimiento y calidad de los pastos elefante (Pennisetum purpureum Schumm), y guinea (Panicum maximum Jacq), solos y en Asociación con Soya Forrajera (Neonotonia wightii Lackey), bajo condiciones de corte.

MICROISIS:	1558
FECHA:	28/01/91
ENCARGADO:	VARGAS

P O R

Lenin Frank Sabando Ferrín

TESIS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

El Zamorano, Honduras

Abril, 1989

BIBLIOTECA WILSON PUPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEGUCIGALPA, HONDURAS

EVALUACION POR RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LOS PASTOS ELEFANTE
(Pennisetum purpureum Schum), Y GUINEA (Panicum maximum
Jacq), SOLOS Y EN ASOCIACION CON SOYA FORRAJERA (Neonotonia
wightii Lackey),BAJO CONDICIONES DE CORTE.

por:
Lenin Frank Sabandó Ferrín

Tesis presentada
como requisito previo a la
obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

El Zamorano, Honduras

Abril de 1989

EVALUACION POR RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LOS PASTOS ELEFANTE
(Pennisetum purpureum Schumm), Y GUINEA (Panicum maximum
Jacq), SOLOS Y EN ASOCIACION CON SOYA FORRAJERA (Neonotonia
wightii Lackey), BAJO CONDICIONES DE CORTE.

Por:
Lenin Frank Sabando Ferrín

El autor concede a la Escuela Agrícola
Panamericana permiso para reproducir y
distribuir copias de este trabajo para
los usos que considere necesarios.
Para otras personas y otros fines, se
reservan los derechos del autor.

Lenin Frank Sabando Ferrín

Abril de 1989

DEDICATORIA

A mi Familia:
Que siempre me ha apoyado
en todo lo que he necesitado
A la naturaleza:
Que siempre ha sido un estímulo
a mis realizaciones

AGRADECIMIENTOS

Al Dr Raúl Santillán y a toda su familia, un reconocimiento especial por su amistad y ayuda en todo momento.

A mis asesores Dra Beatriz Murillo y Dr Leonardo Corral, por sus aportes valiosos.

Al Dr Marco Esnaola coordinador del departamento, por sus consejos oportunos.

A todos los Agrónomos de la clase 88, futuros Agrónomos de la clase 89 e Ingenieros Agrónomos de la clase 89 que intervinieron de una u otra forma en la realización de este trabajo.

Al Profesor Don Ricardo Disly, por su interés y ayuda.

A la AID por intermedio de la Fundación Wilson Popenoe y su presidente Ing. Rodolfo Arámbulo, por el apoyo económico recibido.

A mi familia que me ayudó a financiar mis estudios.

V
INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. REVISION DE LITERATURA.....	3
A. Leguminosas.....	3
A.1. Descripción general.....	3
A.2. Fijación de Nitrógeno.....	4
A.3. Inoculación.....	5
A.4. Factores que afectan la fijación de Nitrógeno.....	6
B. Las Gramíneas.....	7
B.1. Descripción general.....	7
C. Asociaciones gramíneas-leguminosas.....	7
C.1. Establecimiento.....	8
C.2. Manejo.....	9
C.3. Interacciones.....	10
C.4. Limitantes o problemas.....	11
C.5. Composición botánica.....	12
D. Asociaciones en sistemas de corte.....	13
E. Especies en estudio.....	14
E.1. Soya forrajera.....	14
E.1.1. Descripción general.....	14
E.1.2. Limitantes de producción.....	16
E.1.3. Comportamiento, producción y calidad.....	16
E.1.4. Comportamiento en condiciones de corte...	19
E.2. El Pasto Guinea.....	20
E.2.1. Descripción general.....	20
E.2.2. Comportamiento y producción en sistemas de corte.....	21
E.2.3. Comportamiento, producción y calidad en asociaciones.....	24
E.3. El Pasto Elefante.....	26
E.3.1. Descripción general.....	26
E.3.2. Comportamiento, producción y calidad en sistemas de corte.....	27
E.3.3. Producción y calidad en asociaciones.....	30
E.3.4. Limitantes.....	30
F. Evaluación de especies forrajeras.....	31
IV. MATERIALES Y METODOS.....	32
A. Ubicación del ensayo.....	32
B. Características del area experimental.....	32
C. Especies forrajeras en estudio.....	33
D. Tratamientos experimentales.....	33
E. Siembra y establecimiento.....	34
F. Prácticas culturales y manejo.....	36
G. Muestreo y toma de datos en el campo.....	37
H. Diseño experimental y análisis estadístico...	38

	Página
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
A. Producción de forraje.....	40
B. Composición botánica.....	45
C. Proteína cruda.....	48
D. Digestibilidad.....	52
E. Correlaciones entre diferentes variables.....	55
F. Análisis complementarios.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES.....	61
VIII. RESUMEN.....	62
IX. BIBLIOGRAFIA.....	64
X. ANEXOS.....	72

INDICE DE CUADROS Y ANEXOS

	Página
Cuadro 1. Composición química de la soya forrajera y su variación a través de diferentes etapas vegetativas.....	16
Cuadro 2. Valores promedios de temperatura y precipitación desde Mayo de 1988 hasta Enero de 1989.....	33
Cuadro 3. Rendimiento de forraje de las tres especies medido individualmente en Tm/MS/Ha.....	41
Cuadro 4. Rendimiento de forraje de las diferentes asociaciones medidos en Tm/MS/Ha.....	42
Cuadro 5. Rendimiento de forraje de las gramíneas solas y asociadas medidos en Tm/MS/Ha.....	42
Cuadro 6. Índices de crecimiento de las dos gramíneas, soya forrajera, y asociaciones expresados en Kg/MS/Ha/día.....	44
Cuadro 7. Composición botánica expresada en porcentaje de leguminosa en base a MS, para las diferentes combinaciones gramíneas-leguminosa.....	46
Cuadro 8. Porcentaje promedio de leguminosa durante los diferentes cortes, tomados en base a su aporte en la materia seca cosechada.....	47
Cuadro 9. Contenido de proteína cruda de las especies solas.....	49
Cuadro 10. Contenido de proteína cruda en las diferentes asociaciones.....	50
Cuadro 11. Porcentaje promedio por corte de proteína cruda de las gramíneas solas y asociadas....	52
Cuadro 12. Digestibilidad <u>in vitro</u> de las especies solas.....	53
Cuadro 13. Digestibilidad <u>in vitro</u> promedio por corte de las gramíneas solas y asociadas.....	54
Cuadro 14. Digestibilidad <u>in vitro</u> de las asociaciones. 55	55

Cuadro 15. Correlaciones y coeficientes de correlación entre rendimiento, proteína cruda y digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia orgánica.....	56
Cuadro 16. Correlaciones y coeficientes de correlación entre el porcentaje de leguminosa y otras variables.....	57
Cuadro 17. Correlaciones y coeficientes de correlación entre proteína cruda y digestibilidad.....	58
Cuadro 18. Porcentajes promedios de los análisis del fraccionamiento de paredes celulares de la soya forrajera, pasto guinea y pasto elefante para los cortes realizados a intervalos de 35 días, expresado en porcentajes.....	59
Anexo 1. Composición físico-química, del sitio experimental, analizadas a dos niveles de profundidad.....	73
Anexo 2. Análisis de varianza, con sus respectivos factores de variación y grados de libertad..	74
Anexo 3. Análisis de varianza para la variable producción de forraje.....	75
Anexo 4. Análisis de varianza para la variable porcentaje de proteína cruda.....	76
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable porcentaje de digestibilidad.....	77
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable composición botánica.....	78

I. INTRODUCCION

Uno de los factores mas limitantes en los trópicos de América Latina para la producción bovina, es el alto costo de la proteína en la dieta animal. La mayoría de forrajes están constituidos por gramíneas con bajo nivel nutricional que no llenan los requisitos del animal. Se ha hecho relativamente poca investigación acerca de las asociaciones entre gramíneas y leguminosas para corte. Además, en su mayoría los suelos son ácidos y pobres en nutrientes sobre todo en Nitrógeno. Por esta razón las asociaciones con leguminosas mejoraría la calidad de los suelos, bajarían los costos de fertilización, e incrementarían la calidad nutricional del forraje.

Los pastos de corte bien manejados, generalmente duplican y hasta triplican los rendimientos obtenidos bajo pastoreo. En muchos países tropicales, como el Ecuador, gran parte de los pastizales son de Guinea (Panicum maximum Jacq) y Elefante (Pennisetum purpureum Schum), manejados en sistemas extensivos y semi intensivos como gramíneas solas, de allí la necesidad de buscar alternativas para mejorar tanto la producción, como la calidad del forraje.

II. OBJETIVOS

1. Determinar el rendimiento bajo corte de forraje en base a materia seca y la calidad en términos de proteína cruda y digestibilidad de la materia orgánica.
2. Determinar el efecto de distintos arreglos espaciales para el establecimiento de la mezcla gramínea-leguminosa.
3. Determinar la composición botánica, compatibilidad y persistencia de las asociaciones.

III. REVISION DE LITERATURA

A. LEGUMINOSAS

A.1. Descripción general:

Las leguminosas forrajeras tropicales tienen la capacidad de incrementar la calidad nutritiva de los forrajes, disminuir los gastos de fertilización y mejorar la estructura del suelo. Estas plantas pertenecen al grupo C3, las mismas que tienen las siguientes características: Capacidad de fijación de CO₂ de 40 a 60 dm³ por hora; Fotorrespiración presente; Temperaturas óptimas de crecimiento de 18 a 28 °C; Índice de crecimiento de 2 a 3 veces menor que las C4; Rendimiento promedio de 8 a 16 TM MS/ha/año. Saturación de luz de 40000 a 50000 lux y su conversión lumínica va de 1 al 3 % (Santillán 1987).

Las leguminosas forrajeras de zonas templadas forman una corona en los primeros 10 cm del suelo, que les sirve de órgano de reserva; en cambio las de zonas tropicales casi carecen de ella, el punto de crecimiento está mas arriba y la mayoría de reservas están junto al suelo; las raíces de los nudos son débiles y de poco anclaje, por lo que si hay un exceso de pastoreo o cortes muy bajos, eliminan a la planta.

Estas plantas, son de gran importancia, por su

capacidad de fijar el N atmosférico y convertirlo en N aprovechable por si mismas y otras especies. La fijación Biológica de Nitrógeno es considerada la segunda actividad en importancia después de la fotosíntesis entre los procesos bioquímicos de las plantas.

Se calcula que producen 200 millones de TM de N/año, lo cual representa unos 100 mil millones de dólares americanos (Bowen y Kratky, 1982).

A.2. Fijación de Nitrógeno:

Esta es una relación simbiótica entre una bacteria del género *Rhizobium* y la planta. Los *rhizobium* se encuentran generalmente en el suelo, y se multiplican en la rizósfera de la planta cuando germina la semilla. Muy pronto estas bacterias penetran la raíz por mecanismos aún no conocidos muy bien: ya sea invadiendo los filamentos de la raíz, o usando las heridas superficiales en la base de las raíces laterales. Posteriormente se produce la penetración de un hilo de infección que se ramifica entre las células de la corteza de la raíz y que luego se revientan y liberan las bacterias en las células, que luego han de conformar el primordio del nódulo. Las células de la planta hospedera se multiplican y hacen que los *rhizobium* también se multipliquen en cada una de estas células hijas y por último se forma el nódulo. La simbiosis se produce al darle la planta azúcares de la fotosíntesis como fuente de energía a

las bacterias, las cuáles a su vez toman el N atmosférico que penetra por el suelo hasta los nódulos donde es reducido a amoníaco por la nitrogenasa de los bacteroides del rhizobium. Este amoníaco se incorpora luego a las estructuras carbonadas para producir aminoácidos y proteínas, que por el sistema vascular va hacia los diferentes tejidos de la planta. (Obaton, 1983).

El mismo autor indica que a veces los nódulos excretan N a medida que la raíz crece; otras veces los nódulos se desprenden de las raíces en crecimiento, los mismos que al igual que las raíces y el follaje en descomposición liberan ciertos compuestos nitrogenados, que pueden ser transferidos a las gramíneas que crecen en asociación. Con este proceso las leguminosas pueden añadir hasta una cantidad de 500Kg/ha/año de N al suelo.

A.3. Inoculación:

Las ventajas de la inoculación son: Prevenir la falta de N al favorecer la formación rápida de nódulos, conservar el N del suelo para un futuro, incrementar el rendimiento de proteína cruda, mejorar la calidad de los abonos verdes y prevenir el ataque de bacterias débiles o parásitas. En leguminosas nativas no es necesaria la inoculación, ya que estas fijan un alta cantidad de N. (Obaton, 1983).

En semillas forrajeras pequeñas de alto costo, se inocula con un medio de turba fina mas CaCO_3 y una fórmula

adhesiva rica en nutrientes, esto dá ventajas como: mas inóculo que otros métodos, mayor viabilidad de las bacterias, mas eficacia en siembras al voleo y en condiciones desfavorables. (Nitragin, 1984).

Para verificar una eficaz nodulación es ideal inspeccionar los nódulos 50 días después de la germinación, excavar con cuidado para no dañar los mismos y lavar en un balde con agua; los nódulos grandes y ubicados en la raíz principal suelen ser el mejor indicador de una correcta nodulación y que al cortarlos tengan una coloración rosada o roja clara. (Obaton, 1983).

A.4. Factores que afectan la fijación de Nitrógeno:

Rosas 1984 reporta que estos factores estan divididos en dos tipos:

- 1.- Factores controlados por la planta que afectan el funcionamiento de los nódulos; los cuáles se subdividen en:
 - a.- Abastecimiento de Carbohidratos: El cual es considerado el mayor limitante para el incremento de la fijación de N_2 , a mayor CO_2 mayor N_2 fijado, y este a su vez depende de una mayor intensidad de luz, un fotoperíodo más largo, menor densidad de plantas y menor competencia entre órganos reproductivos.
 - b.- Características del follaje.
 - c.- Distribución de los Carbohidratos en la planta.
 - d.- Transporte de los compuestos Nitrogenados hacia la parte

aérea.

e.- Variación en el potencial de fijación de N.

2.- Factores Agronómicos que afectan la fijación de N, que comprende: Selección y tratamiento de la semilla, densidad de siembra, aplicación de herbicidas, riego, requerimientos de agua, control de enfermedades y plagas, y sistema de cultivos. En general, condiciones ambientales que promuevan el mejor desarrollo de las plantas son necesarias para una máxima fijación biológica de N. La fijación es mayor mientras la planta crece vegetativamente, ya que en floración y formación de fruto, esta se reduce por que los tejidos en desarrollo y las bacterias compiten por azúcares de la fotosíntesis.

B. LAS GRAMINEAS

B.1. Descripción general:

Las gramíneas forrajeras tropicales constituyen la casi totalidad del alimento para los animales; éstas pertenecen al grupo C4 las mismas que tienen las siguientes características: Capacidad de fijación de CO₂ de 100 a 120 dm³ por hora; Fotorespiración ausente; Temperatura óptima de crecimiento de 25 a 35 °C; Índice de crecimiento de 2 a 3 veces mayor que las C3; Rendimiento promedio de 16 a 32 TM MS/há/año; Conversión lumínica de 4 a 6 %, y una saturación lumínica de 100.000 lux. (Santillán, 1987).

C. ASOCIACIONES GRAMINEAS LEGUMINOSAS

El principal papel de las leguminosas en las pasturas mixtas es mejorar el suministro de proteínas al animal, incrementar la digestibilidad del forraje, sobre todo en climas tropicales, proporcionar una fuente de nitrógeno para las gramíneas asociadas, aumentar la fertilidad del suelo y el rendimiento de forraje por hectárea. Las leguminosas no son capaces de proveer suficiente N para un máximo crecimiento de la gramínea; pero esta no es una desventaja ya que la energía digestible y no la proteína es la principal deficiencia de los alimentos en los trópicos. (Evans, 1970). Además la leguminosa por su resistencia a la sequía tiene por objeto prolongar el periodo de ganancia de peso, dando un mayor retorno económico, aunque tenga un mayor costo de establecimiento.

C.1. Establecimiento:

Para establecer asociaciones es indispensable que estas sean compatibles. Se tiene que las asociaciones sembradas en fajas separadas son mas estables y persistentes que si se mezclan mas intimamente. Además, permite formar asociaciones entre especies no compatibles, no pierde la ventaja de la asociación y evita algunos problemas de los bancos de proteína. Las desventajas radican en que son mas complejas y las fajas anchas no favorecen a veces el eficiente uso de N por las gramíneas. (CIAT, 1980).

El mejor método de siembra para las leguminosas en pasturas de gramíneas fué el uso de rastrillo, seguido por un rodillo. (Michelin, Ramirez y Lotero, 1976).

C.2. Manejo:

Uno de los objetivos del manejo es precisamente mantener en la pastura un componente adecuado de leguminosas, ya que el rendimiento total de la misma y el comportamiento de los animales se relacionan positivamente con el rendimiento de las leguminosas. Existe una relación directa entre el contenido de leguminosa en la pradera y el aumento de peso vivo del ganado. Una proporción relativamente pequeña de leguminosas en la pradera durante la estación seca, mantiene buenos niveles de actividad del rumen y de ingestión de gramíneas secas fibrosas (Evans, 1979). Parece que el efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo y/o corte sobre la proporción de leguminosa es específico para cada asociación en cuanto al hábito de crecimiento, la competencia por luz y la palatabilidad relativa de las especies asociadas (CIAT, 1980).

La falta de persistencia de la leguminosa en la pastura es debido al sobrepastoreo y a la deficiencia del suelo en algún nutriente. Esto trae como consecuencia una pérdida de vigor de la pastura, invasión de malezas con una marcada reducción de la producción (Kretschmer y Snyder, 1973). Las leguminosas son mucho más sensibles a deficiencias de

nutrientes que las gramíneas, y fijarán mas N si todos los nutrientes son adecuados para una normal actividad fisiológica (Hubbel, 1975). Si los niveles de P, S, Mo, Cu, y Zn, no son mantenidos en el suelo la leguminosa se pierde, al igual que si hay toxicidad de Al y Mn (Blue, 1980).

C.3. Interacciones:

Hay algunas interacciones complejas en asociaciones, una de las cuales es la competencia de nutrientes; las gramíneas son muchos mas eficientes que las leguminosas cuando están asociadas en la remoción de K del suelo y estas diferencias en extracción disminuyen a niveles altos de fertilización potásica. Esto está correlacionado con la capacidad de intercambio catiónico (CIC) radicular, que generalmente es mayor en las gramíneas, lo cual permite una mayor absorción de cationes divalentes Ca y Mg por las leguminosas, y por el contrario la gramínea absorve una mayor cantidad de cationes monovalentes Na y K. Entonces una CIC radicular y absorción diferencial de cationes determinará la estabilidad y dominancia de uno de los componentes en pasturas asociadas, proceso que se acentúa en suelos bajos en K. De ahí que a una CIC radicular más similar mayor es la compatibilidad de la mezcla en absorción de cationes. (CIAT, 1983).

C.4. Limitantes o problemas:

Roberts, 1979 reporta que una de las principales fallas de las praderas con leguminosas tropicales es que se utilizan prácticas que tienden a hacer desaparecer a las leguminosas. Dentro de estas prácticas está:

- Asociaciones incompatibles.
- Semillas de gramíneas en mayor cantidad que las de leguminosas.
- La quema y la chapia para eliminar la gramínea sin consumir y promover un rebrote mas palatable de esta.
- Uso de fertilizantes nitrogenados para aumentar el rendimiento de las gramíneas.
- Falla en suministrar elementos como el Mo que es esencial en la simbiosis.
- Excesiva carga animal durante el periodo de crecimiento con el fin de usar la gramínea antes que alcance la madurez.
- Sistemas de pastoreo rotacionales diseñados para forzar al ganado a consumir todo el pasto existente.

Las leguminosas solas no son estables por la fácil invasión de malezas. Las gramíneas en asocio previenen esto, mediante el uso del N del suelo fijado por las primeras.

La consideración mas importante en cuanto a la utilización de leguminosas tropicales es la persistencia, sin esta característica las praderas asociadas y los beneficios obtenidos a partir de las leguminosas serán de corta duración. Los factores mas importantes que afectan la

persistencia son: Producción de semilla en gran cantidad; vigor de las plántulas para competir con la gramínea; características del suelo que favorecen a especies competitivas, y el manejo. La preferencia del ganado por las leguminosas es un factor no deseado en el caso de praderas asociadas con gramíneas a menos de que estas sean resistentes a la defoliación frecuente o que la morfología de la gramínea proteja la leguminosa para que no sea consumida en exceso. (Kretschmer y Snyder, 1979).

C.5. Composición Botánica:

Un nivel alto de producción de la gramínea depende principalmente de que la leguminosa forme una parte sustancial de la asociación, lo ideal sería un 40% en el momento más pronunciado de la estación. Las leguminosas tienen que ser tolerantes a niveles relativamente bajos de nutrimentos, pero son incapaces de formar asociaciones vigorosas sin insumos de elementos esenciales que incluyan P, S, Ca, K, Mo, Zn, Cu, por lo tanto es recomendable hacer una fertilización completa de micronutrientes. (Hutton, 1979).

La composición botánica esta sujeta a sufrir cambios por factores que afectan el balance gramínea-leguminosa, entre estos, la capacidad de carga o pastoreo, frecuencia e intensidad de defoliación y la fertilización. (Alarcón y García, 1970).

De Guzmán, 1975 dice que la calidad del forraje de una pradera mixta, expresada en PC, depende de la cantidad de N que fije la leguminosa, y esto a su vez se ve reflejado en la producción de follaje, es decir que a mayor follaje de leguminosa habrá mas N y los valores de PC seran mas altos.

D. ASOCIACIONES EN SISTEMA DE CORTE.

Analizando la diversidad de los datos estudiados sobre altura, frecuencia de corte, producción de materia seca, valor nutritivo y capacidad de recuperación de diferentes especies forrajeras, existe la hipótesis de que la diversidad de resultados están asociados a posibles interacciones que ocurren entre los factores ambientales, manejo, y las características de rebrote que son inherentes a cada especie. (Gomide, Costa y Silva, 1979).

Olsen, 1973 estudió los efectos de corte en una mezcla de Setaria sphacelata y Desmodium intortum, en un período de 54 semanas. La mezcla fue cortada a 8 y 20 cm de altura a intervalos de 3, 6 y 9 semanas, y rindieron respectivamente, 5.7, 13.2, y 15.0 Ton/MS/ha. Comparativamente cuando al altura de corte fue aumentada a 20cm, hubo aumento en la producción a frecuencia de 3 semanas pero disminuyó a frecuencias de 6 y 9 semanas.

Eufarah, Barbosa y Mendonca, 1984 asociando Setaria anceps con Galactia striata, y cortando la mezcla a 7.5 y 15 cm cada 6, 9 y 12 semanas, reportaron los mayores

rendimientos a una menor altura de corte y mayor intervalo. La producción de MS de la gramínea sola y asociada disminuyó a medida que aumentaba la altura de corte, independiente de la frecuencia. Los valores de proteína bruta disminuían a medida que aumentaba el intervalo de corte, independiente de la altura de corte; pero no hubieron diferencias significativas para especies, alturas y frecuencias de corte cuando se analizó el rendimiento en proteína bruta por hectárea.

E. ESPECIES EN ESTUDIO:

E.1. SOYA FORRAJERA [Neonotonia wightii (R. Grah. ex Wight Arn.) Lackey]

E.1.1. Descripción General:

Fue descrita por Humphreys, 1980 como una planta perenne, de consistencia sésil y de hábito de enredadera, con capacidad en los nudos para emitir raíces.

La soya forrajera es una leguminosa rastrera ampliamente dispersa en los trópicos del mundo. Crece bien desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, en regiones de más de 800mm de precipitación al año, tolera muy bien la sequía y prefiere suelos fértiles, no muy pesados, preferible con un pH superior a 5.0. No es atacada severamente por enfermedades o insectos. En cultivos puros se requiere de una dosis de 3 a 5 Kg de semilla por Ha y en

asociaciones de 2 a 4 Kg por Ha. Se puede sembrar en líneas dobles, simples, franjas e inclusive al voleo, pero la semilla no debe quedar a más de 2 cm de profundidad. Se usa principalmente en pastoreo con gramíneas, y responde bien a rotaciones con 5 a 7 días de ocupación y 28 a 35 días de descanso, es excelente como banco de proteína y como cobertura permanente. (Santillán, 1987).

En el Ecuador ha sido usada en los pastizales desde 1973, y se demostró que era una de las mejores leguminosas para regiones húmedas y subhúmedas. De entre las variedades más usadas, las más importantes son la Malawi para altitudes bajas, Cooper para altitudes medias de hasta 1200m y la Tinaroo que es la mayor productora de forraje por ser menos sensible al fotoperíodo. Esta última variedad crece bien desde el nivel del mar hasta los 1800m, además produce una gran cantidad de semillas en el rango de 800 a 1500m (Iniap, 1979). En el Valle del Zamorano se ha reportado un promedio de 20 TM MS año (Santillán, 1988), con una DIVMS de 54 a 66% y un contenido de PC de 14 a 22%.

En Brasil Duke, 1981 reporta la composición química de la soya forrajera y su variación a través de diferentes etapas vegetativas. Los valores encontrados por este autor se incluye en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de la soya forrajera y su variación a través de diferentes etapas vegetativas.

Estado corte	Vegetativo	Inicio flor.	Flor fruto
Materia seca, %	89.2	91.3	90.8
Prot. cruda, %	19.6	14.2	11.2
E. Etereo, %	2.7	1.8	2.8
Fibra cruda, %	31.7	30.6	94.8
Cenizas, %	7.0	7.8	6.2
E. Libre de N, %	31.6	37.0	30.8

Además el mismo autor reportó un contenido de calcio de 1.39% a 1.46% y de fósforo de 0.3% en base a materia seca.

E.1.2. Limitantes de producción:

Hay varios limitantes para la producción de soya forrajera, pero los dos principales son la falta de conocimiento para su manejo y la dificultad de conseguir semilla. El agricultor no desea invertir dinero en el cultivo de esta leguminosa por carecer de suficiente información, y en lo relacionado a la producción de semilla, en estos países de Latinoamérica es muy escasa, y el precio sube hasta la cantidad de \$20 por Kg. (Santillán, 1988).

E.1.3. Comportamiento, Producción y Calidad:

La escarificación de la semilla de soya forrajera con

ácido sulfúrico al 95% resulta en incrementos de 31.5 a 80% en la germinación, así mismo la altura de las plantas, el número y la longitud de las ramas fueron siempre superiores en las plantas de semilla escarificada y la competencia de malezas también disminuyó sustancialmente. (Febles y Padilla 1977).

Berrezueta, 1975 evaluó la persistencia de soya forrajera, entre otras leguminosas, en asociaciones con Bachiaria ruziziensis y Panicum maximum, cometidas a cinco periodos de descanso, y determinó que con 42 días de descanso, fue buena la producción de forraje en cantidad y calidad, y favoreció la persistencia de las especies deseadas.

Ruiz y Bernal, 1987 realizaron estudios sobre el efecto del porcentaje de utilización de soya forrajera simulando pastoreo rotacional. Después del tercer año de experimentación determinaron que en la estación seca es mejor un porcentaje de utilización de 40 a 50% y en la estación lluviosa de 60 a 70%, con una altura de corte no menor a 20 cm.

Coser, 1976 en Brasil, realizó ensayos de comportamiento de cinco leguminosas forrajeras, con aplicación de fertilizante fosfatado. Se efectuaron siete cortes durante el año y se obtuvo para el caso de la soya forrajera, una producción media de 4,8 Tm/MS/Ha/año, lo cual se considera como un rendimiento normal. En Cuba Machado,

Gómez y Guesada, 1978 reportaron un rendimiento de 13.3 Tm/MS/Ha/año.

CIAT, 1980 determinó en algunos experimentos, que los mejores porcentajes de soya forrajera en asociación con pasto pangola fueron de 38 a 45% de la asociación.

Asociando soya forrajera con Brachiaria sp. Berrezueta 1975, encontró que a los 42 días de descanso se obtenía el mayor rendimiento de materia seca, había un menor porcentaje de malezas y tenía mayor persistencia.

Gomide, Costa y Silva, 1984 estudiando la composición mineral y digestibilidad de pasturas mixtas, reportaron para la soya forrajera un digestibilidad in vitro de 58%, siendo este uno de los valores mas altos obtenidos de entre las otras pasturas mixtas. Mediante la técnica de digestibilidad in vitro se determinó que la soya forrajera , alcanza un valor de 51.9% a las 24 horas de ser fermentada con líquido ruminal. (García y Ferrer 1974)

Prado, Da Silva y Campo, 1974 reportaron que la composición química y el valor nutritivo de la soya forrajera no difieren en forma significativa cuando se cortó a los 60 y 157 días, puesto que en cuanto a digestibilidad los valores obtenidos fueron de 61.08% y 58.6% respectivamente. Además reportó que la proteína cruda, disminuía con la edad, y que a los 2 meses dió un valor de 23.7% mientras que a los 5 meses 17.5%

Andrade y Favoretto, 1986 reportaron efectos

significativos de la frecuencia y número de cortes en la producción de materia seca ($P < 0.05$), donde las plantas cortadas cada 56 días producían mayor cantidad de materia seca (2052 Kg/Ha) que aquellas cortadas cada 42 días (1513 Kg/Ha), pero en cuanto a su valor nutritivo no fueron estadísticamente ($P > 0.05$) diferentes.

E.1.4. Comportamiento en Condiciones de corte:

Moreno, 1974 en una mezcla de transvala (Digitaria decumbens) con soya forrajera, encontró una mayor producción de forraje cuando el corte se lo realizó a los 5 cm del suelo, pero el porcentaje de la mezcla y la recuperación de la leguminosa fue mayor a 10 cm.

En otra asociación de Soya forrajera con transvala se reportó que los rendimientos se incrementaron al cortar la mezcla a 5 cm, pero con Chloris gayana el incremento fue mayor al cortarlo a 13 cm y a un intervalo de 3 semanas. (Murphy, Scholl y Baratto, 1977). Los mismo autores en asociaciones de Chloris gayana, Digitaria decumbens con Soya forrajera, y cortando cada 3 y 6 semanas, a una altura de 5 y 13 cm encontraron que los mayores rendimientos en ambas asociaciones fueron cada 6 semanas y a 5 cm de altura; pero debido al establecimiento pobre y baja formación de nódulos en la raíz, o bajo vigor de la semilla, la mezcla no persistió.

Tuarez, 1977 indicó que asociando soya forrajera con

Elefante (Pennisetum purpureum) y Guinea (Panicum maximum) en cortes a 21 y 56 días, se alcanzaron los mayores rendimientos con frecuencia de 56 días. La PC y DIV fueron más altos a menores frecuencias de corte. La leguminosa no mostró tendencias en cuanto a frecuencias altas o bajas de corte.

Monteiro y col, 1980 asociando soya con guinea reportaron que se incrementan los rendimientos de materia seca y proteína cruda por hectárea, pero que después de cada corte baja los rendimientos por la falta de K.

CIAT, 1980 indica que en soya forrajera el N fijado en la parte aerea de la asociación con cortes a 10 cm es de 100 a 140 Kg N/Há/año, y que hay una transferencia del 16% a la gramínea.

Johansen y Kerridge, 1975 midiendo la cantidad de N fijado y transferido de la soya forrajera al guinea encontró valores para una media de 5 años de 106 y 20 Kg/N/há/año respectivamente.

E.2. GUINEA (Panicum maximum Jacq) cv. EAP 78

E.2.1. Descripción general:

Planta nativa de Africa, perenne, de hábito matoso, su altura va desde 0.5 hasta 4.5 m ; se adapta bien a precipitaciones mayores de 900 mm, no tolera inundaciones o pobre drenaje. Se usa principalmente como pastoreo sola o en asociación con leguminosas; también se lo ensila y se lo

corta. En buenas condiciones produce 50 Tm/MS/ha, aunque su rango normal es de 10 a 30. Se propaga principalmente por semilla de la cual requiere 2 a 3 Kg de semilla pura germinable por hectárea. (Santillán, 1987).

E.2.2. Comportamiento y producción en sistemas de corte:

McCosker y Teitzel, 1975 mencionaron que el Guinea con 300 kg de N/ha, cortado cada 12 semanas a 10 cm tiene un rendimiento de 62.5 Tm/MS/ha. Señalaron en otros experimentos, que incrementando los intervalos de 3 a 12 semanas los rendimientos fluctúan de 22.7 a 62.4 Tm/MS/ha respectivamente. Los mismos autores reportaron que el efecto de la altura del corte en los rendimientos es menos clara, y se afirma comúnmente que el corte a 6 cm reduce los rendimientos; sin embargo existe evidencia experimental mostrando que el guinea puede tolerar defoliación severa.

Vicente-Chandler, Silva y Figarella, 1959 citado por McCosker y Tietzel, 1975, encontraron que cortando a 8 cm no hubo efectos severos en los rendimientos. Resultados similares fueron publicados por Richards, 1970.

Favoretto, 1987 en un trabajo con *Panicum maximum* a 2 alturas de corte (15 y 30 cm) y a 2 frecuencias de corte (35 y 42 días) reportó que en los cortes más frecuentes y a menor altura el *Panicum* mostró una menor capacidad de soporte, evidenciándose señas de degradación. A pesar de que no existió diferencia estadística en el porcentaje de hijos

decapitados en las diferentes alturas y frecuencias de corte; pero si se notó un mayor porcentaje de hijos decapitados con una mayor edad de la planta. Es natural que esto suceda con una mayor edad de la planta, debido a que se eleven los meristemas apicales. Las plantas cortadas a los 35 días tenían menor porcentaje de hijos decapitados y por lo tanto un mayor vigor de rebrote medido a los 21 días (1531 Kg/MS/há) que cuando fueron cortados a los 42 días. Se observó que la producción de materia seca de los rebrotes mostraron menor correlación con el porcentaje de hijos decapitados, que con el total de carbohidratos estructurales de la base del corno y de la parte subterránea; ya que a los 7 días después del corte, estos carbohidratos decrecieron mucho, pero a los 21 días se recuperaron independientemente de la altura y frecuencia de corte.

En experimentos de frecuencia y altura de corte se ha obtenido rendimientos mas altos cuando se cortó a intervalos mas largos (12 semanas), y a la altura mas baja (5 y 10 cm); sin embargo Van Voorthuizen, 1972 sugirió que la siega constante parece reducir la población del guinea.

Yépez, 1975 reportó que al cortar a una menor altura se obtenían los mayores rendimientos y que no hay una relación directa entre rendimientos y cortes frecuentes e infrecuentes.

Degras, 1974 reportó en Guinea en 10 cortes por año un rendimiento de 40 Tm/MS/Ha/año y en un tipo pequeño con 12

cortes por año 35 Tm/MS/Ha/año.

Viana y Gadelha, 1977 evaluando el Guinea en cortes desde 21 a 70 días reportó que la tasa de crecimiento más rápida se presenta entre los 28 y 42 días. Recomiendan utilizarlo con seguridad sólo después de los 42 días con el objeto de garantizar nuevos rebrotes y preservar el vigor de las plantas. De acuerdo a estos autores, el mejor intervalo de corte varía entre los 56 y 63 días. Los rendimientos más bajos de MS/Ha y PC/Ha, se observó con cortes a los 21 días.

Se puede incrementar por selección los rendimientos del guinea de 8 a 15% sobre la media de la población, pero se necesitan mejores condiciones y una mayor cantidad de nutrientes (Sidak y Sequie, 1978). El guinea tolera bien la sombra, aunque es susceptible a las heladas, por lo cual a temperaturas bajas, los rendimientos por corte y el número de cepas disminuyen. Brof y Thomas, 1984 reportaron que el guinea resiste muy bien a la quema y que hay cultivares resistentes a la toxicidad de Al y Mn.

CIAT, 1980 señala que el pasto guinea es muy sensible a altos contenidos de Al, y que para incrementar sus rendimientos es necesario encalar. Bajo condiciones de corte a largo plazo sus rendimientos decrecen por la gran extracción de K que se lleva en los tejidos vegetales y que generalmente no se restituye en la misma cantidad.

Pimentel, Markus y Jacques, 1979 estudiando el guinea en 2 alturas y 3 frecuencia de corte (vegetativo,

prefloración y floración) y 0, 100, 200 Kg/N/há obtuvieron producciones que fluctuaron de 4.95 a 10.15 Tm/MS/Ha, de 790 a 988 kg de PC/Ha y de 9.0 a 15.7% de proteína bruta.

Gerardo, Rodríguez y Solano, 1982 reportó en guinea valores de 11.5-14.2% de proteína cruda, obtenidos en época seca y lluviosa, con un rendimiento promedio de 1.45 y 3.21 Tm/MS/Ha/corte respectivamente, por lo que concluye que en época lluviosa se obtiene el 65% del rendimiento total. Esto difiere un poco de lo que reportó Oliva y col. 1979 con un rendimiento en época lluviosa de 70-85% .

McCosker y Teitzel, 1975 reportaron que la PC disminuye con la edad y ha fluctuado desde 19% en un rebrote de 2 semanas, 9% a las 6 semanas, y después de 3 meses baja hasta un 5%; así mismo la digestibilidad decrece en forma curvilínea en relación al tiempo. Se encontró una DIVMS de 80% a la primera semana y de 40% a la semana 16, es decir decrece en 0.26 unidades/día.

E.2.3. Comportamiento, producción y calidad en asociaciones:

Monzote y García, 1983 en una asociación de guinea-soya forrajera bajo 2 cargas, reportaron que la leguminosa tiende a desaparecer con cargas altas. Además en invierno la lluvia, la temperatura y la radiación solar favorecen a la gramínea; entonces el manejo en esa época tiene que ser más riguroso y encaminado a favorecer a la leguminosa. Con un manejo flexible y carga moderada es posible lograr una buena

persistencia. Se han reportado en zonas tropicales de Australia asociaciones de Guinea-soya forrajera bajo condiciones de pastoreo con una persistencia de más de 20 años (Cowan, Shackel y Davison, 1979).

Cowen y Davison, 1982 comparando guinea-soya y guinea más 150 kg de N dieron una producción de 9.2 y 7.4 Kg de leche/día, y en 8 meses dieron una producción de 7280 y 6850 Kg de leche respectivamente. También se reporta que guinea con 1.000 Kg de N se pueden alcanzar una producción hasta de 18.000 Kg/leche/há/año.

Ramírez, 1979 probó asociaciones de soya forrajera con guinea, que mostraron excelente adaptación, buena recuperación después del pastoreo; además los rendimientos de materia seca de la asociación superaron a los alcanzados por las gramíneas solas. El mismo autor en valle del Cauca en Colombia, reportó que el guinea mas soya forrajera bajo condiciones de corte con guadaña a 5 cm, producen altos rendimientos con un 36% de leguminosa y una buena persistencia.

Faterson, 1980 comparando el crecimiento de torretes con guinea sola y asociada con soya forrajera, encontró que la ganancia diaria de peso para los animales con guinea solo, fue de 163 g/animal y que con la asociación fue de 399 g/animal. Es decir que la asociación guinea-soya forrajera no fertilizada y sin alimento suplementario, puede producir 340 Kg de peso vivo a los 20-22 meses y de 450-500 Kg a los

28-30 meses. Este último peso lo alcanzan con pastos naturales a los 48-60 meses de edad. Otros autores reportaron una ganancia de peso de 308, 484 y 792 Kg/há/año para guinea sola, guinea mas 150 Kg de N, y guinea-soya forrajera respectivamente.

CIAT, 1980 reportó que el pasto guinea en asocio con centrosema, durante el primer año no funcionó bien ya que la contribución de la leguminosa fue negativa, al competir por el N, pero que al segundo año si hubo contribución y esta se calculó entre 50 a 200 Kg N/há/año.

Serrao, 1978 reportó que de las 2,5 millones de Has de pasto guinea que existen en el bosque húmedo de Brasil, unas 500,000 están deterioradas o en proceso de degradarse y que las limitantes son la falta de fósforo asimilable y el sobrepastoreo. La solución en este caso sería, fertilizar con fósforo cada 4-5 años, incorporar leguminosas adaptadas y un mejor manejo del pastoreo.

E.3. ELEFANTE (Pennisetum purpureum Schum) cv. Texas 857

E.3.1. Descripción general:

Planta perenne, nativa de Africa, crece de 1.5 hasta 6 m de alto y se adapta bien desde 0 hasta 2000 msnm. Se propaga vegetativamente, y se usa principalmente como forraje de corte, fresco o ensilado y muy poco en pastoreo; también se lo puede asociar con diferentes leguminosas. En condiciones buenas puede producir hasta 80 Tm/MS/Ha/año, (2)

pero su rango normal vá de 15 a 40. En las condiciones de la EAP se han logrado 36 TM/MS/há/año con una DIVMO de 62 a 78 Z para el cultivar enano denominado Zamorano-10. (Santillán 1987).

De Alba 1958 citado por Guerrero y col., 1970 reporta que el pasto elefante es la especie de corte mas popular y común en los trópicos, ya que es de fácil establecimiento, no muy exigente en suelos y de buena calidad. Además el mismo autor señala que responde a la fertilización, es de buen valor nutritivo, de buena aceptación por el ganado, resiste plagas y enfermedades. ①

E.3.2. Comportamiento, producción y calidad en sistemas de corte:

Guerrero, Fassbender y Blydenstein, 1970 reportaron que el rendimiento está ligado a las condiciones climáticas, al suelo, al intervalo entre corte y a la fertilización. Los cambios en rendimiento de corte a corte son debido a las diferentes condiciones climáticas como precipitación, luz, temperatura, etc. La fecha de corte causó diferencias significativas en todas las variables de respuesta MS, PC, P, Ca, Fibra; y que a incrementos en la producción de materia seca correspondían disminuciones en la proteína cruda por efecto de dilución.

La productividad del pasto elefante depende de la frecuencia e intensidad de defoliación. Viera y Gomide, 1968

estudiaron el rebrote y corte a diferentes edades entre 28 y 196 días. Reportaron que el crecimiento inicial fue tan rápido que a los 56 días el 100% de los puntos de crecimiento fueron removidos. El máximo vigor de rebrote ocurre con cortes a los 28 días, pero la materia seca es menor que en cortes a 56 y 84 días.

Muldoon y Pearson, 1979 citados por Da Veiga y col. 1985 reportaron que el rebrote inicial aumenta cuando el meristema apical fue dejado intacto; y que en plantas con el meristema decapitado, el rebrote fue retardado hasta que se desarrollen nuevas hijos.

Rodríguez-Carrasquel, 1983 reportó que la utilización del pasto elefante debe ser de 90 a 120 días después de la siembra para garantizar un buen desarrollo e radicular que se traducirá en una larga vida productiva y que la edad de corte apropiada para obtener un forraje de alto rendimiento y de alta calidad es de 7 a 9 semanas cuando alcance una altura de 145 a 165 cm. En pastoreo el mismo autor recomienda que se puede usar cada 35 a 40 días con una altura de 90 a 100 cm. También reportó que a los 30, 60 y 90 días en las hojas valores de 16.5, 21.4, y 31.7% MS y de 12.7, 9.2, 6.1% de PC respectivamente; y en los tallos valores a la misma edad de 8.9, 13.3 y 22.3% MS y 7.5, 3.5 y 2.1% de PC respectivamente.

Capiel, 1978 investigando el pasto elefante sembrado a diferentes distancias y cortado a 15 cm del suelo cada 2

meses; reportó que a menor distancia de siembra hay un mayor rendimiento y altura de la planta; además esta especie por su activo ahijamiento y por sus grandes reservas para desarrollarse rápido, redujo después del primer corte las malezas. También indicó que hay una relación directa entre los factores climáticos como temperatura, evapotranspiración, energía solar y la producción de forraje.

Vélez Santiago, Arroyo y Torres, 1983 reportaron que el pasto elefante cortado cada 50 días es apto en todo el año, exepcto en meses fríos que no creció suficiente para producir buenos rendimientos, y sugiere cortarlos en esa época a mayor intervalo para mejorar los rendimientos.

Viera y Gomide, 1968 evaluando la composición química en el pasto elefante encontró que cortando a 28, 56 y 84 días los valores de 18.4, 22 y 27.5% de MS y 20.4, 14.2 y 9.3 % de PC respectivamente. Indican que la MS y la fibra cruda incrementan con la edad. La PC y la digestibilidad decrecen con la edad; esta última disminuía en 0.2 unidades/día.

Moore y Bushman, 1978 obtuvieron rendimientos con pasto elefante de 32.4 Tm/MS/Ha y 3.4 T proteína/Ha/año con cortes cada 56 días; además calcularon que una hectárea de pasto elefante de alta calidad daría suficiente forraje para conseguir una producción de 3000 Kg de peso vivo por año.

El pasto elefante sembrado a distancias de 0.5m x 0.5m

tuvo los mejores rendimientos, y hubo una respuesta lineal al N hasta los 150 Kg/há/corte. El corte a 1.5m dió el mayor rendimiento, pero el corte a 1m dió el mayor porcentaje de digestibilidad, proteína y consumo. (Pezo, 1972).

E.3.3. Producción y calidad en asociaciones:

Se han reportado rendimientos de asociaciones de pasto elefante con las leguminosas Centrosema y Stylosanthes, con las cuales se han alcanzado 41 TM MS/há/año, y una digestibilidad de 60-62% .

Pérez-Infante y Camejo, 1979 reportaron producciones de leche en base a pasto elefante-soya forrajera de 10.58 Kg/leche/vaca/día y determinaron que con una fertilización de 1000 Kg de N el Pasto Elefante es capaz de producir 22.000 Kg leche/Ha/año.

E.3.4. Limitantes del Pasto Elefante:

Guzmán Morales y Ochoa, 1976 reportaron que una limitación del pasto elefante la acumulación excesiva de nitratos, lo cual causa problemas de toxicidad en el animal. Esta acumulación está regida por problemas internos y externos, y se ve favorecida por una alta cantidad de N en el suelo. Los nitratos hacen que la hemoglobina se transforme en metahemoglobina y esta es incapaz de transportar oxígeno en los tejidos; el problema afecta mayormente en animales débiles y con baja energía en la

dieta.

El K es el mayor limitante para un alto rendimiento en el pasto elefante, hay una respuesta lineal de hasta 300 Kg de K₂O, pero siempre trae consigo un consumo lujuriente, ya que cuando este elemento se encuentra disponible lo absorben mas del que necesitan; además el K es el elemento que más rápido se agota en el suelo (CIAT, 1984).

F. EVALUACION DE ESPECIES FORRAJERAS

Toledo y Schutze-Kraft 1984 reportaron que para evaluar germoplasma forrajero y medir su productividad, se hace en pequeñas parcelas de 12.5 m² y se muestreé un area central de 4 m²; con tres a cuatro repeticiones; además se hace una fertilización básica de establecimiento y varias de mantenimiento.

Schaus y Ara, 1985 llegaron a la conclusión de que cada asociación requiere de diferentes prácticas de manejo flexibles, para asegurar un buen balance gramínea-leguminosa. El registro de unos cuantos períodos de producción es suficiente para suministrar información sobre el comportamiento de las plantas en períodos de interés durante el año.

IV. MATERIALES Y METODOS

A. UBICACION DEL ENSAYO

El presente trabajo fué conducido en la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el Valle del Zamorano, localizado a 37 Km al este de Tegucigalpa, 14° 00' Latitud Norte y 87° 02' Longitud Oeste, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. El sitio experimental está a 800 msnm, con una temperatura media de 22 °C; precipitación anual promedio de 1250 mm, que caen de Mayo a mediados de Noviembre, interrumpidos durante Agosto por un periodo seco llamado canicula, que dura aproximadamente 5 semanas. Esta región corresponde a la clasificación de bosque húmedo tropical.

B. CARACTERISTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL

El area experimental se encuentra en un lote llamado Mingo 1, que en años anteriores estuvo sembrado por mijo (Pennisetum americanum) y Vigna luteola en forma alterna, siendo esta última incorporada dos meses antes del establecimiento de este ensayo.

Los rangos de temperatura y precipitación registrados durante el experimento se incluyen en el Cuadro 2; y las características fisico-químicas del suelo en el Anexo 1.

Cuadro 2.- Valores promedio de Temperatura y precipitación desde Mayo de 1988 hasta Enero de 1989.

MES	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA (°C)
MAYO 1988	115	23.8
JUNIO	212	23.4
JULIO	138.3	23.8
AGOSTO	311.7	22.4
SEPTIEMBRE	261.9	22.7
OCTUBRE	176.9	23.6
NOVIEMBRE	13.3	21.7
DICIEMBRE	4.7	20.2
ENERO 1989	16.3	20.3

C. ESPECIES FORRAJERAS EN ESTUDIO

Las gramíneas y leguminosa empleadas en el presente trabajo, fueron previamente seleccionadas por su buen comportamiento forrajero y adaptación a las condiciones ecológicas de este valle.

- Pasto elefante (PE) (Pennisetum purpureum Schumm) cv. Texas 857
- Pasto guinea (PG) (Panicum maximum Jacq) cv. EAP 78
- Soya forrajera (SF) (Neonotonia wightii (R. Grah. ex Wight Arn.) Lackey) cv. Tinarcó

D. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Las tres especies en mención fueron sembradas solas, y

en asociación, bajo cuatro diferentes combinaciones de siembra, tal como se indica a continuación.

Los tratamientos o arreglos espaciales evaluados fueron los siguientes:

- 1.- Soya forrajera (SF)
- 2.- Pasto Guinea (PG)
- 3.- Pasto Elefante (PE)
- 4.- Una hilera de PG y una hilera de SF
- 5.- Dos hileras de PG y una hilera de SF
- 6.- Dos hileras de PG y dos hileras de SF
- 7.- Una hilera de PG y dos hileras de SF
- 8.- Una hilera de PE y una hilera de SF
- 9.- Dos hileras de PE y una hilera de SF
- 10.- Dos hileras de PE y dos hileras de SF
- 11.- Una hilera de PE y dos hileras de SF

E. SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO

Previo a la siembra de las especies, el terreno recibió dos pases de rastra, tres días más tarde, se lo niveló con rastrillo y se hizo una limpieza de cualquier material y residuos que pudieran afectar al experimento. A continuación se procedió a determinar el área experimental. Las parcelas tuvieron 5 m de largo por 4.8 m de ancho, y dentro de estas se marcaron 7 hileras distanciadas a 0.8 m. La separación entre parcelas fue de 1 metro en todos los sentidos.

Debido al crecimiento inicial lento de la leguminosa,

la SF se sembró con anticipación a las gramíneas, para lo cual se usó una densidad de 2.5 Kg/Ha. La semilla de SF previamente fué escarificada con ácido sulfúrico al 95% por 12 minutos, seguido por varios enjuagues, hasta eliminar cualquier residuo de ácido que pudiera ser perjudicial a la semilla.

El 21 de Mayo de 1988, se sembró la SF manualmente a chorro corrido, a una profundidad de 2 cm. Se aplicó Furadán en una dosis de 5 Kg/Ha, para prevenir el ataque de gusanos tierreros como Agrostis sp y gallina ciega (Phyllophaga sp). A continuación de la siembra se aplicó un herbicida preemergente compuesto de una mezcla de Metolachlor más Linuron en dosis de 2 Lt/Ha y 0.5 Lt/Ha respectivamente.

Fué necesario hacer dos resiembras de la SF, a los 15 y 35 días, para conseguir una población más uniforme. Esto porque a pesar de la muy buena germinación inicial que tuvo, parte de la población desapareció, por el exceso de agua y ataque de plagas. A los 15 y 30 días después de la primera siembra de la SF se sembraron el PE y PG respectivamente, usando material vegetativo de buena calidad, a razón de 3 TM/Ha. Igualmente fué necesario resembrar el PE, a los 15 días de su siembra, con el objeto de obtener una densidad más uniforme.

F. PRACTICAS CULTURALES Y MANEJO

En las primeras etapas de establecimiento del ensayo no

hubo incidencia de malezas, por la aplicación de los herbicidas antes mencionados, posteriormente debido a los problemas de exceso de lluvia y resiembras se tuvo gran proliferación, en especial de malezas de hoja ancha como Amaranthus sp y Sida sp, por lo cuál tuvo que hacerse limpiezas manuales con azadón cada 15 días durante los dos primeros meses.

Hubo un ataque fuerte de zompopos (Atta mexicana), dos semanas después de sembrada la soya, por lo que se aplicó Mirex, el cual los controló perfectamente.

También fué un problema en la fase de establecimiento de la SF el ataque de conejos que causaron daños a los brotes terminales, por lo que hubo que hacer tres aplicaciones periódicas de Methamidophos para ahuyentarlos.

Se hizo un corte a los dos meses de sembrado el PE, a 20 cm sobre el nivel del suelo, con el propósito de reducir en parte su alta competencia que pudo afectar aún más sobre la leguminosa, que de por si tuvo algunos problemas en su establecimiento.

Se hicieron dos aplicaciones de fertilizantes: después del primer corte se aplicó una mezcla de 30 Kg de N, 45 Kg P_2O_5 , 30 Kg de K_2O , 15 Kg de MgO , 15 Kg de S y 2% de micronutrientes, en toda el área experimental. Después del tercer corte se aplicó 35 Kg de 12-24-12, repartida uniformemente al igual que la vez anterior.

G. MUESTREO Y TOMA DE DATOS EN EL CAMPO.

Se realizaron cinco cortes, el primero el 23 de Agosto, a los tres meses de empezar el ensayo, y los siguientes periódicamente cada 35 días. Los cortes se hicieron a una altura de 10 cm, con una pequeña segadora mecánica para la SF, y con machete para las gramíneas.

Al momento del muestreo se determinó en todos los cortes la composición botánica en términos de gramíneas y leguminosa, usando el método de separación manual, y tomando el peso individual de cada componente. Con este propósito se muestreó un área neta representativa de 8 m² para los tratamientos que tenían una proporción de 1:1; 12 m² para los de proporción 2:1 y 16 m² para los de proporción 2:2, en cada parcela.

Se tomaron submuestras representativas de 500 g de materia verde de todas las parcelas, cada una de estas mantuvieron la proporción de leguminosa de acuerdo a la composición botánica de cada parcela.

Inmediatamente después del muestreo se llevaron las submuestras al laboratorio para la determinación de materia seca y análisis respectivos.

H. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Materia seca: Para determinar el porcentaje de materia seca se tomaron las sub-muestras representativas de 500 gramos para cada tratamiento, las que fueron pesadas en

fresco antes de ser introducidas en una estufa eléctrica a 65 °C por 72 horas. Después de este tiempo se dejaron enfriar a la temperatura ambiente por 60 minutos antes de registrar el peso seco. Por diferencia se obtuvo la humedad de las especies individuales, y en base al contenido de materia seca, se calculó el porcentaje de cada componente botánico.

Proteína y Digestibilidad: Las muestras después de ser secada en la estufa, se molieron en un molino de martillos, equipado con un tamiz de 1 mm, y se recolectaron 50 gr de pasto molido aproximadamente.

Para la determinación del porcentaje de proteína cruda, se usó el método de digestión de la materia orgánica de Kjeldahl. (AOAC, 1970).

La digestibilidad de la materia orgánica, se determinó por el método in vitro, de Menke y col, 1979.

También se hicieron análisis de fraccionamiento de paredes celulares por el método de Van Soest y Wine, 1968.

I. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

Cada tratamiento fue repetido tres veces, lo que da un total de 33 parcelas. El terreno fué uniforme y en base a esto se usó un Diseño Completamente al Azar, con arreglo Factorial de 2x4 mas 3 controles experimentales (Anexo 2).

Todas las variables fueron evaluadas estadísticamente con la ayuda del programa de computación MSTAT.

Se hicieron análisis de varianza entre los tratamientos y dentro del factorial. Se realizaron comparaciones ortogonales y separación de medias por la prueba de Duncan.

Además entre las diferentes variables se hicieron regresiones y correlaciones, para determinar la relación entre las variables.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

A. PRODUCCION DE FORRAJE

El rendimiento de las especies forrajeras dependen de muchas variables, entre las más importantes se encuentran: intervalo entre cortes, altura de corte, fertilización, condiciones ambientales, manejo y las características de rebrote inherentes a cada especie.

Los valores promedios de rendimiento de forraje obtenidos por las gramíneas solas fueron superiores a los de la SF (Cuadro 3). Esta diferencia puede deberse en gran parte a que la primeras son del grupo C4, y su crecimiento y producción casi siempre duplican y triplican a las del grupo C3 al que pertenece la SF. Además se conoce el alto potencial productivo que caracteriza a los PE y PG bajo condiciones favorables de manejo. Comparando la producción de las dos gramíneas solas, se puede apreciar que el PE obtuvo un rendimiento mayor que el de PG, pero esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($P > 0.05$); debido tal vez a su mayor adaptación y a la menor remoción observada de los meristemas apicales del PE, en cambio en el PG estos fueron afectados en un mayor porcentaje, por lo cual tardó más tiempo en rebrotar y en desarrollar nuevos hijos. Estos resultados coinciden con los reportados por Degras, 1974 que

indicaron que la producción de forraje para el PE y el PG van de 35 a 40 Tm/MS/Ha/año en 10 cortes.

Cuadro 3.- Rendimiento de forraje de las tres especies, medido individualmente en Tm/MS/Ha.

	CORTES						
	1	2	3	4	5	Σ	*
Elefante	10.0	4.5	5.0	3.5	1.8	24.8	5.0 a
Guinea	9.2	4.0	5.5	2.0	1.8	22.5	4.5 a
Soya forrajera	2.0	1.8	2.0	0.8	0.9	7.5	1.5 b

Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

En cuanto a las diferentes asociaciones se puede observar en el Cuadro 4, que hubieron diferencias entre estas, siendo superiores las que tenían mayor proporción de gramínea y menor de leguminosa (66% y 33%), que correspondía a los tratamientos de PE y PG asociados a la SF en una relación de 2 a 1 en hileras de siembra. Esta respuesta, como es lógico esperar pudo deberse al mayor potencial de producción de las gramíneas comparado con la leguminosa.

Cuadro 4.- Rendimiento de forraje de las diferentes asociaciones medidos en Tm/MS/Ha.

	CORTES						Σ	X	
	1	2	3	4	5	Σ			
Elef-soya 1:1	6.4	3.0	3.3	2.8	0.9	16.4	3.34	bc	
Guin-soya 1:1	6.0	3.5	3.6	2.2	1.0	16.3	3.23	bc	
Elef-soya 2:1	8.8	3.7	4.0	2.6	1.0	20.1	4.01	a	
Guin-soya 2:1	6.5	3.2	4.0	2.1	1.4	17.2	3.41	b	
Elef-soya 2:2	6.3	3.2	3.4	1.9	1.0	15.8	3.15	bc	
Guin-soya 2:2	5.4	2.9	3.3	1.7	0.8	14.1	2.81	c	
Elef-soya 1:2	6.5	2.8	2.8	2.1	0.8	15.0	2.99	bc	
Guin-soya 1:2	5.4	3.3	3.3	1.8	1.0	14.8	2.96	bc	

Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

En el Cuadro 5 se presentan los rendimientos promedios de las gramíneas solas y asociadas, y se observa que existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$) a favor de las primeras.

Cuadro 5.- Rendimiento de forraje de las gramíneas solas y asociadas medidos en Tm/MS/Ha.

	CORTES						Σ	X
	1	2	3	4	5	Σ		
Gramíneas solas	9.6	4.3	5.3	2.8	1.8	23.8	4.76	a
Gramíneas asociadas	6.4	3.3	3.4	2.1	1.0	16.2	3.24	b

Al comparar la producción de forraje y los índices de crecimiento entre cortes, (Cuadro 5 y Cuadro 6), se encontró una disminución notable en el cuarto corte y especialmente en el quinto. Esto pudo estar fuertemente influenciado por la disminución de horas luz (días cortos), temperaturas mucho mas frescas y especialmente mayor déficit hídrico (Cuadro 2). Estos tres factores estan intimamente ligados con las respuestas fisiológicas de crecimiento y rendimiento del forraje. Esto concuerda con lo que reportó Guerrero, 1970 que indicó que los cambios de rendimiento de corte a corte son debido a las diferentes condiciones climáticas como precipitación, luz y temperatura.

Los índices de crecimiento diarios (Cuadro 6) de las especies solas y asociadas fluctuaron en relación al número del corte y época del año, encontrándose para las gramíneas solas índices de 120 a 150 Kg/MS/Ha/día en los tres primeros cortes, y los que disminuyeron hasta 50 Kg/MS/Ha/día en el último corte, lo cual se considera muy bajo. Sin embargo para las condiciones de la EAP, durante los meses de Noviembre a Enero estos índices son normales. Resultados similares reportó Vélez 1983 que dijo que estas dos gramíneas crecen durante todo el año, pero menos en los meses fríos en los cuales no crecen suficiente para alcanzar buenos rendimientos. Este autor sugiere cortarlos a un intervalo mayor en estos meses, a fin de incrementar su rendimiento.

En cuanto a la SF su índice de crecimiento fluctuó

alrededor de 30 Kg/MS/Ha/día en los primeros cortes, lo cual se considera adecuado para esta especie, pero disminuyó hasta 26 y 22 Kg/MS/día en el cuarto y quinto corte respectivamente. Esto indica que estas especies son muy sensibles a las bajas temperaturas, al fotoperiodo y en especial a la disminución de humedad del suelo, reflejando inmediatamente en su nivel de crecimiento. En todo caso, estos rendimientos son superiores a los reportados por Coser 1976 en Brasil, de 4.8 Tm/MS/Ha/año, y Machado, Gómez y Quesada, 1978 en Cuba de 13.3 Tm/MS/ha/año. El rango normal bajo las condiciones del Zamorano van de 15 a 20 Tm/MS/Ha/año. (Santillán, 1988).

En cuanto a las índices de crecimiento de las asociaciones, se mantuvo más o menos constante durante los tres primeros cortes (95 Kg/MS/Ha/día), pero disminuyó en el cuarto a 80 y en el quinto a 26 Kg/MS/Ha/día. Esto concuerda con Tuarez, 1977 que reportó que los mayores rendimientos de las asociaciones son en épocas de lluvia.

Cuadro 6.- Índices de crecimiento de las dos gramíneas, soya forrajera, y asociaciones expresados en Kg/MS/Ha/día.

	CORTES					
	1	2	3	4	5	X
Gramíneas solas	137	123	151	80	29	108
Gramíneas asociadas	91	94	97	60	29	74
Soya forrajera	30	51	57	23	26	37

B. COMPOSICION BOTANICA

La composición botánica está sujeta a sufrir cambios por factores que afectan el balance gramínea-leguminosa, entre estos está la capacidad de carga, frecuencia e intensidad de defoliación y fertilización.

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre los diferentes tratamientos (Cuadro 7), alcanzando el mayor porcentaje de leguminosa los tratamientos que tenían mayor proporción del área sembrada con SF, los que correspondieron a la relación 1:2, para gramínea y leguminosa. Esto representa un 66% del área sembrada con leguminosa y un 33% para la gramínea. Mientras que la menor cantidad de leguminosa se encontró en los tratamientos correspondientes a un 66 % de gramínea y 33% de leguminosa.

Cuadro 7.- Composición botánica expresada en porcentaje de leguminosa en base a MS, para las diferentes combinaciones gramíneas-leguminosa.

	CORTES						
	1	2	3	4	5	X	
Elef-soya 1:1	3.9	18.9	13.6	22.5	5.0	12.8	bc
Guin-soya 1:1	4.5	17.4	11.1	30.9	4.6	13.8	bc
Elef-soya 2:1	2.4	6.6	9.4	10.6	2.8	6.4	d
Guin-soya 2:1	6.1	11.0	9.8	18.0	5.6	10.1	cd
Elef-soya 2:2	9.1	19.4	17.5	23.1	7.0	15.2	bc
Guin-soya 2:2	9.6	25.6	17.9	30.1	6.5	17.9	b
Elef-soya 1:2	9.9	31.0	31.0	40.1	15.0	25.4	a
Guin-soya 1:2	21.1	24.5	34.4	43.3	20.2	28.7	a

Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí.

En el Cuadro 8, se aprecian los porcentajes de leguminosa en los diferentes cortes. Se observa que en el primer corte, el porcentaje de soya forrajera, fué el mas bajo durante el periodo de evaluación, lo cual pudo en gran parte estar relacionado, al crecimiento inicial muy lento de la leguminosa y a la fuerte competencia ofrecida por las gramíneas, aún en las fases tempranas de establecimiento. A partir del segundo corte, se notó un incremento de la SF a valores de 18 a 25% que se considera como bueno. En el último corte, sin embargo la cantidad de leguminosa disminuyó a un 8%. Esto puede ser explicado por su efecto de los días cortos y frescos que estimuló la floración y el semillamiento

de la leguminosa, en detrimento de su crecimiento vegetativo y lógicamente en el rendimiento de forraje cosechado. Esto concuerda en parte con Monzote y García, 1983 que mencionan que la lluvia, temperatura, y radiación solar favorecen a la gramínea, por lo que hay que hacer un manejo más riguroso y encaminado a favorecer a la leguminosa. En cambio Ramírez, 1979 reportó altos rendimientos cuando la leguminosa alcanzaba un 36% de la asociación guinea-soya forrajera, consiguiéndose además buena persistencia.

Comparando las asociaciones de PE con las de PG (Cuadro 8), se encontró una cantidad de leguminosa, estadísticamente superior ($P < 0.05$) para PG (17.7% vs 15.0%). Esto pudo deberse al mayor crecimiento, rendimiento, competencia y activo ahijamiento del PE, dado en parte a las grandes reservas para desarrollar una rápida producción de fitomasa, características reconocibles en este pasto.

Cuadro 8.- Porcentajes promedios de leguminosa durante los diferentes cortes, tomados en base a su aporte en la materia seca cosechada.

	CORTES					
	1	2	3	4	5	x
Elefante	6.32	19.0	17.9	24.1	7.5	15.0 b
Guinea	10.32	19.2	18.3	30.7	9.4	17.7 a
Promedio	8.32	19.1	18.1	27.4	8.4	16.3

C. PROTEINA CRUDA

La proteína cruda al igual que el rendimiento dependen de muchos factores como especie forrajera, fertilización, manejo, fecha de corte, etc. El contenido de proteína cruda puede afectar a su vez al animal en pastoreo que casi siempre está sujeto a ingerir una dieta carente de una buena relación Energía-Proteína.

En el presente estudio los porcentajes de proteína cruda de las diferentes especies son relativamente altos (Cuadro 9), por lo que estos no son una limitante a esta edad, en ninguna de las especies estudiadas y pueden satisfacer los requerimientos de los animales en diferentes etapas de crecimiento. Estos altos niveles de proteína pueden deberse principalmente al buen comportamiento de las tres especies en esta zona, a la edad de rebrote, al manejo, fertilización adecuada y al control de plagas y malezas.

Como era de esperarse la SF fué superior a las gramíneas, debido en parte a su alta capacidad de fijación de N y buena calidad inherente a esta especie, mientras que entre las gramíneas el PE fué superior al PG ($P < 0.05$), debido posiblemente a un menor nivel de lignificación de los tallos y a un mayor vigor de rebrote, asociado casi siempre con una mayor capacidad de absorción de nutrientes. Estos datos son corroborados con los análisis complementarios de las especies solas (Cuadro 18), que indican contenidos de FAD de 33.6, 35.8 y 40.5 para la SF, PE y PG respectivamente.

Es conocido que a una menor valor de FAD y sílice los porcentajes de proteína cruda aumentan.

Los promedios de proteína cruda de 13.7, 14.9, y 21.7 para el PG, PE y SF, respectivamente, no difieren de los que reporta la literatura para esa edad de corte. Esto lo corrobora Gerardo, Rodríguez y Solano, 1982, que reportó para PG valores de proteína cruda de 11.5 a 14.2 %, y para PE valores de 12.7 a 17 % a los 35 días. En cuanto a la SF estos valores están en el rango normal de 20 a 22% para los 35 días (Mena, 1988).

Cuadro 9.- Contenido de proteína cruda de las especies solas.

	CORTES					x
	1	2	3	4	5	
Soya f.	21.9	20.1	21.2	24.7	20.6	21.7 a
Elefante	12.5	15.9	13.9	15.7	14.3	14.9 b
Guinea	12.3	15.0	11.6	16.2	13.5	13.7 c

En cuanto al contenido de proteína cruda de las asociaciones hubieron diferencias significativas entre estas (Cuadro 10). Los mayores porcentajes de proteína fueron para los tratamientos con una mayor área de leguminosa, ya que el porcentaje de proteína está directamente relacionado al mayor contenido de leguminosa que en este caso correspondió a la relación de una hilera de gramínea y dos de leguminosa.

Cuadro 10.- Contenido de proteína cruda en las diferentes asociaciones.

	CORTES					
	1	2	3	4	5	X
Elef-soya 1:1	13.8	16.7	14.9	17.8	14.6	15.57 ab
Guin-soya 1:1	13.3	15.3	12.6	18.8	13.8	14.76 b
Elef-soya 2:1	12.7	15.3	14.6	16.7	14.8	14.85 b
Guin-soya 2:1	13.6	16.2	12.5	17.6	13.9	14.73 b
Elef-soya 2:2	13.7	17.2	15.2	17.8	14.7	15.72 a
Guin-soya 2:2	14.4	17.5	13.3	18.7	13.9	15.56 ab
Elef-soya 1:2	14.0	16.8	16.2	19.4	15.3	16.34 a
Guin-soya 1:2	15.7	16.4	14.9	19.8	14.9	16.30 a

Letras iguales no difieren significativamente entre sí

Los valores de proteína cruda de las asociaciones fueron estadísticamente superiores a las gramíneas solas (Cuadro 11). Esto se explica porque la presencia de leguminosa de las asociaciones, influye positivamente en la concentración de proteína cruda de la mezcla. Además las asociaciones no dependen tanto de la fertilización nitrogenada o de la cantidad de materia orgánica del suelo para incrementar su porcentaje de proteína cruda, sino que las gramíneas aprovechan parte del N fijado por la leguminosa. Esto es corroborado por De Guzmán 1972 que mencionó que la calidad del forraje expresada en proteína cruda, depende del nitrógeno que fije la leguminosa, y esto a su vez se ve reflejado en la producción de follaje, es decir que a mayor

follaje de leguminosa, habrá más N, y por lo tanto más proteína cruda.

En el Cuadro 11, se muestra que a pesar de que hubo un efecto significativo, la poca diferencia de proteína entre las gramíneas asociadas y solas (1.1%) se puede explicar por el tiempo relativamente corto de evaluación, ya que se conoce que la mayor transferencia de N fijado por las leguminosas, empieza a ser utilizado por las gramíneas, después del primer año de formada la asociación.

Hay variación entre los contenidos de proteína cruda en los diferentes cortes (Cuadro 11), especialmente en las gramíneas, esto pudo estar asociado con la fertilización que se realizó antes del segundo y del cuarto corte, lo que pudo repercutir en el porcentaje de proteína cruda de estos dos cortes. Además se notó que los menores porcentajes para la proteína cruda correspondieron a los cortes en que hubo un mayor rendimiento de forraje, ya que el N tiende a distribuirse en una mayor cantidad de biomasa. Esto concuerda con Guerrero y col, 1970, que mencionó que los mayores rendimientos correspondían a menores porcentajes de proteína cruda por efecto de dilución.

Cuadro 11.- Porcentajes promedios de Proteína Cruda por corte de las gramíneas solas y asociadas.

	CORTE					
	1	2	3	4	5	X
Gramíneas solas	12.4	15.5	12.8	16.0	13.9	14.3 b
Gramíneas asociadas	13.9	16.6	14.3	18.3	14.5	15.4 a

D. DIGESTIBILIDAD

La DIVMO está afectada principalmente por la edad, especie, clima, intensidad de luz, temperatura, y en menor grado por la altura de corte. En las gramíneas la digestibilidad decrece en forma curvilínea en relación al tiempo, y se sabe que a mayor intensidad de luz, se incrementa la digestibilidad, pero a mayor temperatura esta disminuye.

En cuanto a las especies solas, la SF mostró una DIVMO estadísticamente superior ($P < 0.01$) a las gramíneas solas (Cuadro 12). Esto pudo deberse a que las leguminosas pierden con la edad su valor nutricional más lentamente que las gramíneas, dado en parte a su menor rendimiento de forraje, por lo que necesita transformar una menor cantidad de carbohidratos solubles en estructurales, necesarios para mantener el crecimiento acelerado que es mucho más común en las gramíneas. Estos resultados son respaldados por los análisis complementarios (Cuadro 18), en los que se aprecian los valores del contenido celular (totalmente digerible) que

son de 57.8, 40.5 y 43.1%, para la SF, PG y PE respectivamente. También la SF presentó un menor porcentaje de celulosa y hemicelulosa (parcialmente digeribles) en comparación a las gramíneas y se conoce que la lignina, FDA y la celulosa afectan el 76% la digestibilidad de los forrajes (Church y Pond, 1987).

Cuadro 12.- Digestibilidad in vitro de las especies solas

	CORTES					
	1	2	3	4	5	X
Soya F.	62.8	61.6	65.0	66.9	68.0	64.9 a
Elefante	53.1	57.9	58.8	58.7	62.0	58.2 b
Guinea	53.3	57.6	56.8	61.5	62.0	56.1 b

Los valores de digestibilidad encontrados para las diferentes especies están dentro de los rangos normales para cortes a 35 días y 10 cm de altura, que reporta la literatura. Además tienen pocas fluctuaciones mensuales, y se ve que aún en los meses con déficit hídrico se pueden obtener altos valores de digestibilidad.

Comparando las gramíneas asociadas con las gramíneas solas, las primeras fueron superiores estadísticamente a las segundas (Cuadro 13), debido probablemente al mayor contenido de proteína cruda y a la mayor digestibilidad de la leguminosa.

La digestibilidad se mantiene más o menos constante a lo

largo de los diferentes cortes y sólo para las gramíneas fue menor en el primer corte, ya que las especies evaluadas tenían una edad de 60 a 90 días desde la siembra y se conoce que a mayor edad del pasto, la calidad disminuye. Se observa que la SF mantiene una alta digestibilidad aún a los 90 días de la siembra (Cuadro 12) lo que indica que su calidad nutricional no se ve afectada por la edad, que es otra de las características favorables de las leguminosas frente a las gramíneas. Esto concuerda con Prado, Da Silva y Campo, 1974 que mencionaron que la digestibilidad de la SF se mantiene igual hasta los 150 días.

Cuadro 13.- Digestibilidad in vitro promedio por corte de las gramíneas solas y asociadas.

	CORTES					X
	1	2	3	4	5	
Gramíneas solas	53.2	57.8	57.8	60.1	62.0	58.2 B
Gramíneas asociadas	54.4	59.3	59.1	62.3	62.5	59.6 A

En cuanto a las asociaciones, hubieron diferencias significativas entre ellas (Cuadro 14), obteniéndose una mayor digestibilidad, mientras mas alto fué el porcentaje de leguminosa. Estos resultados concuerdan con valores reportados en asociaciones de Pasto Guinea-Soya forrajera de 60 a 62%. El porcentaje de digestibilidad esta relacionado en este caso a la mayor cantidad de leguminosa en la asociación; es decir los tratamientos con un mayor porcentaje de

leguminosa, alcanzaron los valores mas elevados de digestibilidad debido, a la mejor calidad de estas plantas, cuando constituyen una porción importante de una pradera o de pastos de corte.

Cuadro 14.- Digestibilidad in vitro de las asociaciones.

	CORTES						X	
	1	2	3	4	5			
Elef-soya 1:1	53.1	57.9	59.7	60.8	62.3	58.69	c	
Guin-soya 1:1	54.8	58.5	57.7	63.5	62.3	59.35	bc	
Elef-soya 2:1	55.2	59.9	59.4	59.8	62.2	59.63	bc	
Guin-soya 2:1	53.7	58.1	57.6	62.9	62.4	58.95	c	
Elef-soya 2:2	55.6	59.5	59.9	60.8	62.3	59.62	bc	
Guin-soya 2:2	52.3	59.2	58.3	63.5	62.4	59.11	c	
Elef-soya 1:2	55.2	60.5	60.7	62.2	62.9	60.71	a	
Guin-soya 1:2	55.8	60.8	59.7	64.1	63.2	60.33	ab	

Letras iguales no difieren significativamente entre sí.

E. CORRELACIONES ENTRE DIFERENTES VARIABLES

Comparando los rendimientos con otras variables en los diferentes arreglos espaciales de las asociaciones se encontraron correlaciones negativas significativas de -0.34 y -0.25 (Cuadro 15), para proteína cruda y digestibilidad respectivamente. Esto indica que cuando el rendimiento incrementa, la proteína cruda y la digestibilidad disminuyen por efecto de dilución. Esto va en relación con el nivel de

crecimiento y producción de forraje, ya que la planta necesita mayor cantidad de carbohidratos estructurales en detrimento de las fracciones más nutritivas y digestibles para el animal.

Los r^2 fueron 0.11 y 0.062, respectivamente para las dos variables anteriores (Cuadro 15), esto quiere decir que la proteína cruda depende en un 11% y la digestibilidad en un 6% del rendimiento, y el resto de dependencia está asociada a otras variables como edad al corte, especie, manejo, etc.

Cuadro 15.- Correlaciones y coeficientes de correlación entre rendimiento, proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia orgánica.

	Correlación	Coefficiente de correlación
Proteína cruda	- 0.34 **	0.1156
Digestibilidad	- 0.25 **	0.0625

** significativo al 1%

En el Cuadro 16, se puede observar que se encontró una correlación negativa ($r = -0.55$) entre el porcentaje de leguminosa y el rendimiento. Se sabe que la leguminosa incrementa la producción de forraje cuando esta, representa una proporción no mayor del 40% en el momento más pronunciado de la estación, pero cuando esta tiende a aumentar en porcentaje, el rendimiento de forraje disminuye; dado por el menor potencial productivo de la SF. En este caso, el efecto sobre el rendimiento de forraje, estuvo por

debajo del potencial productivo esperado, ya que en algunos cortes no contribuyó a formar una asociación estable. A pesar de esto se encontraron correlaciones positivas significativas entre el porcentaje de leguminosa en la mezcla con el contenido de proteína ($r=0.76$) y con los valores de digestibilidad del forraje ($r=0.55$). Esto está en relación con el mayor contenido de proteína, proveniente en gran parte de la capacidad de fijación de nitrógeno, y alta digestibilidad que puede ser mantenida por largos periodos de tiempo. Estos resultados coinciden con los de Ramírez y col (1976) quienes obtuvieron alta correlación entre porcentaje de leguminosa y contenido de proteína cruda ($r=0.71$), también coincide con los de Mena (1988) que encontró correlaciones positivas con el contenido de proteína cruda ($r=0.72$) y con la digestibilidad del forraje ($r=0.35$), en asociaciones, donde la SF formaba parte importante de las áreas experimentales.

Cuadro 16.- Correlaciones y coeficientes de correlación entre el porcentaje de leguminosa y otras variables.

	R	R ²
Rendimiento	-0.55 **	0.3025
Proteína cruda	0.76 **	0.5776
Digestibilidad	0.53 **	0.2809

** significativo al 1%

Comparando también la proteína cruda y la digestibilidad

se obtuvieron correlaciones positivas de 0.43, y 0.69 (Cuadro 17). El valor mas alto de correlación obtenido para los cuatro últimos cortes puede estar relacionado a los intervalos regulares de tiempo entre cortes, por lo cual existe una mayor correlación entre el porcentaje de proteína cruda y el de digestibilidad.

Cuadro 17.- Correlaciones y coeficientes de correlación entre proteína cruda y digestibilidad.

	R	R ²
Cuatro cortes	0.69 **	0.4761
Cinco cortes	0.43 **	0.1849

** significativo al 1%

Como se indicó anteriormente hubo una correlación positiva de 0.53 entre el porcentaje de digestibilidad y el porcentaje de leguminosa en las asociaciones. Cuando solo se analizaron los cuatro últimos cortes esta correlación aumentó a 0.78; Esto quiere decir que cuando la asociación se estabiliza y se corta a intervalos no prolongados de rebrote, la calidad tiende a mantenerse alta y sus valores pueden ser incluso predecibles.

F. ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS

Como complemento a los análisis anteriores, se realizaron algunos análisis complementarios de calidad para las tres especies forrajeras utilizadas como se indica en el

Cuadro 18.

Cuadro 18.- Porcentajes promedios de los resultados del fraccionamiento de paredes celulares de la soya forrajera, Guinea y Elefante, para los cortes realizados a intervalos de 35 días, expresado en porcentajes.

	FND	CC	FAD	LIG	CEL	HEMIC	CEN INS
Soya forr.	42.2	57.8	33.6	9.0	22.9	8.6	0.9
Guinea	59.5	40.5	40.5	5.3	30.1	19.0	5.0
Elefante	56.9	43.1	35.8	4.2	27.0	21.1	4.6

Estos resultados corroboran algunos datos anteriores acerca de la calidad de las especies de este estudio.

Como se ve la calidad de la soya forrajera es superior a las gramíneas, ya que esta tiene un mayor contenido celular, y menor concentración de celulosa y hemicelulosa, parámetros que determinan el valor nutritivo de las tres especies estudiadas, tanto solas, como en los diferentes arreglos espaciales.

VI. CONCLUSIONES

La soya forrajera variedad tinaroo demostró buen comportamiento como forrajera bajo condiciones de corte, sola y asociada con los pastos Elefante y Guinea.

La soya forrajera incrementó el valor nutritivo de los tratamientos en los que formó parte, mejorando los niveles de proteína cruda y digestibilidad.

Las dos gramíneas alcanzaron los mayores rendimientos de forraje, seguido por las asociaciones, donde estas constituyeron la mayor proporción de las mezclas.

La cantidad de leguminosa en las asociaciones estuvo en relación con el área de siembra, en base a cada tratamiento espacial.

El pasto elefante tuvo un mejor comportamiento que el pasto guinea.

Los tratamientos que contenían una proporción de 1:1 o 2:2 (gramínea-leguminosa), resultaron los más promisorios en rendimiento, proteína cruda, composición botánica y digestibilidad.

No se alcanzó un nivel de leguminosa equivalente a más del 30% de la asociación.

Se encontraron correlaciones positivas entre el porcentaje de leguminosa con proteína cruda y digestibilidad.

Además hubieron correlaciones negativas entre en porcentaje de leguminosa, proteína cruda y digestibilidad, comparadas con el rendimiento.

VII. RECOMENDACIONES

Debido al corto tiempo de evaluación, aún no es factible recomendar el o los niveles de las diferentes especies en asociaciones.

Este trabajo debe continuar por dos o mas periodos de evaluación, incluyendo parte o toda la estación seca.

Los tratamientos mas promisorios deben ser evaluados bajo diferentes alturas y frecuencias de corte, con la finalidad de encontrar una metodología aplicable a este tipo de asociaciones.

Con el objeto de complementar esta información, sería conveniente llevar a cabo algunas pruebas en las que se incluyan animales, para medir la ganancia de peso o la producción de leche.

VIII. RESUMEN

Se evaluaron bajo condiciones de corte, las gramíneas Pasto Guinea (Panicum maximum) y Pasto Elefante (Pennisetum purpureum) asociadas con la leguminosa Soya Forrajera (Neonotonia wightii), bajo cuatro diferentes arreglos espaciales. Las parcelas fueron establecidas en un área de 5 por 4.8 m, sembrando primero la SF y 3 a 5 semanas después el PE y el PG respectivamente. Tres meses después de la siembra se realizó el primer corte a 10 cm de altura, y en adelante cada 35 días los cuatro cortes posteriores. En los cinco ciclos de corte se obtuvieron las siguientes producciones de forraje para el PG y el PE de 22.5 y 24.8 Tm/MS/Ha respectivamente y 7.5 Tm/MS/Ha para la SF. Para las asociaciones este rendimiento fluctuó entre 14.1 a 20.1 Tm/MS/Ha. La composición botánica de las parcelas osciló entre 6.4 a 28.7 % de leguminosa en base a MS, siendo los promedios de 15 y 17.7% para el PE y el PG respectivamente. Los porcentajes de proteína cruda y digestibilidad fluctuaron de 14.7 a 16.3 y 58.7 a 60.7 respectivamente para las diferentes asociaciones, encontrándose diferencia significativa entre estas. Para la SF, el PG y el PE los valores de proteína cruda fueron de 21.7, 13.7, y 14.9%, y de digestibilidad 64.9, 58.2 y 58.1% respectivamente.

Las gramíneas solas tuvieron un 14.3 % promedio de PC y las asociaciones 15.4%, encontrándose diferencia significativa entre estas. La digestibilidad de las gramíneas solas fue de 58.2 y de las asociaciones de 59.6% respectivamente, encontrándose diferencia significativa entre estas.

Se encontraron variaciones en el rendimiento y la composición botánica entre los diferentes cortes.

Hubieron correlaciones negativas entre rendimiento con proteína cruda, digestibilidad y porcentaje de leguminosa de - 0.34, - 0.25 y - 0.55 respectivamente. Además las correlaciones entre porcentaje de leguminosa con Proteína cruda y digestibilidad de 0.76 y 0.53 fueron positivas, respectivamente.

En los análisis de laboratorio se encontró una mayor cantidad de contenido celular y menor cantidad de celulosa y hemicelulosa en la SF, comparandola con el PG y el PE.

IX. BIBLIOGRAFIA

- ALARCON, E. Y M. GARCIA, 1970. Establecimiento, fertilización y manejo de las principales gramíneas y leguminosas forrajeras en dos pisos térmicos de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). p 31.
- ANDRADE, F. y J. GOMIDE, 1985. Curva de crecimiento e valor nutritivo do capim-elefante (Pennisetum purpureum Schum) A-146 Taiwan. Ceres, Viosa. 18:431-47.
- ANDRADE, F. y V. FAVORETTO, 1986 Efectos da corte sobre a producao de leguminosas forrageiras tropicais. Bulletin de Industria Animal. Vol 26 p 102.
- AQAC (Association of Agricultural Chemist). 1970. Official methods of analysis of the A.O.A.C. Edición 11. Washington, D.C. p 957.
- BERREZUETA, A. 1975. Evaluación de gramíneas solas y asociadas con leguminosas, sometidas a pastoreo, en Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. En Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. Vol 1 1979. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p 444.
- BLUE, G. 1980. Establecimiento de Leucaena en suelos ácidos. En Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 311.
- BOWEN, J. Y KRATKY, B. 1982. Nitrógeno, fijación biológica en leguminosas tropicales. En Agricultura de las Américas. 31(12) pp 12-20.
- BUFARAH, G. H. BARBOSA, y A. MENDONÇA, 1984. Efeito da frecuencia e altura de corte na producao de Kazungulo e Galaxia. Bulletin de Industria Animal Vol 41 p 119
- CAPIEL, M. 1978. Efecto de varios índices meteorológicos en el rendimiento y la composición nutritiva de Pennisetum purpureum. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 62(1):77-89.

- CARD-COSTAS, R. y J. VICENTE-CHANDLER, 1961. Effects of two cutting heights on yields of five tropical grasses. Journal of Agriculture. University of Puerto Rico. 45(1):46-49
- CHURCH, D y W. POND. 1987 Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Ed. Limusa. México, D.F. p 438.
- CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1980. Programa de pastos tropicales. Informe Anual, Cali, Colombia. 138 p.
- CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1983. Programa de pastos tropicales. Informe Anual, Cali, Colombia. 387 p.
- CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1984. Programa de pastos tropicales. Informe anual, Cali, Colombia. 279 p.
- COSEK, A. 1976. Comportamiento de cinco leguminosas forrajeras tropicais, rema regio do Espiritu Santo, Victoria-ES, Brasil. En Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. p 311.
- COWAN, R. D. SHACKEL, y T. DAVISON, 1979. Water intake, milk yield and grazing behaviour of Friesian cows with restricted access to water in a tropical upland environment. Aust. Journal. Exp. Agric. 18:190-195.
- COWEN, J. y P. DAVISON, 1982 Evaluación de Glycine (Neonotonia wightii) asociada a cinco gramíneas bajo dos cargas de animales. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 22(1) p 108.
- DA VEIGA, J; G. MOTT, L. ANDRADE y W. OCUMPAUGH. 1985. Capim-Elefante año subpastejo. 1. Producao de forragem. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. Vol 20(8):929-936.
- DEGRAS, J. 1974. New guinea grass varieties for the West Indies. En Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. p 311.
- DE GUZMAN, M. 1975. Pastures and pasture management in the tropics. Food Fertilizer Technical Center. Bulletin 47, Taipei, Taiwan. pp 13-19.

- DUKE, A. 1981 Handbook of Legumes of World Economic Importance. Maryland, USA. Plenum Press. p 88.
- EVANS, T. 1970. Some factors affecting beef production of subtropical pastures in the coastal lowlands of South-East-Queensland, Australia. pp 803-807.
- EVANS, T. 1979. Interpretación de los resultados de investigaciones sobre manejo de praderas tropicales. En Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos. Editores: Luis Tergas y Pedro Sanchez. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p 524.
- FAVORETTO, V. 1987. Efecto da altura e da frecuencia de corte sobre a producao, composicao bromatológica e vigor de rebrota do capim coloniao (Panicum maximum Jacq) Pesquisa Agropecuaria Brasileira Vol 20 No 8 pp 929-936.
- FEBLES, G. y C. PADILLA, 1977. Efecto del ácido sulfúrico sobre la germinación y el establecimiento de Glycine wightii. San José de las Lajas, La Habana, Cuba, Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 24 (11). pp 103-110.
- GARCIA, R. Y F. FERRER, 1974. Relative digestibility (in vitro) of some gramineae and leguminous. En Resúmenes Analíticos sobre Pastos. Vol 1 1979. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p 444.
- GERARDO, A; R. RODRIGUEZ y J. SOLANO, 1982. Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba en condiciones de secano. En Introducción y Evaluación de Germoplasma forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 311.
- GOMIDE, J. G. COSTA, y M. SILVA, 1984. Adubacao nitrogenada e consorciacao de capim-coloniao e capim- Jaraguá. 2. Composicao mineral e digestibilidad de la materia seca dos componentes da mixtura. En Introducción y Evaluación de Germoplasma forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 311.
- GROF, B. y D. THOMAS, 1984. Agronomic evaluation in grasses in the tropical savannas of South America. En Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 311.

- GUERRERO, R; H. FASSBENDER, y J. BLYDENSTEIN, 1970. Fertilización del pasto Elefante (Pennisetum purpureum) en Turrialba. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. No 1 Vol 20 p 53-63.
- GUZMAN, V; G. MORALES, y R OCHOA, 1978 Intoxicación en bovinos por nitratos acumulados en pasto elefante (Pennisetum purpureum, Schum.). Publicación Científica del ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. Vol 13(1):113-119.
- HUBBEL, D. 1980. Raíces de la planta y fijación biológica de nitrógeno. En Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales, Vol 2 1980. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. p 225.
- HUMPHREYS, L. 1980. A guide to better pasture for the tropics and subtropics. Wright Stephenson and Co., Australia. p 96.
- HUTTON, T. 1979. Problemas y éxitos en praderas de leguminosas y gramíneas, especialmente en América Tropical. En Producción de Pastos en Suelos Ácidos de los Trópicos. Editores: Luis Tergas y Pedro Sanchez. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. p 524.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 1980. Informes de la Estación Experimental Pichilingue. Quito, Ecuador.
- JOHANSEN, C. y P. KERRIDGE, 1975. Nitrogen fixation and transfer in tropical legume-grass swards in south-eastern Queensland. Trop. Grassld. Brisbane, Qd. 13(3):165-70.
- KRETSCHMER, C. y G. SNYDER, 1979. Producción de Forrajes en suelos ácidos e infértiles de la Florida Subtropical. En Producción de Pastos en Suelos Ácidos de los trópicos. Editores: Luis Tergas y Pedro Sánchez. Cali, Colombia. CIAT. p 524.
- MACHADO, R; R. GOMEZ, y G. QUESADA, 1978. Comportamiento de Pastos introducidos en la Provincia de las Tunas. En Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985. CIAT. Cali, Colombia. p 311.

- MCCOSKER, T. y J. TEITZEL, 1975. Reseña del pasto guinea (Panicum maximum) para los trópicos húmedos de Australia. Trad. por Luis Tergas. CIAT, Cali, Colombia p 22.
- MENA, J. 1988. Evaluación bajo pastoreo de dos gramíneas, solas y en asociación con una leguminosa. El Zamorano, Honduras. Tesis Inq. Agr. Mimeo. 38 p.
- MICHELIN, A; A. RAMIREZ, Y C. LOTERO, 1976. Métodos de establecimiento de leguminosas forrajeras en potreros. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia. Publicación científica. ICA. 11(7). pp 339-348.
- MONTEIRO, F; J. WERNER, A. DE LIMA, y H. DE MATTOS' 1980. Adubação potássica em Leguminosas e em capim-colônia (Panicum maximum Jacq.) adubado com níveis de nitrogênio ou consociado com leguminosa. *Bulletim de Industria Animal* Vol 37 No 1 p 127-47.
- MONZOTE, M. Y M. GARCIA, 1983. Asociaciones de leguminosas tropicales con pangola (Digitaria decumbens Stent.). 2. Evaluación bajo pastoreo simulado y rehabilitación. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 28(17). pp 91-99.
- MORENO, D. 1974. Efecto de la altura, frecuencia de corte y la fertilización nitrogenada en mezcla forrajera. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias Agrícolas. Palmira, Colombia. Tesis de grado. p 74.
- MOORE, C. y A. BUSHMAN, 1978. Potential beef production in intensively managed elephant grass. En *Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales*. Vol 1 1979. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali Colombia. p 444.
- MURPHY, W; J. SCHOLL, y J. BARETTO, 1977. Effects of cutting management on eight subtropical pasture mixtures. In *Agronomy Journal*. Vol 69 No 4 Madison USA pp 662-666.
- NITRAGIN COMPANY THE 1984 Leguminosas, Inoculación y Fijación de Nitrógeno. Análisis y explicación. 8 p.
- OBATON, M. 1983. Manual técnico de Fijación de Nitrógeno. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 1983.

- OLIVA, O; R. MACHADO, A. LORENZO y G. ORTIZ, 1979. Evaluación de Pastos Tropicales introducidos en Cuba en condiciones de secano. En *Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 311.
- OLSEN, F. 1973 Effects of cutting management on a Desmodium intortum (Mill) Nrn/Setaria sphacelata (Schumach) mixture. *Bulletin de Industria Animal* Vol 41:115-123.
- * PATERSON, R. 1980. Tropical pastures in Santa Cruz, research and development. En *Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. 1985*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 59.
- PEREZ INFANTE, F. y R. CAMEJO, 1979. Producción de leche con gramíneas tropicales y mezclas con leguminosas. *Pastos y Forrajes* 2(1):69-81.
- PEZO, D. 1972. Resumen de investigación en pasto Elefante (Pennisetum purpureum, Schumach), en la costa del Perú. En *Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. Vol 1* 1979. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 444.
- PIMENTEL, D; R. MARKUS, y A. JACQUES, 1979. Efeitos da intensidades, frecuencia de corte e nitrogeno sobre os rendimentos de matéria seca e proteína bruta de Fanicum maximum Jacq cv.gatton. *R. Soc. Bras. Zoot; Vicosa, MG.* 8(4):632-41.
- PRADO, F; J. DA SILVA, y P. CAMPO, 1974. Nutrientes digestivos totais e energia digestiva do feno de soya perenne (Glycine iavanica L.), en diferentes edades. *Ceres* 96 (38). pp 159-176.
- RAMIREZ, P. 1979. Evaluación de mezclas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales bajo condiciones de pastoreo y corte. En *Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 311.
- RICHARDS, J. 1970. Effects of fertilizers and management on three promising tropical grasses in Jamaica. En *Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985*. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. p 311.

- ROBERTS, C. 1979. Some common causes of failure of tropical legume-grass pastures on commercial farms and suggested remedies. En Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. Vol 1 1979. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. p 444.
- RODRIGUEZ-CARRASQUEL, S. 1983. Pasto Elefante y Guinea. Fonaiap. Caracas Venezuela Vol 1 año 2 No 12 p. 11-17.
- ROSAS, JC. 1984. Factores que afectan la fijación de Nitrógeno en frijol y otras leguminosas. EAP Zamorano, Honduras. p 1-23.
- RUIZ, T. y J. BERNAL, 1987. Estudios sobre el establecimiento de *Neonotonia wightii*. Efecto del porcentaje de utilización en la composición botánica y disponibilidad. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 21(2). pp 195-198.
- SANTILLAN, R. 1987 Curso de Pastos y Forrajes. El Zamorano, Honduras. Mimeo.
- SANTILLAN, R. 1988 Curso de Manejo de Praderas. El Zamorano, Honduras. Mimeo.
- SCHAUS, R. y M. ARA, 1985. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas, Perú. En Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Cali, Colombia. Vol 2 Resultados 1931-85. p 311.
- SERRAD, E. 1978. Productivity of cultivated pastures on low fertility soils in the Amazonas of Brazil. En Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resultados 1931-1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 311.
- SIDAK, V. y E. SEQUIE, 1978 La variabilidad en *Panicum maximum* Jacq. y algunos resultados de selección. En Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. Vol 2 1980 Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 225.
- TUAREZ, C. 1977. Evaluación de rendimiento y valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras pertenecientes a la colección de la Estación Experimental Fichilingue. Tesis D.M.V. Portoviejo, UTM, 1977 94p. En Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales. Vol 1 1979. CIAT, Cali, Colombia. p 444.

- TOLEDO, J. y R. SCHULTZE-KRAFT, 1985. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p 71-109.
- VAN VOORTHUIZEN, E. 1972. The effects of cutting frequency and cutting height on four naturally occurring pasture grasses in Tanzania. East African Agricultural and Forestry Journal 37:258-264.
- VELEZ SANTIAGO, J; J. ARROYO y S TORRES 1983. Rendimiento, proteína cruda y composición química de cinco cultivares de *Pennisetum purpureum* en los llanos húmedos costaneros del noroeste de Puerto Rico. En Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. Resúmenes 1931-1985. p 311.
- VIANA, O. y J. GADELHA, 1977. Estudo do crescimento e do valor protéico do capim Touceira do Ceará (*Panicum maximum* Jacq), nas condições ecológicas do litoral cearense. En Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales Vol 2. 1980 CIAT, Cali, Colombia. p 225.
- VIERA, E. y J. GOMIDE, 1968. Composição química e produção forrageira de tres diferentes alturas de corte em capim-elefante napier. Ceres, Vicosa, 15:245-60.
- YEPEZ, S. 1975. Evaluación inicial de gramíneas y leguminosas en campos de introducción. Leguminosas con diferentes frecuencias y alturas de corte. Matanzas, Cuba. En Introducción y Evaluación de Germoplasma Forrajero en América Tropical. Resúmenes 1931-1985. CIAT, Cali, Colombia. p 311.

X. ANEXOS

Anexo 1.- Características físicas y químicas del suelo analizadas a dos niveles de profundidad.

Profundidad	20 cm	40cm
Arena %	32	26
Limo %	26	29
Arcilla %	42	45
pH	5.2	5.1
M.O.	1.62	1.02
P (ppm)	14	9
Mg (ppm)	115	104
S (ppm)	3.3	3.2
K (ppm)	289	254
Ca (ppm)	1000	890

Anexo 2.- Análisis de variancia con sus respectivos factores de variación y grados de libertad.

FACTOR DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos	10
Leguminosa x gramíneas	1
4 arreglos espaciales	3
4 arreglos espaciales x 2 asociaciones	3
Gramínea sola vs leguminosa sola	1
Elefante vs Guinea	1
Asociaciones vs especies solas	1
Error	22
TOTAL	32

Anexo 3.- Análisis de Varianza para la variable Producción de Forraje.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Valor F	
Tratamientos	10	24.95	2.495	27.24	**
Repeticiones	2	0.11	0.053	0.58	ns
Asoc. Elef. vs Asoc. Guinea	1	0.10	0.101	1.69	ns
Entre 4 arreglos espaciales	3	0.77	0.256	4.27	ns
2:1 vs 1:1 - 2:2 - 1:2	1	0.637		10.65	**
1:1 vs 2:2 - 1:2	1	0.119		1.99	ns
2:2 vs 1:2	1	0.011		0.18	ns
Testigos vs Asociaciones	1	1.038		11.78	**
Guinea-Elefante vs Soya	1	20.63		234.20	**
Guinea vs Elefante	1	0.35		3.98	ns

** Significativo al 1%

Coefficiente de Variación 9.2%

Anexo 4.- Análisis de Varianza para la variable Porcentaje de Proteína Cruda.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Valor F	
Tratamientos	10	131.10	13.11	45.98	**
Repeticiones	2	0.84	0.271	0.95	ns
Asoc. Elef. vs Asoc. Guinea	1	0.10		1.92	ns
Entre 4 arreglos espaciales	3	3.83	1.11	22.08	*
1:2 vs 1:1 - 2:1 - 2:2	1	2.37		47.12	**
2:2 vs 1:1 - 2:1	1	0.73		14.53	*
1:1 vs 2:1	1	0.23		4.50	ns
Testigos vs Asociaciones	1	10.59		37.34	**
Soya vs Elefante-Guinea	1	109.52		358.8	**
Elefante vs Guinea	1	2.09		7.36	*

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Coefficiente de Variación 2.9%

Anexo 3.- Análisis de Varianza para la variable Porcentaje de Digestibilidad.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Valor F	
Tratamientos	10	104.1	10.41	18.12	**
Repeticiones	2	0.01	0.006	0.01	ns
Asoc. Elef. vs Asoc. Guinea	1	0.01		0.06	ns
Entre 4 arreglos espaciales	3	2.78	0.93	5.07	ns
1:2 vs 1:1 - 2:1 - 2:2	1	2.49		13.59	*
2:2 vs 1:1 - 2:1	1	0.19			ns
1:1 vs 2:1	1	0.10			ns
Asociaciones vs Testigos	1	4.84		9.27	**
Soya vs Elefante-Guinea	1	89.30		107.97	**
Elefante vs Guinea	1	0.03		0.05	ns

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Coefficiente de Variación 1%

Anexo 6.- Análisis de varianza para la variable Composición Botánica.

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Valor F	
Tratamientos	7	1168.6	166.9	17.53	**
Repeticiones	2	11.46	5.7	0.60	ns
Asoc. Elef. vs Asoc. Guinea	1	12.13		17.43	*
Entre 4 arreglos espaciales	3	374.93	125	179.1	**
1:2 vs 1:1 - 2:1 - 2:2	1	311.43		497.1	**
2:2 vs 1:1 - 2:1	1	40.34		57.93	**
1:1 vs 2:1	1	23.19		33.34	*

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Coefficiente de variación 10.3%