

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE LA ASOCIACION DE NAPIER (Pennisetum purpureum Schum
cv. Costa Rica) Y KUDZU TROPICAL (Pueraria phaseoloides Roxb)
BAJO DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE Y DISTANCIAMIENTOS DE
SIEMBRA EN LA ALDEA OBERO, MASAGUA, ESCUINTLA



AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, octubre de 1989

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(1303)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Anibal B. Martínez M.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez Estrada
VOCAL CUARTO	P.A. Hernán Perla González
VOCAL QUINTO	P.A. Julio López Maldonado
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio



FACULTAD DE AGRONOMIA

GUATEMALA, C. A.

Guatemala,
octubre de 1989

Ingeniero Agrónomo
Hugo A. Tobías V., Director
Instituto de Investigaciones
Agronómicas -IIA-
Facultad de Agronomía
Presente

Señor Director:

De manera atenta le comunico que he concluído la asesoría del trabajo de tesis titulado "EVALUACION DE LA ASOCIACION DE NAPIER (Pennisetum -- purpureum Schum cv. Costa Rica) Y KUDZU TROPICAL (Pueraria phaseoloides - Roxb) BAJO DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE Y DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN LA ALDEA OBERO, MASAGUA, ESCUINTLA", desarrollado por el estudiante: César Augusto Telón Donis.

El estudio aporta información valiosa para diseñar un sistema de utilización adecuado de dichos forrajes en esa zona. Asimismo, considero que esta investigación cumple con los requisitos de un trabajo para tesis de grado en esta Facultad.

* Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy
ASESOR

Guatemala,
octubre de 1989

Señores
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía -USAC-
Presente

Distinguidos Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE LA ASOCIACION DE NAPIER (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) Y KUDZU TROPICAL (Pueraria phaseoloides Roxb), BAJO DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE Y DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA, EN LA ALDEA OBERO, MASAGUA, ESCUINTLA.

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



César Augusto Telón Donis

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

A MIS PADRES:

Carlos Telón Valladares

Hilda Donis de Telón

A MIS HERMANOS:

Alba Fe

Carlos Armando

René Amilcar

Brenda Omaira

A MIS FAMILIARES:

En general

A MIS AMIGOS Y

COMPAÑEROS,

ESPECIALMENTE A:

La XXXII Promoción del Colegio Salesiano
"Don Bosco", Efrén Vicente, José M. Cárdenas,
José Calderón, Byron Zúñiga, Otto Salguero,
Arnoldo Cardona, Edwin Cano, Juan Carlos Gra
nados, Edgar Ramírez, Fredy Corado, Julio A-
bugarade, Sergiò Morales.

A MI GRUPO QUESADA:

Gustavo Fabián, Mario de León, Jayron Zaldaña,
Víctor Campos, Otto Avilés, Carlos Reyes, Juan
Luis del Cid, Mario Melgar

TESIS QUE DEDICO

A: MI PATRIA GUATEMALA

A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A: MI QUERIDO PUEBLO DE OBERO

AGRADECIMIENTOS

DESEO DEJAR CONSTANCIA DE MI AGRADECIMIENTO A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA CONTRIBUYERON A LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO, ESPECIALMENTE A:

- Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy, por su valiosa y desinteresada colaboración.
- El Personal Técnico del Laboratorio de Alimentos ICTA/INCAP, - especialmente a: Carlos Chon y Jorge Cardona.
- El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas e Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
- El Personal del Centro de Cómputo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- El Ing. Agr. Víctor Alvarez C. por su colaboración en la interpretación del análisis estadístico.
- Luis Juarros, Elmer de Paz y Jeovany Rodríguez, por su colaboración en la toma de datos.
- El Ing. Agr. José Calderón, por su colaboración en el secado de muestras.
- Mis Padres y Hermanos, por los diferentes tipos de apoyo, durante toda la carrera profesional.
- El Ing. Agr. Helio Posadas Valdez, por su comprensión.

CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. JUSTIFICACION	3
III. HIPOTESIS	4
IV. OBJETIVOS	5
V. REVISION DE LITERATURA	6
1. Napier	6
1.1 Origen	6
1.2 Clasificación taxonómica	6
1.3 Descripción de la planta	6
1.4 Adaptación	7
1.5 Composición química y contenido alimenticio	8
1.6 Rendimiento y cortes	10
1.7 Prácticas de Cultivo	11
1.8 Importancia y uso	12
2. Kudzú tropical	13
2.1 Origen	13
2.2 Clasificación taxonómica	13
2.3 Descripción de la planta	13
2.4 Adaptación	14
2.5 Composición química y contenido alimenticio	14
2.6 Rendimiento y cortes	14
2.7 Prácticas de cultivo	15
2.8 Usos	16
3. Asociación de gramíneas y leguminosas	16
3.1 Asociación de Napier y Kudzú	19

	PAGINA
4. Composición alimenticia de los pastos	20
VI. MATERIALES Y METODOS	24
1. Descripción del área	24
1.1 Ubicación	24
1.2 Características climáticas	24
1.3 Características edáficas	24
2. Factores estudiados	26
2.1 Distancias de siembra	26
2.2 Frecuencias de corte	26
3. Diseño experimental	26
3.1 Modelo estadístico	26
3.2 Detalle de las parcelas	28
3.3 Arreglo y aleatorización de los tratamientos	29
4. Descripción del trabajo de investigación	29
4.1 Material experimental	29
4.2 Manejo del experimento	29
5. Variables respuesta	33
6. Análisis de la información	36
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	38
VIII. CONCLUSIONES	74
IX. RECOMENDACIONES	75
X. BIBLIOGRAFIA	76
XI. APENDICE	81

INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PAGINA
1	Contenido de proteína y materia seca de acuerdo a la edad del pasto	9
2	Clase textural, pH y elementos disponibles, del área experimental, Obero, Masagua, Escuintla. 1988	25
3	Tratamientos sometidos a evaluación en la aldea Obero, Masagua, Escuintla. 1988	27
4	F calculada y coeficiente de variación del análisis de varianza para el rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier + Kudzú, en el primero y segundo corte. Guatemala, 1989	40
5	Rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier + Kudzú en el primer corte. Guatemala, 1989	41
6	Rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier + Kudzú en el segundo corte. Guatemala, 1989	42
7	Rendimiento medio del primero más el segundo corte en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y Napier + Kudzú. Guatemala, 1989	44
8	Efecto de la interacción distanciamientos-frecuencias en el rendimiento de materia seca de Kudzú - tropical (<u>Pueraria phaseoloides</u> Roxb), en su segundo corte. Guatemala, 1989	45

9	Contenido de materia seca de acuerdo a la edad del pasto, en los diferentes cortes realizados. Guatemala, 1989.	45
10	Relación proporcional del aporte de cada uno de los pastos en el rendimiento de Napier + Kudzú, expresado en porcentaje. Guatemala, 1989	46
11	Valores medios de los análisis para: fraccionamiento celular, proteína cruda, digestibilidad in vitro de la materia seca, rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y Napier + Kudzú en el primer y segundo corte. Guatemala, 1989	47
12	Media y desviación estandar de las 54 observaciones y 8 variables originales sometidas al análisis de componentes principales. Guatemala, 1989	48
13	Matriz 8 x 8 de correlación entre las variables sometidas al análisis de componentes principales. Guatemala, 1989	49
14	Eigenvalores o valores característicos correspondientes de la matriz 8 x 8 de correlación en el análisis de componentes principales. Guatemala, 1989	50
15	Eigenvectores o vectores característicos correspondientes de la matriz 8 x 8 de correlación en el análisis de componentes principales. Guatemala, 1989	51
16	Valores medios de los análisis para fraccionamiento celular, proteína cruda, digestibilidad in vitro de la materia seca, rendimiento en materia verde y materia seca, de la biomasa total en ambos cortes	58

- | | | |
|----|--|----|
| 17 | Crecimiento de Napier (<u>Pennisetum purpureum</u> Schum cv. Costa Rica) para los diferentes tratamientos - en el primer y segundo corte (cm). Guatemala, 1989 | 59 |
| 18 | Tasa de crecimiento en cm/día, para los diferentes tratamientos y períodos de tiempo, en el cultivo de Napier (<u>Pennisetum purpureum</u> Schum cv. Costa Rica). Guatemala, 1989 | 61 |

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		PAGINA
1	Efecto de los distanciamientos de siembra y frecuencias de corte, en las distintas variables indicadoras de la calidad nutritiva y del rendimiento de Napier, Kudzú y biomasa de su asociación, referidas en los componentes principales 1 y 2. Guatemala, 1989	52
2	Curva de crecimiento del pasto Napier (<u>Pennisetum purpureum</u> Schum cv. Costa Rica), en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes	62
3	Curva de crecimiento del pasto Napier (<u>Pennisetum purpureum</u> Schum cv. Costa Rica), en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 1.5 m entre surcos y una frecuencia de corte de 6 semanas	62
4	Curva de crecimiento del pasto Napier (<u>Pennisetum purpureum</u> Schum cv. Costa Rica), en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de corte de 6 semanas	62
5	Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (<u>Pennisetum purpureum</u> Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes	63
6	Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (<u>Pennisetum purpureum</u> Schum cv. Costa Rica) con un distanciamiento de siembra de 1.5 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes	63

- 7 Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes. 63
- 8 Curva de crecimiento del pasto Napier, en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 8 semanas entre cortes. 65
- 9 Curva de crecimiento del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 1.5 m entre surcos, con una frecuencia de 8 semanas entre cortes. 66
- 10 Curva de crecimiento del pasto Napier, en su primer y segundo corte con distanciamiento de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de 8 semanas entre cortes. 67
- 11 Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes. 68
- 12 Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con frecuencia de 8 semanas entre cortes y un distanciamiento de 1.5 m entre surcos. 68
- 13 Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de 8 semanas entre cortes. 68

- 14 Curva de crecimiento de Napier, en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes 70
- 15 Curva de crecimiento del pasto Napier, en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 1.5 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas 71
- 16 Curva de crecimiento del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), en su primer corte para el distanciamiento de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes 72
- 17 Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes 73
- 18 Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 1.5 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes 73
- 19 Curvas de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes 73

"EVALUACION DE LA ASOCIACION DE NAPIER (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) Y KUDZU TROPICAL (Pueraria phaseoloides Roxb), BAJO DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE Y DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA, EN LA ALDEA OBERO, MASAGUA, ESCUINTLA".

"EVALUATION OF THE ASSOCIATION OF NAPIERGRASS (Pennisetum purpureum Schum. cv. Costa Rica) AND KUDZU (Pueraria phaseoloides Roxb), APPLYING SEVERAL FREQUENCIES OF PRUNING AND SOWING DISTANCES IN OBERO, MASAGUA, ESCUINTLA"

RESUMEN

La carne vacuna y la leche son productos básicos en la dieta de los guatemaltecos. El déficit de estos productos se debe básicamente a la baja productividad de la ganadería, en donde el factor más limitante es la baja cantidad y calidad del forraje disponible. El cultivo de especies forrajeras - gramíneas en asociación con leguminosas se ha señalado como una alternativa para superar la productividad y baja calidad de los pastos y forrajes.

El objetivo general de la presente investigación, fué determinar la frecuencia de corte y el arreglo espacial más adecuado para establecer el cultivo asociado de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) y Kudzú - tropical (Pueraria phaseoloides Roxb) que permita optimizar la producción y calidad nutritiva de la materia seca.

El presente trabajo se realizó en la aldea Obero, municipio de Masagua, departamento de Escuintla; en donde se evaluaron diferentes distanciamientos de siembra y frecuencias de corte, utilizándose el diseño de Bloques al Azar con arreglo en parcelas divididas; donde las parcelas grandes correspondieron a los distanciamientos de siembra y las parcelas pequeñas a las frecuencias de corte. En la fase de campo se realizó un corte de uniformización, luego se realizaron los cortes con sus respectivas frecuencias; seguidamente en la fase de laboratorio se realizaron los análisis correspondientes a -- fraccionamiento celular, proteína cruda y digestibilidad in vitro de la mate

teria seca, en el laboratorio de alimentos ICTA/INCAP.

Se obtuvieron resultados de rendimiento, en materia verde y materia seca, del primer y segundo corte, así como el rendimiento de ambos cortes; para Napier, Kudzú y biomasa de Napier más Kudzú. Además se obtuvo el contenido de proteína cruda, digestibilidad in vitro de la materia seca y fraccionamiento celular: fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, hemicelulosa, celulosa, lignina y cenizas insolubles en ácido detergente; de los diferentes tratamientos estudiados.

Con el presente trabajo se llegó a determinar que: las frecuencias de corte afectaron significativamente la producción y la calidad nutritiva de la materia seca del asocio; siendo la frecuencia de 10 semanas entre cortes la que presentó el mayor rendimiento (82.84 tm de materia verde y 21.12 tm de materia seca), luego la de 8 semanas y por último la frecuencia de 6 semanas entre cortes con los menores rendimientos (35.01 tm/ha de materia verde y 6.12 tm/ha de materia seca). Además se determinó que mientras la producción aumenta con los cortes más distanciados la calidad nutritiva disminuye; siendo la frecuencia de 8 semanas entre cortes la que establece un equilibrio entre rendimiento y calidad nutritiva.

Los distanciamientos de siembra y la interacción de éstos con las frecuencias de corte no afectaron significativamente la producción y calidad nutritiva de la biomasa total.

Finalmente se recomienda utilizar el distanciamiento de 2 m entre surcos de Napier, sembrando el Kudzú intercaladamente, asimismo, se recomienda cortar la biomasa cada 8 semanas, cuya frecuencia presenta buenas características en cuanto a rendimiento, calidad nutritiva y manejo agronómico.

I. INTRODUCCION

En Guatemala, la carne vacuna y la leche son productos básicos en la dieta de su población. Durante las últimas décadas la demanda por estos productos ha venido aumentando a tasas superiores a las de la producción, subiendo los precios en términos reales en detrimento de la dieta y de los ingresos reales de los sectores de menores recursos; este desbalance se debe, tanto a factores relacionados con la demanda, como a la baja productividad ganadera.

En la región de Obero, Masagua, Escuintla, donde se realizó la investigación, la actividad ganadera es muy importante, en donde los forrajes constituyen el alimento más barato; por lo tanto, la demanda en cantidad y calidad de los mismos se incrementa cada día. Esto exige determinar aquellas alternativas de uso y manejo que permitan intensificar el cultivo y aprovechamiento de los pastos y forrajes.

El cultivo de gramíneas en asociación con leguminosas se ha señalado como una alternativa para superar la productividad y la calidad de los pastos y forrajes. En base a ello el cultivo asociado a Napier (Pennisetum purpureum Schom cv. Costa Rica) con Kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Roxb) bajo régimen de corte, puede ser una salida a la demanda de forrajes en calidad y cantidad.

Por lo antes expuesto, es importante determinar la frecuencia de corte y el arreglo espacial más adecuado para el establecimiento del cultivo asociado de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) y Kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Roxb); que permita optimizar la producción y calidad nutritiva de la materia seca.

La evaluación se llevó a cabo en dos fases: la fase I ó de campo, consistió en la toma de datos agronómicos y se desarrolló en la finca Villa Mérida, aldea Obero, en jurisdicción del municipio de Masagua, depar-

tamento de Escuintla. La fase II consistió en el análisis de laboratorio, - consistente en fraccionamiento celular, proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia seca; para determinar la calidad nutritiva, llevándose a cabo en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); mientras que el análisis de los datos se realizó en el Centro de Cómputo y Estadística de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

II. JUSTIFICACION

La carne vacuna y la leche son productos básicos en la dieta de los guatemaltecos; aún los consumidores de bajos ingresos demuestran una gran preferencia por tales alimentos.

Durante las últimas décadas la demanda por estos productos ha venido aumentando a tasas superiores a las de la producción; los precios han subido en términos reales en detrimento de la dieta y de los ingresos reales de los sectores de menores recursos. Este desbalance se debe tanto a factores relacionados con la demanda, como a la baja productividad ganadera.

La baja productividad de la ganadería en la región se debe a la combinación de varios factores, incluyendo razas, aspectos sanitarios, prácticas de manejo y nutrición de los animales. La limitada cantidad y calidad del forraje disponible se ha señalado como el factor más limitante.

En la región de Obero, Masagua, Escuintla, la actividad ganadera es muy importante, en donde los forrajes constituyen el alimento más barato; por lo tanto la demanda en cantidad y calidad de los mismos se incrementa cada día. Esto exige determinar aquellas alternativas de uso y manejo que permitan intensificar el cultivo y aprovechamiento de los pastos y forrajes.

El cultivo asociado de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) y Kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Roxb) bajo régimen de corte constituye una alternativa a la demanda de forrajes en calidad y cantidad (46).

III. HIPOTESIS.

1. La frecuencia de corte del cultivo asociado de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) y Kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Roxb), afecta la producción y la calidad de la materia seca.
2. La distancia de siembra entre surcos alternos de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) y Kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Roxb), afecta la producción y la calidad de la materia seca.
3. La producción y la calidad de la materia seca de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) asociado con Kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Roxb) es afectada por la interacción de las frecuencias de corte y los distanciamientos de siembra.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la frecuencia de corte y el arreglo espacial más adecuado para establecer el cultivo asociado de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) y Kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Roxb); que permita optimizar la producción y calidad nutritiva de la materia seca.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar el rendimiento óptimo, de acuerdo a los distanciamientos de siembra y las frecuencias de corte.
2. Determinar la calidad nutritiva de la materia seca, en base al contenido de proteína, digestibilidad in vitro, hemicelulosa, celulosa y lignina, de acuerdo a los diferentes distanciamientos de siembra y frecuencias de corte.

V. REVISION DE LITERATURA

1. NAPIER (Pennisetum purpureum Schum)

1.1 Orígen:

El pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum) es nativo de Africa, entre las latitudes de 10° norte y 20° sur; fué descubierto en Sudáfrica en 1908, desde entonces se ha propagado por todo el mundo (21).

1.2 Clasificación Taxonómica (9):

- | | | | |
|--------------|--------------------------------------|--------------|--------------|
| - Reino: | Plantae | - Sub-reino: | Embryobionta |
| - División: | Magnoliophyta | - Clase: | Liliopsida |
| - Sub-clase: | Commelinidae | - Orden: | Cyperales |
| - Familia: | Poaceae | - Género: | Pennisetum |
| - Especie: | <u>Pennisetum purpureum</u> Schumach | | |

1.3 Descripción de la Planta:

El Napier es un pasto perenne, de hojas abundantes, erecta, robusta y vigorosa, que alcanza de 2 a 4 m de altura (8, 42), pudiendo en determinadas condiciones superar dicha altura.

Ahija profusamente formando macollas llegando a producir más de 50 nuevas plantas; produce poca semilla fértil, por eso su propagación se hace por medios vegetativos (8).

Posee un sistema radical profundo (18); las raíces son fibrosas y ocurren generalmente en la base de la planta (44), específicamente surgen de los nudos de tallos subterráneos o rizomas (28).

La planta está constituida por un tallo más o menos grueso (18); éstos pueden tener hasta 2.5 cm de diámetro, formándose muchas -

ramas erectas en las axilas de las hojas de los tallos principales (24); el tallo es cilíndrico, con varios nudos y entrenudos, los nudos son sólidos, mientras que los entrenudos, llenos de médula (44).

Las hojas consisten en vainas y lámina o limbo. La vaina tiene la función de proteger el retoño tierno (44); los limbos son elongados de 2-4 cm de ancho y una longitud de 30 a 90 cm (24, - 26, 42).

La inflorescencia es en forma de espiga, semejando a un gusano - peludo (18, 44); la panícula es más larga que ancha, con lados - más o menos paralelos (44), ésta posee de 10-25 cm de largo, es densa, el raquis es densamente piloso con fascículos numerosos y césiles, suavemente extendiéndose, portando de 2 a 4 espiguillas (42); las inflorescencias son compactas, amarillo dorado o pardo, según Mora, Herrera y Trujillo (1978) citados por Menéndez (29).

1.4 Adaptación:

El Napier puede cultivarse en lugares con altitudes que varían entre 0 y 1000 msnm (14); sin embargo, Mora, Herrera y Trujillo, ci- tados por Menéndez (29), mencionan que el Napier se adapta a alti- tudes de 0 a 2000 msnm, pero su mejor desarrollo se obtiene hasta 1500 msnm; éstos mismos autores mencionan que el Napier se adapta a temperaturas de 18°C a 30°C.

El Napier es una planta que se desarrolla bien en regiones cálidas y húmedas, pero también en zonas templadas (18), siendo las - regiones de la zona tórrida y las cálidas las que producen mayor desarrollo en esta planta.

Lo anterior se corrobora al encontrarse con excelentes resultados en la costa Sur y Norte del país, con fines forrajeros, así como en los departamentos de Totonicapán, Huehuetenango y Guatemala, -

generalmente como especie protectora de la erosión y particularmente como forrajera (*).

El Napier se adapta a suelos fértiles (14, 24), otros autores -- (14, 18, 24), indican que es poco exigente en suelos, es decir -- que se adapta a muchos o cualquier tipo de suelos y con buen potencial para responder a la fertilización. Los suelos profundos, ligeros y bien drenados son los mejores para el crecimiento de -- Napier, ya que el exceso de agua le perjudica, no llegando a producir en lugares anegados por períodos lluviosos prolongados -- (14, 26).

De Alba (1971), citado por Franco (14), menciona que el pasto Napier es la especie de corte más popular y común en los trópicos, ya que es de fácil establecimiento. Es una de las plantas forrajas de más reciente introducción en Centro América, se ha experimentado con buenos resultados en la costa Sur de Guatemala y San Salvador, donde su propagación se efectúa sin interrupción -- (1).

1.5 Composición química y contenido alimenticio:

La composición química de los pastos, resulta valiosa para determinar su calidad nutritiva (4).

El contenido máximo de proteína en Napier, lo alcanza entre los 18 y los 30 días después del brote (46); lo anterior se corrobora con los resultados expuestos en el cuadro 1, en donde tanto -- la materia seca, como la proteína varían de acuerdo a la edad -- del pasto.

(*) Estrada Muy, M.R. 1989. Comunicación personal.

Cuadro 1. Contenido de proteína y materia seca de acuerdo a la edad del pasto.

CORTE	MATERIA SECA %	PROTEINA %
Napier 4 semanas	20.8	2.7
Napier 8 semanas	19.3	0.9
Napier 12 semanas	18.8	0.8
Napier 15 semanas	25.5	1.2
Napier 0.5 m antes de floración	20.0	2.0
Napier 2.5 m principio de floración	25.0	1.8

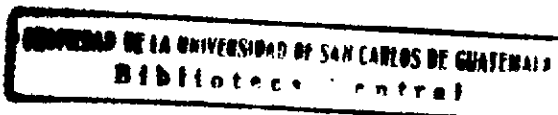
FUENTE: (29).

El CIAT (6), reporta un 20% de proteína cruda a los 28 días, observándose con la madurez, declinación de proteína cruda e incremento de la fibra cruda.

Vicente Chandler, Silva y Figarella, citados por De Geus (15), encontraron que al aumentar la dosis de nitrógeno aumenta el contenido de proteína cruda, pero ésta disminuye al ampliar la frecuencia de corte.

Rocha y Vera (38), evaluaron el efecto de la edad del Napier a los 21, 42, 63 y 84 días en la composición química y digestibilidad in vitro, en la que el contenido de proteína disminuye con el aumento de la edad, los carbohidratos estructurales aumentaron con la edad, la relación entre hemicelulosa y celulosa es de 1.34 ± 0.12 , la tasa de disminución de la digestibilidad de la materia seca, hemicelulosa y celulosa fué de 0.311 ± 0.013 , 0.304 ± 0.021 y 0.304 ± 0.014 /día, respectivamente.

Quando el Napier es cortado de 8 a 10 semanas, la planta presenta una digestibilidad en hojas de 76.35% y en tallos de 64.52% (22).



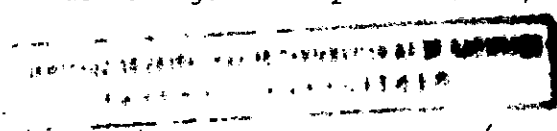
La mejor edad de corte del Napier es de 30 días, seguida a 45 y - de 60 días, ya que disminuye el valor nutritivo al aumentar la edad del pasto (47). En un estudio realizado por Grant (16), reportó que la digestibilidad del Napier a los 45 días de edad fué mayor que durante los 60 días, el contenido de Lignina predijo mejor la digestibilidad in vitro verdadera.

Próspero (35), estimó la composición química, el contenido de los principales nutrimentos y los coeficientes de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIV-MS) y celulosa de Napier; en donde la maduración afectó negativamente la digestibilidad de Napier; - los coeficientes de digestibilidad de la materia seca se correlacionaron negativamente y significativamente con los contenidos de materia seca ($r = -0.91$), celulosa ($r = -0.88$) y fibra cruda ($r = -0.93$) y positivamente con la proteína cruda ($r = 0.88$) y las cenizas ($r = 0.89$); de la misma manera se observó una alta correlación negativa entre digestibilidad in vitro (DIV) de la celulosa y la materia seca ($r = -0.93$), celulosa ($r = -0.85$), hubo una correlación significativa con los contenidos de proteína cruda ($r = -0.88$ y cenizas ($r = 0.88$).

Silva (40) estudió los efectos de 3 intervalos de corte y de los factores ambientales en el rendimiento y el valor nutritivo; encontrando que el porcentaje de proteína cruda se redujo en 1.4 unidades cuando aumentó el intervalo de corte de 18 a 36 días; la tasa diaria de reducción de la digestibilidad in vitro de la materia seca fué de 0.5 y 0.71%; de los factores climáticos estudiados, la precipitación tuvo la mayor influencia en el rendimiento.

1.6 Rendimiento y Cortes:

El Napier (Pennisetum purpureum Schum) es considerado como uno de los pastos de corte más productivos en el trópico, según Chandler citado por Franco (14). Logra producir hasta 400 toneladas de forraje verde por hectárea/año (1, 13); León (26), indica que



puede producir hasta 550 ton de forraje verde en 9 cortes, es decir 61 ton/corte. Sin embargo, la producción varía de acuerdo con el lugar, estación, número de cortes y con el fertilizante que se le aplique, según Muñoz citado por Franco (14), aún cuando los factores referidos ejerzan cierta influencia negativa, se pueden llegar a producir 180 ton/ha (21, 28).

El corte debe realizarse cuando tiene una altura de 0.80 a 1.00 m (16, 22, 26). Pueden realizarse de 5 a 9 cortes al año (13, 37). Según experiencias, parece lo procedente efectuar el corte a intervalos de seis semanas, cuando se emplean fertilizantes nitrogenados (21); sin embargo, Patterson (1953), en Trinidad demostró que por lo general, un intervalo de 8-10 semanas entre cortes, se obtiene la mayor producción de nutrientes digeribles (28).

En terrenos ordinarios y en clima que le sean propios, el corte cada 40 días suele producir unas 50 ton/ha (26). Iturbide (25), reporta que el Napier, con frecuencia de corte de 60 días y con altos niveles de fertilización nitrogenada, es capaz de producir 50 tm/de materia seca.

En cuanto a la altura de corte sobre el nivel del suelo, Herrera y Lotero, citados por Franco (14), demostraron que cortando a ras lograron los mejores rendimientos. No se debe esperar gran rendimiento en el primer corte, pues por la lucha de adaptación y sus pocos retoños, no sólo no resulta un producto de primera calidad, sino el rendimiento cuantitativo es menor si se compara con los subsiguientes (1).

1.7 Prácticas de Cultivo:

Pinzón y González (33), indican que los rendimientos de materia seca, obtenidos en los intervalos de 45, 60 y 75 días en todas las dosis de fertilización, fué de 32.50, 37.37 y 47.48 ton de materia seca/ha, además se encontró que por cada kg de N aplica-

do el pasto produjo un promedio de 0.067 ton de MS/ha.

El pasto Napier se puede propagar por trozos de caña, por pedazos de tallo; las cañas se cortan con fracciones de 50 cm, para colocarlas en el terreno (20, 24).

En la unidad de riego Oaxaca, Gualán, Zacapa, se realizó un estudio con el objeto de evaluar la respuesta del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum) a tres sistemas de siembra y tres fuentes de nitrógeno, en cuanto a rendimiento en materia verde y materia seca; recomendándose para el efecto la siembra por cañas en hilera, con la respectiva aplicación de Urea a razón de 300 kg N/ha/año (12).

La distancia de siembra entre surcos y entre plantas no puede darse fija, ya que depende en gran parte de la forma en que desee explotarse (1), siendo la mejor época para la siembra al principio de la estación lluviosa.

Los insectos que más le atacan son los saltahojas (Empoasca fabae) que daña la epidermis de las hojas y la palomilla (Spodoptera frugiperda).

1.8 Importancia y uso:

El pasto Napier tiene una importancia considerable en las regiones donde se adapta, es excelente para las vacas lecheras a causa de su rendimiento rápido y lo tierno de sus tejidos, así como por su contenido relativamente alto de proteína bruta; es útil como planta forrajera, para uso durante todo el año, bajo condiciones de los trópicos y subtrópicos, además se usa para mejorar los suelos y para pastoreo (24), aunque si se efectúa en forma continua el Napier puede desaparecer; es usado a veces como barrera de contención en conservación de suelos; constituye un forraje de excelente calidad y es usado comúnmente para ensilaje (18, 21, 26).

En Guatemala se utiliza mucho para corte en ganaderías de leche, lo mismo para ensilaje (44).

2. KUDZU TROPICAL (Pueraria phaseoloides Roxb)

2.1 Origen:

Es oriunda de Malasia y de Asia del Nordeste (8, 21, 44); fué introducida a Guatemala, aproximadamente en el año 1817, también se dice que se conoce desde la época de los mayas (44).

2.2 Clasificación Taxonómica (9):

- | | | | |
|--------------|-----------------------------------|--------------|---------------|
| - Reino: | Plantae | - Sub-reino: | Embryobionta |
| - División: | Magnoliophyta | - Clase: | Magnoliopsida |
| - Sub-clase: | Rosidae | - Orden: | Fabales |
| - Familia: | Fabaceae | - Género: | Pueraria |
| - Especie: | <u>Pueraria phaseoloides</u> Roxb | | |

2.3 Descripción de la Planta:

Posee hábito de crecimiento semierecto (7). Su sistema radicular es ramificado y profundo, alcanzando una profundidad de 2 a 3 m - es por ello que soporta bien la sequía (8, 44); posee tallos rastreros o trepadores, de desarrollo lento, alcanzando de 5 a 6 m - de largo; puede reproducirse por medio de semillas, formando césped muy espeso, los numerosos estolones rastreros se arraigan en los nudos.

Sus hojas son parecidas a las del frijol pero con vellosidades, - especialmente en el envés (8, 44); las flores se producen en raci mos sostenidos por largos pedúnculos, como todas las de su clase tienen una flor zigomórfica, siendo ésta con axilas largas y de color azul púrpura, las vainas tienen de 6 a 10 cm de longitud - por 4 mm de ancho, las que albergan de 15 a 20 semillas, cuyo co-

lor es pardo cuando maduran.

2.4 Adaptación:

Se desarrolla en un clima cálido y templado, con alturas comprendidas entre 0-1524 msnm; con temperaturas de 18° a 30°C (14). La temperatura adecuada para el buen crecimiento del Kudzú es aquella que no sea menor de 18°C y una precipitación comprendida entre 900 a 2000 mm/año (44), adaptándose a las regiones de gran precipitación pluvial, con estaciones secas no muy prolongadas; siendo una especie tropical que requiere una temporada larga húmeda y cálida para su crecimiento (28).

Crece bien bajo diferentes condiciones de suelos, siendo una planta rústica que vegeta bien incluso en suelos pobres, arenosos y secos; no obstante, se desarrolla mejor en los suelos francos, francos arcillosos, franco arenosos, con un pH de 5.5 a 7.5 compactos o arcillosos (21).

Es una planta de enredo que crece en forma natural en la costa sur de Guatemala (18).

2.5 Composición Química y contenido alimenticio:

El Kudzú tropical, posee un contenido mayor de proteína, calcio y fósforo que las gramíneas (8). Behar (3), encontró en el análisis proximal en base seca de Kadzú tropical (Pueraria phaseoloides Roxb) un 26.20% de materia seca y 26.94% de proteína. Flores (13), reporta que el Kadzú tropical posee en verde: 81% de agua, 3.4% de proteína bruta y 2% de cenizas; en heno posee 16.3% de agua, 16.9% de proteína y 6.7% de cenizas.

2.6 Rendimiento y corte:

Havard-Duclos (21) indica un rendimiento en verde cercanos a las 20 ton/ha; el CIAT (6) menciona producciones mayores a 10 ton de

materia seca/año.

La altura de corte para el hábito de crecimiento semierecto es de 10 a 15 cm (39). El CIAT (6) reporta dos alturas de corte, una baja (5-10 cm) y otra alta (15-20 cm) no existiendo diferencias en rendimiento para ambas alturas.

2.7 Prácticas de Cultivo:

La siembra se hace directamente en el terreno, dejando distancias de 1 metro entre surcos; se necesitan de 1.8-3.6 kg/ha de semilla, con una germinación del 60%. Para una mejor germinación se recomienda remojar las semillas durante 24 horas en agua tibia; la desventaja del Kudzú, es que su poder de germinación baja rápido, en semillas de 1 año de cosechadas baja hasta un 10% (28).

El Kadzú también puede reproducirse por esquejes a 0.90 m por 1.50 m en todos sentidos, cubriendo el suelo entre tres o cuatro meses (21).

La época de siembra más conveniente es al inicio de las lluvias, pero si se cuenta con terrenos regables en cualquier época es bueno sembrarlo (44); la forma de siembra puede ser al voleo o en surcos, el método al voleo, se usa para sembrar por medio de semillas o estolones de 30 a 40 cm de longitud y es cuando se quiere asociar esta leguminosa con algunas gramíneas; en surcos por medio de semillas, se usa si se quiere utilizar como forrajera de corte, para luego henificarlo, ensilarlo o como más convenga.

Para la fertilización será necesario efectuar un análisis químico del suelo en el cual queremos sembrar dicho cultivo, con el fin de determinar qué fertilizante usar, estudios que se han realizado se ha comprobado que esta leguminosa es muy exigente en ácido fosfórico (44).

En relación a las malas hierbas ocurre que, en el inicio del establecimiento de los pastos, éstas ejercen fuerte competencia mayormente cuando el terreno está mal preparado; para evitar las malas hierbas se efectúa una limpia a los 20 días y otra a los 40 días, por medios manuales (44).

El CIAT (6) reporta que esta planta es atacada por los Crisomélidos principalmente en época de lluvia, así como de Lepidópteros en menor escala, las partes aéreas sufren daños causados por hongos, Corticium sp. y Alternaria sp.

2.8 Usos:

El Kudzú puede ofrecerse al ganado en pastoreo directo, cortado como forraje verde, como heno (18) y como ensilaje (21, 44); además de ser excelente como planta forrajera puede usarse como abono verde por el alto tonelaje de biomasa que produce; es una planta fijadora de nitrógeno y mejoradora del suelo (6).

El ganado lo consume bastante por tener buena palatabilidad (18).

3. ASOCIACION DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS

Las mezclas de gramíneas con leguminosas suelen ser más productivas que las siembras separadas de gramíneas y de leguminosas; las mezclas de siembra varían de acuerdo con el propósito para el cual vayan a cultivarse y de acuerdo con las condiciones de clima y de suelo que prevalecen en el lugar de cultivo (11).

La naturaleza de la asociación de plantas se ve afectada o determinada por los siguientes factores: fertilidad del suelo, humedad del suelo, temperatura, luz y sombra, la forma de desarrollo y el crecimiento estacional de las plantas, la apetitosidad para el ganado, la incidencia

de plagas, enfermedades y la competencia con las malas hierbas (28).

Las leguminosas son más ricas en nitrógeno y calcio que los pastos e incrementan el valor nutritivo de las praderas; una pradera de pastos y leguminosas está mejor equilibrada y resulta una pradera más apetitosa que los cultivos puros de pastos (28).

El aporte de nitrógeno a las gramíneas puede mejorarse mediante el nitrógeno fijado por las leguminosas en asociación simbiótica con el *Rhizobium* (38).

Cuanto más leguminosas haya en el pasto, mayor será su productividad, es decir, cuando predominan las leguminosas pueden suministrar las necesidades de nitrógeno del pastizal con gran eficacia (23).

Prescindiendo de condiciones climatológicas suficientemente favorables en relación con la temperatura y precipitación, los factores más importantes con respecto al empleo de las leguminosas en los pastos tropicales son: a) el establecimiento de una simbiosis efectiva entre leguminosas y el *Rhizobium*; b) la idoneidad de la nutrición de las plantas para que funcione la simbiosis y la planta se desarrolle bien; c) la explotación impuesta, particularmente en lo que respecta al régimen de pastoreo, que permite que la leguminosa persista (23).

Las gramíneas crecen más rápidamente y toleran una frecuente y grave defoliación, mejor que las leguminosas tropicales, no solamente la frecuencia de corte, sino también la altura de corte, puede tener gran influencia en la composición botánica del pasto y del rendimiento de leguminosa producida (23).

La existencia de estolones, tanto en las leguminosas, como en las gramíneas, mejora su facultad para persistir; las mejores combinaciones de gramínea-leguminosa se juzgan por su facilidad de establecimiento, preferiblemente a partir de semillas, su habilidad para mantener al menos una relación gramínea y leguminosa 2:1 y en su capacidad para

recuperarse del corte; no es fácil establecer e incluso más difícil - mantener proporciones deseables de gramíneas y leguminosas que crezcan juntas; en Puerto Rico con una cuidadosa explotación, los pastos de gramínea-Pueraria (Kudzú) tienen que volverse a sembrar cada 8 ó 10 años para restablecer un equilibrio deseable de especies, ya que el Kudzú muere gradualmente, según Vicente Chandler et al, 1974, citado por Hubbell (23).

Una de las ventajas principales de los pastos a base de leguminosas, es que el valor nutricional del material de la estación seca es mucho mayor que el de las gramíneas solamente; en las leguminosas, la disminución del valor nutritivo con la edad es lenta, lo cual significa que los pastos con un alto contenido de leguminosas tienen una tendencia a mantener la calidad nutricional y la producción del animal durante todo el año (23); este mismo autor indica que la explotación de gramíneas-leguminosas debe tener como objetivo mantener un nivel alto de leguminosas en el pasto durante la estación seca, impidiendo que los valores de proteína cruda desciendan por debajo del 7% y limiten la infestación de las gramíneas tropicales.

La productividad de los pastos de gramíneas-leguminosas está limitado por la capacidad de la componente de leguminosas para fijar nitrógeno y si bien son posibles cantidades muy superiores, las leguminosas tropicales fijarán generalmente entre 100 y 200 kg de nitrógeno por hectárea; ésto significa que la productividad de los pastos a base de leguminosas es frecuentemente más o menos equivalente a la productividad de un pasto a base de nitrógeno con 150 kg de N/ha/año (23).

Warmke y otros, han demostrado que el Kudzú tropical se comporta mejor como planta forrajera cuando crece en asociación con algunas gramíneas como Pará, Guinea y Napier (8).

El Kudzú se puede asociar, tanto con gramíneas de corte o de pastoreo (44).

3.1 Asociación de Napier y Kudzú:

En el municipio de Nueva Concepción, Escuintla, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, en su estación experimental, realizó el estudio titulado "Producción de materia seca y tasa de crecimiento del cultivo de Napier asociado a Kudzú bajo dos distancias de siembra y tres frecuencias de corte"; se usaron dos distancias de siembra entre surcos de Napier, uno y dos metros, tres frecuencias de corte durante la época de lluvia, 8-10-12 semanas; el diseño consistió en bloques al azar con un arreglo en parcelas divididas distribuidas aleatoriamente al azar (46).

En el manejo experimental, primero se estableció el Kudzú y posteriormente el Napier 3 semanas después, a los 15 días se fertilizó el Kudzú para lograr un buen desarrollo inicial o de establecimiento; la siembra de Napier se realizó en cadena doble y el Kudzú en chorro corrido; luego se realizó un corte de uniformización aproximadamente a los 180 días, estando ya establecidos los dos cultivos. Las variables respuesta evaluadas fueron: producción de materia seca, tasa de crecimiento, contenido protéico de la materia seca de cada componente del asocio, Napier y Kudzú (46); según resultados obtenidos se logró notar que no hubo efecto de la distancia de siembra ni de la interacción de este factor con la frecuencia de corte, en la producción de materia seca total (Napier + Kudzú); la producción tendió a aumentar con períodos más largos de recuperación del rebrote, siendo estadísticamente igual las producciones obtenidas con 10 a 12 semanas y éstas superiores a la de ocho semanas; la producción de materia seca de Kudzú se vió afectada por la distancia de siembra y la frecuencia de corte; la mayor distancia entre surcos de Napier favoreció significativamente la producción de Kudzú al igual que los períodos más largos de recuperación; el contenido de proteína presentó una tendencia a disminuir conforme se aumentó el período de recuperación, siendo mayor el decremento en el Napier que el Kudzú.

Un aspecto importante es que la producción de Kudzú incrementa el valor protéico de la biomasa total; sin embargo, este alcanza niveles por debajo de lo deseable, cuando la edad del rebrote es mayor a ocho semanas. Este trabajo concluye que el Napier y Kudzú son especies compatibles para el cultivo en asocio y constituyen una alternativa para resolver el problema de alimentación del ganado bovino en época seca; las fases de establecimiento, producción y persistencia del Kudzú se ven favorecidas cuando la distancia de siembra entre surcos de Napier es de dos metros (46).

Los períodos mayores de ocho semanas, entre cortes durante la época lluviosa, provocan un decremento del contenido protéico en la biomasa total, llegando a niveles inferiores a 7%; se evidencia clara ventaja del cultivo con respecto al Napier en monocultivo - en cuanto a la economía de la producción forrajera, al tener un ahorro por aplicación de fertilizantes y control de malezas (46).

Entre las recomendaciones emanadas del estudio están:

- a. Sembrar el Napier y Kudzú en surcos alternos distanciados entre sí a un metro y realizar los cortes, durante la época lluviosa, cada ocho semanas para lograr una adecuada calidad de la materia seca producida; y
- b. Estudiar el efecto de la frecuencia de corte entre 6 y 8 semanas sobre la producción de materia seca y su composición química (46).

4. COMPOSICION ALIMENTICIA DE LOS PASTOS

Ramírez (36), indica que la materia seca de los alimentos de origen vegetal, pueden ser considerados como consistentes en dos partes: la pared celular y el contenido celular. A través de la metodología de fraccionamiento celular desarrollada por Goering y Van Soest en 1970, se plantea la composición de los forrajes como sigue:

1. Solubles en detergente neutro (SDN):

- a. Contenido celular (lo que no es pared celular);
 - b. Sustancias de fácil digestión, relativamente solubles;
 - c. Incluye: azúcares, almidones, proteínas, grasas, etc.
2. Fibra detergente neutro (FDN):
- a. Paredes celulares (no contenido celular);
 - b. Fracciones de menos digestibilidad;
 - c. Sustancias altas en fibra;
 - d. Incluye: hemicelulosa, celulosa, lignina.
3. Fibra detergente ácida (FDA):
- a. Es una fracción de FDN;
 - b. Incluye: celulosa, lignina

En cuanto al contenido de proteína cruda, se ha indicado que además de los aminoácidos se presentan otras fracciones químicas con nitrógeno - no protéico en forma de nitratos, urea, amidas o aminoácidos libres; - el material más tierno presenta un mayor contenido de amidas, mientras que el más maduro posee un menor contenido de las mismas (37).

El rápido crecimiento y maduración de las gramíneas forrajeras y las inadecuadas prácticas de manejo y utilización de estos recursos alimenticios, conlleva a una deficiencia de proteína en la dieta del bovino; en el trópico la actividad bacteriana de la flora ruminal es inhibida - cuando el contenido protéico es menor del 7% de manera que la digestibilidad del alimento, la velocidad de su paso y el consumo son perjudicados, la incorporación de leguminosas en la dieta corrige el bajo nivel protéico (25).

Por otro lado, la digestibilidad de los forrajes por los animales depende de: la especie, estado de desarrollo, si es consumido en verde, henificado, deshidratado o insilado; el forraje verde y tierno posee alto grado de digestibilidad y alto valor nutritivo, por lo tanto el volumen excretado es bajo, cuanto más digestible es un forraje, menos

necesidad tendrá el animal de completar su ración a base de otros alimentos concentrados (27).

El proceso digestivo es la acción combinada de la temperatura, medio, agentes químicos, fermentos y flora microbiana; la parte no digerida se elimina con las heces y la diferencia entre ésta y el total de los elementos nutritivos contenidos en el alimento, constituye los principios nutritivos digestibles; este mismo autor menciona que si se añade un alimento rico en proteína, la digestión se perfecciona; en general, los coeficientes de digestibilidad de los diversos principios alimenticios son inversamente proporcionales al contenido de fibra (37).

Se ha encontrado que el consumo de pasto está gobernado por la cantidad de alimento del rumen, mientras más rápido ocurra la digestión más rápido será la velocidad de paso del mismo; de esta manera la baja producción de leche en el trópico obedece en parte a la baja digestibilidad de los pastos, que necesariamente ocasionan bajos niveles de consumo de proteína y de otros nutrientes (25).

La composición química y características estructurales de la pared celular, son factores determinantes de la solubilidad y de la digestibilidad de los forrajes (45).

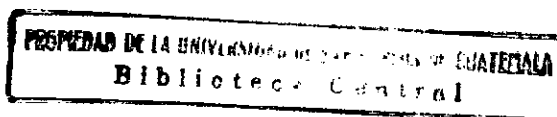
La fibra detergente neutro (FDN) es buena estimadora de la fibra de la pared celular, especialmente en las edades más avanzadas, la utilidad de la fibra ácido detergente (FAD) para estimar la lignocelulosa es variable dependiendo de la especie y la edad (47).

Los parámetros utilizados en la evaluación nutricional de los forrajes son: consumo, digestibilidad y composición química y los factores que afectan la calidad nutricional de los forrajes están genéticos, morfológicos, fisiológicos, climáticos, edáficos, de manejo y propios del animal y de su manejo (32).

El consumo máximo de un forraje por el rumiante depende, principalmente de las tasas de filtración de celulosa y hemicelulosa en el rumen, éstas a su vez dependen de muchos factores que interfieren la actividad de la flora microbiana del rumen, los cuales son evolución del proceso de lignificación según etapa de maduración de las forrajeras (43).

La calidad del forraje decrece rápidamente y con ella el consumo de materia seca, niveles inferiores de proteína a 7% reducen el consumo de materia seca y la ganancia del animal; generalmente las ganancias de peso aumentan en proporción casi al porcentaje de leguminosa en la mezcla (31).

Se ha reportado que las leguminosas tropicales mostraron tendencia a menor digestibilidad in vitro que las gramíneas (16).



VI. MATERIALES Y METODOS

1. DESCRIPCION DEL AREA

1.1 Ubicación:

El sitio experimental donde se realizó la investigación, se encuentra ubicado en la aldea Obero, municipio de Masagua, departamento de Escuintla. La topografía del área es plana, con una altitud de 35 msnm, con latitud de 14°02' y longitud de 90°50' (17).

1.2 Características Climáticas:

Presenta un clima cálido con temperatura promedio anual de 27°C, - con una precipitación de 1621.47 mm distribuidos en 94 días durante los meses de mayo a octubre (19).

Corresponde a la zona de vida, bosque húmedo sub-tropical cálido - (10) y con base en el sistema Thornthwait a un clima cálido, sin estación fría bien definida, con un carácter de clima húmedo y vegetación natural característica: Bosque, con invierno seco (A'a' - Bi), (30).

1.3 Características Edáficas:

La serie de los suelos Tiquisate franco (Ts) con área de 98,934 - hectáreas, es el 22.56% del área total de Escuintla; presenta las siguientes características: material madre: ceniza de aluvión volcánico de color oscuro; relieve casi plano; drenaje interno moderado; color café; textura y consistencia: franco arenosa fina, fina a franca suelta; espesor aproximado de 40-50 cm; color del subsuelo: café claro; consistencia del subsuelo de friable a suelta; textura del subsuelo: franco arenosa a franco arenosa fina; espesor - aproximado del subsuelo es de 30-70 cm (41); dentro de las características que influyen su uso están: declive dominante en por -

ciento: 0-2; drenaje a través del suelo: moderado; capacidad de abastecimiento de humedad: alta; capa que limita la penetración de las raíces: ninguna; peligro de erosión: baja; fertilidad natural: alta; problemas especiales en el manejo del suelo: mantenimiento de materia orgánica.

El cuadro 2, muestra la clase textural, la cual posee una clase textural franco arenoso y un nivel alto de fósforo y potasio, encontrándose los demás elementos disponibles con niveles adecuados a excepción del calcio y magnesio que se encuentran con niveles levemente altos; la relación $Ca/Mg = 3.32$ y $\frac{Ca + Mg}{K} = 14.5$, estando ambas dentro del rango aceptable y cercanas al óptimo; el área experimental presenta un adecuado nivel de fertilidad, lo cual corrobora la disponibilidad de elementos, basada en el potencial de hidrógeno, siendo éste débilmente ácido, cercano a neutro.

Cuadro 2. Clase textural, pH y elementos disponibles, del área experimental, Obero, Masagua, Escuintla, 1988.

ARCILLA	P O R C E N T A J E			CLASE TEXTURAL
	LIMO	ARENA		
9	33	58		Franco arenoso

pH	µg/ml. SUELO		meq/100 ml		µg/ml. DE SUELO			Zn
	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	
6.70	14.12	432	12.36	3.72	-	3.00	10.20	1.95

2. FACTORES ESTUDIADOS

2.1 Distancias de siembra:

Para ello se evaluaron tres distancias de siembra: 1 m, 1.5 m y 2 m, entre surcos de Napier, estando intercalado el Kudzú tropical; a este factor corresponden las parcelas grandes.

2.2 Frecuencias de corte:

Se evaluaron tres frecuencias de corte: a las 6, 8 y 10 semanas entre cortes, de Napier y Kudzú tropical; a este factor corresponden las parcelas pequeñas.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Boques al azar, con arreglo en parcelas divididas; las cuales fueron distribuidas aleatoriamente en cuatro repeticiones.

3.1 Modelo Estadístico Lineal para el Análisis de los Datos:

$$Y_{ijk} = U + B_i + D_j + E_{ij} + F_k + (DF)_{jk} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta de la ijk -ésima unidad experimental.

U = Efecto de la media general

B_i = Efecto del i -ésimo bloque

D_i = Efecto de la i -ésima modalidad de distanciamiento de siembra.

E_{ij} = Error experimental asociado a parcela grande

F_k = Efecto de la k -ésima modalidad de frecuencia de corte

$(DF)_{jk}$ = Efecto debido a la interacción de la j -ésima modalidad de la distancia de siembra con la k -ésima modalidad de la frecuencia de corte.

E_{ijk} = Error experimental asociado a la parcela pequeña.

Cuadro 3. Tratamientos sometidos a evaluación, en la aldea Obero, Masagua, Escuintla, 1988.

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
$d_1 f_1$	1.0 m entre surcos de Napier* y 6 semanas entre cortes
$d_1 f_2$	1.0 m entre surcos de Napier y 8 semanas entre cortes
$d_1 f_3$	1.0 m entre surcos de Napier y 10 semanas entre cortes
$d_2 f_1$	1.5 m entre surcos de Napier y 6 semanas entre cortes
$d_2 f_2$	1.5 m entre surcos de Napier y 8 semanas entre cortes
$d_2 f_3$	1.5 m entre surcos de Napier y 10 semanas entre cortes
$d_3 f_1$	2.0 m entre surcos de Napier y 6 semanas entre cortes
$d_3 f_2$	2.0 m entre surcos de Napier y 8 semanas entre cortes
$d_3 f_3$	2.0 m entre surcos de Napier y 10 semanas entre cortes

* = entre los surcos de Napier se sembró el Kudzú.

Donde:

d_1 = Distanciamiento de 1.0 m entre surcos de Napier
 d_2 = Distanciamiento de 1.5 m entre surcos de Napier
 d_3 = Distanciamiento de 2.0 m entre surcos de Napier

- f_1 = Frecuencia de 6 semanas entre cortes
 f_2 = Frecuencia de 8 semanas entre cortes
 f_3 = Frecuencia de 10 semanas entre cortes

3.2 Detalle de las Parcelas:

Las parcelas grandes consistieron de 12 surcos de Napier y 12 surcos de Kudzú tropical intercalado con el Napier, con una longitud de 6 m, los distanciamientos de siembra son de 1.0 m, 1.5 m y 2.0 m, respectivamente para cada parcela grande. Cada 4 surcos constituyó una parcela pequeña; de modo que cada parcela grande estuvo compuesta de 3 parcelas pequeñas.

La parcela pequeña neta estudiada consistió en los 2 surcos centrales de Napier y Kudzú, obviando 0.50 m, de los extremos de cada surco para eliminar el efecto de borde y cabeceros.

Cada una de las 4 réplicas estuvo formada por 3 parcelas grandes, separadas a 1.5 m, tanto inter como intra bloques; de acuerdo a lo anterior, las superficies fueron las siguientes:

- Area bruta de parcelas pequeñas: 24, 36 y 48 m²
- Area neta de parcelas pequeñas: 10, 15 y 20 m²
- Area bruta de parcelas grandes: 72, 108 y 144 m²
- Area neta de parcelas grandes: 30, 45 y 60 m²
- Area bruta total: 1,624.5 m²
- Area neta total: 540 m².

Estas áreas fueron obtenidas de las parcelas $d_1(f_1, f_2, f_3)$, ver apéndice 2; $d_2(f_1, f_2, f_3)$, apéndice 3; $d_3(f_1, f_2, f_3)$, apéndice 4.

3.3. Arreglo y Aleatorización de los Tratamientos:

Los tratamientos fueron distribuidos al azar, tanto para parcelas grandes como para parcelas pequeñas. El arreglo se muestra en el apéndice 1.

4. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Material experimental:

Se usó semilla de Kudzú certificada, a la cual se le realizó una prueba de germinación, en el germinador de la facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con tres réplicas de 100 semillas cada una, las cuales dieron un promedio de 65% de germinación. También se usaron tallos de Napier (cañas), obtenidas en la finca Monte Bello, Puerto San José, Escuintla.

4.2 Manejo del Experimento:

El período de conducción del experimento fué de 14 meses y se puede dividir en 3 fases:

- Fase I o de campo:
Duración 8 meses, mayo de 1988 a enero 1989.
- Fase II (Análisis Bromatológico y de fraccionamiento celular)
Duración 3 meses, febrero-abril 1989.
- Fase III (Análisis e Interpretación de Resultados)
Duración 3 meses, mayo-julio 1989.

Para el establecimiento de la plantación experimental, fué necesario realizar las siguientes prácticas:

A. Preparación del Terreno:

La preparación del terreno se realizó con una pasada de arado y dos pasadas de rastra; la aradura se realizó en el mes de abril, con el objetivo de destruir las malezas; luego en el mes de mayo cuando iniciaron las lluvias se dieron dos pasadas de rastra con el objetivo de destruir malezas, incorporar la materia orgánica y dejar bien mullido el suelo.

B. Trazo y Estaquillado del Terreno:

Se delimitaron 1,624.5 m²; luego se trazaron las parcelas grandes con sus parcelas pequeñas; distribuidas en 4 bloques, como puede verse en el apéndice 1; el trazo se realizó con la ayuda de estacas y rafia.

C. Siembra:

La siembra del Kudzú se realizó el 23 de mayo de 1988, tres semanas después se realizó la siembra de Napier, 13 de junio de 1988, ésto debido a que el crecimiento del Napier es más acelerado.

La siembra del Kudzú se realizó sobre el surco a chorro corrido, tepándose la semilla con una ligera capa de tierra. Previo a la siembra de la semilla se realizó una prueba de germinación, la cual determinó que no era necesario realizar un tratamiento de escarificación a la semilla, teniendo una excelente germinación en el campo; luego se le realizó un tratamiento con Fenilgloxilonitrilo oxima 0, 0-dietil fosforotioato, para protegerla contra plagas del suelo.

La siembra de Napier se realizó tres semanas después de la de Kudzú, utilizándose el método de cadena doble, tomando cañas de 0.50 m de longitud, escogiendo las que presentaron una mayor cantidad de yemas vegetativas en buen estado; la siembra se realizó en surcos con los diferentes distanciamientos evaluados, estando intercalados los surcos de Kudzú.

D. Fertilización:

De acuerdo a la alta fertilidad de estos suelos y al análisis químico se determinó que no era necesario realizar una fertilización inicial o de establecimiento, tanto para el Kudzú, - como para el Napier, además de observar un crecimiento inicial vigoroso de ambos pastos. Luego después de cada corte, el Napier fué fertilizado a razón de 60 kg N/ha.

E. Control de Malezas:

Durante la fase de consolidación y evaluación, se mantuvieron las parcelas libres de malezas, realizándose en una forma manual; durante la fase de consolidación fué necesario realizar dos limpiezas, la primera se realizó el 20 de junio de 1988, encontrándose las siguientes malezas en orden de importancia: - escobillo (Sida acuta y Sida rombifolia), Guisquilete (Amaranthus spinosus), pepino de caballo (Cucumis sp.) y otras de menor importancia como Cynodon dactylon. La segunda limpieza se realizó el 26 de julio de 1988 con una menor incidencia de malezas, dándose un autocontrol de malezas, en orden de importancia fueron las siguientes: Sida rombifolia, Amaranthus spinosus. Una tercera limpieza se realizó en el corte de uniformización 4 de septiembre de 1988., registrándose una incidencia de malezas bastante baja, siendo éstas similares a las registradas en la segunda limpieza.

Durante la etapa de evaluación, tomada a partir del corte de uniformización no se realizaron limpiezas, debido a que existió un autocontrol de malezas.

F. Control de Plagas:

Para proteger el follaje de Napier y Kudzú fué necesario aplicar insecticida cuando hubo mayor ataque de insectos; registrándose un ataque de gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en Napier; gusano peludo (Estigmene acrea) y tortuguillas --

(Diabrotica sp.) en Kudzú; teniéndose que realizar dos aplicaciones de insecticidas, la primera se realizó el 18 de julio de 1988, aplicándose en Napier Fenilglioxilonitrilo oxima O, -dietyl fosforotioato; con una dosificación de 1.5 lt/ha. La segunda aplicación de insecticidas se realizó el 27 de julio de 1988, utilizándose los mismos tipos de productos aplicados en la primera aspersion.

G. Etapa de evaluación:

La etapa de evaluación se inició con un corte de uniformización 84 días después de haber sembrado el Napier, realizándose este corte el 4 de septiembre de 1988, defoliándose el Napier a ras del suelo; el Kudzú tropical se removió cuando estaba mezclado con el Napier, removiendo los estalones a manera que las plantas madres de Kudzú no fueran defoliadas en su totalidad, con lo cual se aseguró un rebrote rápido y vigoroso; seguidamente cada 2 semanas hasta terminar la fase de evaluación el 22 de enero de 1989, se tomaron alturas de planta en Napier, seleccionando para ello 10 plantas al azar de cada parcela neta de cada tratamiento en las 4 repeticiones, para luego obtener las alturas medias, con las cuales se determinaron las curvas de crecimiento y las tasas de crecimiento.

Seguidamente del corte de uniformización se efectuó el primero y el segundo corte de acuerdo a los tratamientos evaluados y en la forma como sigue:

- Primer corte a las 6 semanas: 16 de octubre de 1988;
- Primer corte a las 8 semanas: 30 de octubre de 1988;
- Primer corte a las 10 semanas: 13 de noviembre de 1988;
- Segundo corte a las 6 semanas: 27 de noviembre de 1988

- Segundo corte a las 8 semanas: 26 de diciembre de 1988;
- Segundo corte a las 10 semanas: 22 de enero de 1989.

5. VARIABLES RESPUESTA

Durante el desarrollo del cultivo, así como durante y después de cada corte, se tomaron los siguientes datos:

5.1 Rendimiento en materia verde de Napier:

Para ello se cortó el Napier a ras del suelo, de acuerdo al tratamiento, pesando el material fresco de la parcela neta, por medio de una balanza convencional que fue llevada al campo, el peso obtenido fue en libras, luego este peso se convirtió a kg/ha y posteriormente a tm/ha.

Registrándose rendimientos para el primer corte, segundo corte y rendimiento medio de ambos cortes.

5.2 Rendimiento en materia seca de Napier:

Para ello se tomó una muestra al azar de material con un peso fresco aproximado de 50 gr, luego estas muestras fueron secadas al horno a una temperatura de 90°C hasta que éstas mostraron un peso constante, para luego por diferencia entre peso fresco y peso seco determinar el porcentaje de agua y por medio de éste, determinar el rendimiento de materia seca. Registrándose rendimientos para el primer corte, segundo corte y rendimiento medio de ambos cortes.

5.3 Rendimiento en materia verde de Kudzú:

Para ello se defolió el Kudzú a una altura aproximada de 15 cm - del suelo, dejando la planta madre con la cual se aseguró un buen

rebrote, pesando el material de la parcela neta, por medio de una balanza convencional que fué llevada al campo, obteniéndose los rendimientos en libras, luego se realizó la conversión a kg/ha y posteriormente a tm/ha.

Se registraron rendimientos para el primer corte, segundo corte y rendimiento medio de ambos cortes.

5.4 Rendimiento en materia seca de Kudzú:

Se tomó una muestra al azar de material de cada tratamiento en los 4 bloques, con un peso aproximado de 50 gr, luego estas muestras fueron secadas al horno con una temperatura de 90°C, hasta que mostraron un peso constante, para luego por diferencia entre peso fresco y peso seco determinar el porcentaje de agua, para determinar el rendimiento en materia seca. Se registraron rendimientos para el primer corte, segundo corte y rendimiento medio de ambos cortes.

5.5 Rendimiento en materia verde de Napier más Kudzú tropical:

Para ello se realizó la sumatoria de los rendimientos, es decir, de peso del material verde de Napier y Kudzú obtenido en la parcela neta de cada tratamiento.

Se registraron rendimientos para el primer corte, segundo corte y rendimiento medio de ambos cortes.

5.6 Rendimiento en materia seca de Napier más Kudzú tropical:

Para ello se realizó la sumatoria de los rendimientos en materia seca de Napier y Kudzú; registrándose rendimientos para el primer corte, segundo corte y rendimiento medio de ambos cortes.

5.7 Fraccionamiento celular (FND, FAD, HC, C, LIG, CEINAD) para la materia seca de Napier, Kudzú y Napier más Kudzú:

Para ello se tomó una muestra homogénea de las cuatro repeticiones, con el peso de 1 kg; para cada tratamiento de Napier, Kudzú y biomasa de Napier más Kudzú. La muestra compuesta de Napier más Kudzú se pesó proporcionalmente en base al rendimiento de cada uno de los pastos, determinándose el porcentaje de cada uno en la muestra (cuadro 10).

Se analizaron 54 muestras, 27 para el primer corte y 27 para el segundo corte; tomando 9 muestras para cada frecuencia: 6, 8 y 10 semanas entre cortes, siendo una muestra por tratamiento. Estas muestras se tomaron en cada corte; luego fueron analizadas en el laboratorio de alimentos y nutrición del convenio ICTA/INCAP, por medio de la metodología Van Soest, et al de la AOAC (2).

A cada muestra se le determinó:

FND = Fibra neutro detergente

FAD = Fibra ácido detergente

HC = Hemicelulosa

C = Celulosa

LIG = Lignina

CEINAD = Cenizas insolubles en detergente ácido.

Todas estas variables se observan en el cuadro 11.

5.8 Proteína cruda de la materia seca de Napier, Kudzú y de Napier más Kudzú:

Para determinar el contenido de proteína (N * 6.25) de los diferentes materiales, se extrajo una submuestra de la muestra original (1 kg), misma que fué analizada en el laboratorio de alimentos y nutrición del convenio ICTA/INCAP, por medio de la metodología de combus

ción en Micro-Kjeldhal de la AOAC (2).

5.9 Digestibilidad in vitro de la materia seca de Napier, Kudzú y de Napier más Kudzú:

Para determinar la digestibilidad in vitro de los diferentes materiales, se extrajo otra submuestra de la muestra original para luego ser analizada en el laboratorio de alimentos y nutrición del convenio ICTA/INCAP, a través de la metodología de la AOAC (2).

5.10 Tasa de crecimiento de Napier:

Para ello se tomaron alturas de 10 plantas de Napier en cada parcela neta de cada tratamiento, tomando lecturas cada 2 semanas; para determinar las curvas de crecimiento y la tasa de crecimiento para cada tratamiento. La altura se midió en cm, desde el cuello de la planta hasta la última lígula visible.

6. ANALISIS DE LA INFORMACION

6.1 Rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier más Kudzú:

Tanto para el rendimiento del primer corte, segundo corte, como el rendimiento medio de ambos cortes, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para el diseño estadístico de Bloques al Azar con un arreglo en parcelas divididas, comparando posteriormente las medias a través de la comparación múltiple con el estadístico Tukey, en vista que la producción de Napier, Kudzú y biomasa de ambos, presentó diferencias significativas. Luego las medias de rendimiento de cada tratamiento se sometieron a un análisis multivariado por el método de componentes principales (34).

6.2 Fraccionamiento celular, proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia seca de Napier, Kudzú y de Napier más Kudzú:

Estas variables fueron sometidas a un análisis multivariado por el método de componentes principales (34).

6.3 Tasa de Crecimiento para Napier:

Para ello se determinaron las alturas medias de cada tratamiento, luego se realizaron regresiones y así se obtuvieron las curvas de crecimiento, así como las curvas de las tasas de crecimiento.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

Del análisis de varianza para rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier + Kudzú, en el primer y segundo corte, se deriva el cuadro 4.

A nivel general el ensayo presenta un nivel de confiabilidad mayor al 80% (CV = 17%) en cuanto al rendimiento de materia verde, tanto para el primero, como para el segundo corte de Napier, Kudzú y de Napier + Kudzú. Sin embargo, los coeficientes de variación para el rendimiento de materia seca en promedio es de 21.47%,

En el cuadro 4, se logra apreciar que el rendimiento en materia verde de Napier, Kudzú y Napier más Kudzú, se vió afectado significativamente por las frecuencias de corte, tanto en el primer corte, segundo corte, como en el primero más el segundo corte; mientras que los distanciamientos de siembra afectaron en forma significativa, únicamente al rendimiento de Kudzú tropical; a excepción del Napier en el primer corte. La interacción de los distanciamientos de siembra con las frecuencias de corte no afectaron significativamente al rendimiento en materia verde.

El rendimiento en materia seca de Napier, Kudzú y Napier + Kudzú (cuadro 4), se vió afectado significativamente por las frecuencias de corte, en ambos cortes y en el rendimiento medio de éstos; mientras que los distanciamientos de siembra afectaron en forma significativa únicamente al rendimiento de Kudzú. La interacción de los distanciamientos de siembra con las frecuencias de corte no afectaron la producción, a excepción del Kudzú en el segundo corte.

En el cuadro 5, se observa que el distanciamiento de 1.0 m presentó el rendimiento más alto en materia verde de Napier, luego el de 1.5 m y por último el de 2.0 m, mientras que en Kudzú es el distanciamiento de 2.0 m el que presentó el mayor rendimiento, seguidamente el de 1.5 m y luego el de 1.0 m. La frecuencia de 10 semanas entre cortes, presentó el mayor rendimien

to en materia verde de Napier, Kudzú y Napier más Kudzú, luego la frecuencia de 8 semanas entre cortes y seguidamente la frecuencia de 6 semanas; sin embargo, en Napier y Kudzú la frecuencia de 8 semanas no presentó diferencias significativas con la frecuencia de 10 semanas entre cortes, no siendo así para la biomasa total, en la que las tres frecuencias son diferentes.

En la producción de materia seca del primer corte, el distanciamiento de 2.0 m entre surcos presentó un mayor rendimiento de Kudzú, luego el distanciamiento de 1.5 m seguidamente el distanciamiento de 1.0 m. La frecuencia de 10 semanas entre cortes presentó el mayor rendimiento, luego la de 8 semanas y por último la frecuencia de 6 semanas entre cortes; sin embargo, en Napier y Napier más Kudzú la frecuencia de 8 semanas entre cortes, presentó un rendimiento similar al de la frecuencia de 10 semanas entre cortes.

En el rendimiento de materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y Napier más Kudzú, del segundo corte (cuadro 6), se logra apreciar que el distanciamiento de 2.0 m entre surcos presentó el mayor rendimiento en materia verde y materia seca de Kudzú, luego el de 1.5 m y por último el de 1.0 m entre surcos. La frecuencia de 10 semanas entre cortes logró el rendimiento más alto de materia verde en Napier, Kudzú y Napier más Kudzú; sin embargo en Kudzú la frecuencia de 8 semanas entre cortes presentó un rendimiento similar al de la frecuencia de 10 semanas.

El rendimiento en materia seca de Napier, Kudzú y Napier más Kudzú, en el segundo corte (cuadro 6), se vió favorecido con la frecuencia de 10 semanas entre cortes, disminuyéndose con la frecuencia de 8 semanas, de igual manera con la frecuencia de 6 semanas entre cortes; sin embargo, en Napier y Napier más Kudzú las frecuencias de 6 y 8 semanas entre cortes presentan cierta similitud, no tanto así en Kudzú en el que la frecuencia de 8 semanas presenta similitud con la frecuencia de 10 semanas entre cortes.

El rendimiento medio del primero más el segundo corte, en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y Napier más Kudzú (cuadro 7), se logra apreciar que el distanciamiento de 2.0 m entre surcos logró el mayor rendi-

Cuadro 4. F calculada y coeficiente de variación (CV) del análisis de varianza para el rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier + Kudzú, en el primero y segundo corte. Guatemala, 1989.

FACTORES DE VARIACIÓN	PRIMER CORTE (1)			SEGUNDO CORTE (2)			RENDIMIENTO MEDIO (1+2)		
	NAPIER	KUDZU	NAP+KUD	NAPIER	KUDZU	NAP+KUD	NAPIER	KUDZU	NAP+KUD
Materia verde	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bloques	4.99 *	29.18 **	4.24 ns	1.05 ns	3.65 ns	0.62 ns	1.95 ns	2.60 ns	1.53 ns
Distanciamientos	5.90 *	449.57 **	2.78 ns	0.19 ns	295.18 **	0.24 ns	2.38 ns	164.40 **	0.55 ns
C.V. (%)	18.6	7.7	16.6	20.8	10.6	22.5	17.9	13.3	18.9
Frecuencias	64.34 **	4.53 *	74.63 **	62.96 **	8.65 **	50.18 **	109.87 **	6.69 **	95.87 **
C.V. (%)	12.3	14.9	10.8	22.4	18.8	22.8	12.6	18.3	12.7
Dist-Frec	1.96 ns	2.29 ns	1.65 ns	0.57 ns	1.93 ns	0.55 ns	0.66 ns	2.35 ns	0.98 ns
Materia seca	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bloques	1.85 ns	3.03 ns	1.51 ns	0.84 ns	2.40 ns	1.03 ns	1.66 ns	9.88 **	1.49 ns
Distanciamientos	0.83 ns	38.38 **	0.46 ns	0.65 ns	95.78 **	2.50 ns	0.21 ns	323.29 **	0.98 ns
C.V. (%)	32.9	9.7	29.6	12.8	13.8	12.5	19.0	10.1	6.7
Frecuencias	39.39 **	14.00 **	45.60 **	72.17 **	42.04 **	77.06 **	76.23 **	32.73 **	87.03 **
C.V. (%)	26.5	25.12	23.5	27.6	19.3	24.3	22.2	19.3	19.6
Dist-Frec	0.90 ns	1.99 ns	0.72 ns	0.09 ns	3.79 *	0.13 ns	0.32 ns	2.45 ns	0.18 ns

* = Significativo al 5%; ** = Significativo al 1%; ns = No significativo.

Cuadro 5. Rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier + Kudzú en el primer corte. Guatemala, 1989.

FACTORES DE VARIACION	PRIMER CORTE *		
	NAPIER	KUDZU	NAP+KUD
Materia Verde	-	-	-
Distanciamientos	$d_1=63.83$ a	$d_3=8.14$ a	
	$d_2=58.67$ ab	$d_2=6.49$ b	
	$d_3=49.12$ b	$d_1=2.80$ c	
	WP = 13.32	WP = 0.82	
Frecuencias	$f_3=70.92$ a	$f_3=6.45$ a	$f_3=77.36$ a
	$f_2=61.52$ a	$f_2=5.92$ ab	$f_2=67.46$ b
	$f_1=39.19$ b	$f_1=5.04$ b	$f_1=44.23$ c
	WP = 9.55	WP = 1.21	WP = 9.25
Materia seca	-	-	-
Distanciamientos		$d_3=1.67$ a	
		$d_2=1.42$ b	
		$d_1=0.61$ c	
		WP = 0.22	
Frecuencias	$f_3=16.09$ a	$f_3=1.61$ a	$f_3=17.70$ a
	$f_2=12.68$ a	$f_2=1.13$ b	$f_2=13.79$ a
	$f_1=5.38$ b	$f_1=0.96$ b	$f_1=6.34$ b
	WP = 4.09	WP = 0.42	WP = 4.02

* = Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

d_1 = Dist. 1.0 m; d_2 = Dist. 1.5 m; d_3 = Dist. 2.0 m.

f_1 = Frec. 6 semanas; f_2 = Frec. 8 semanas; f_3 = Frec. 10 semanas.

Cuadro 6. Rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier + Kudzú en el segundo corte. Guatemala, 1989.

FACTORES DE VARIACION	SEGUNDO CORTE *		
	NAPIER	KUDZU	NAP+KUD
Materia Verde	-	-	-
Distanciamientos		$d_3=7.55$ a	
		$d_2=6.16$ b	
		$d_1=2.18$ c	
		WP = 1.03	
Frecuencias	$f_3=79.62$ a	$f_3=6.07$ a	$f_3=85.64$ a
	$f_2=45.98$ b	$f_2=5.45$ ab	$f_2=54.30$ b
	$f_1=27.96$ c	$f_1=4.37$ b	$f_1=32.36$ c
	WP = 15.52	WP = 1.35	WP = 17.78
Materia Seca	-	-	-
Distanciamientos		$d_3=3.32$ a	
		$d_2=2.33$ b	
		$d_1=0.94$ c	
		WP = 0.22	
Frecuencias	$f_3=20.43$ a	$f_3=2.86$ a	$f_3=23.29$ a
	$f_2=8.57$ b	$f_2=2.42$ a	$f_2=10.99$ b
	$f_1=5.69$ b	$f_1=1.32$ b	$f_1=7.01$ b
	WP = 4.09	WP = 0.42	WP = 4.02

* = Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

d_1 = Dist. 1.0 m; d_2 = Dist. 1.5 m; d_3 = Dist. 2.0 m.

f_1 = Frec. 6 semanas; f_2 = Frec. 8 semanas; f_3 = Frec. 10 semanas.

miento de Kudzú, luego el de 1.5 m y por último el de 1.0 m entre surcos, lo cual explica que a un mayor distanciamiento de siembra se logró incrementar la producción de Kudzú tropical, debido al menor grado de competencia por luz, agua y nutrientes, básicamente, entre Napier y Kudzú.

La producción de materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y Napier más Kudzú, durante el período evaluado (cuadro 7), se vió favorecida con la frecuencia de 10 semanas entre cortes, luego se vió menguada con la frecuencia de 8 semanas entre cortes, por último la frecuencia de 6 semanas con el menor rendimiento; sin embargo, en Kudzú la frecuencia de 8 semanas entre cortes presentó un rendimiento en materia verde similar al obtenido con las frecuencias de 6 y 10 semanas entre cortes.

En el cuadro 8, se aprecia el efecto de la interacción de los distanciamientos de siembra con las frecuencias de corte, en el rendimiento de materia seca de Kudzú tropical, en su segundo corte, presentando un mayor rendimiento el distanciamiento de 2.0 m, con una frecuencia de 10 semanas entre cortes; con el menor rendimiento el distanciamiento de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes.

El contenido de materia seca se incrementó con la edad del pasto (cuadro 9), en el segundo corte el contenido de materia seca fué mayor que en el primero, debido a que el material era menos succulento y a la mayor acumulación de reservas, provocada por una menor tasa de respiración, como consecuencia en la disminución de la temperatura nocturna.

En el cuadro 10, se aprecia que con el distanciamiento de 2 m, hubo una mayor producción de Kudzú en la biomasa total del asocio, al mismo tiempo que en las frecuencias de 6 semanas entre cortes, lo cual se explica por el menor grado de competencia por luz, agua, nutrientes y espacio con el Napier.

Cuadro 7. Rendimiento medio del primero más el segundo corte en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier + Kudzú. Guatemala, 1989.

FACTORES DE VARIACION	PRIMER CORTE + SEGUNDO CORTE (\bar{x}) *		
	NAPIER	KUDZU	NAP+KUD
Materia Verde	-	-	-
Distanciamientos		$d_3=7.85$ a	
		$d_2=6.32$ b	
		$d_1=2.49$ c	
		WP = 1.36	
Frecuencias	$f_3=74.83$ a	$f_3=6.26$ a	$f_3=81.50$ a
	$f_2=53.75$ b	$f_2=5.69$ ab	$f_2=60.88$ b
	$f_1=33.57$ c	$f_1=4.72$ b	$f_1=38.27$ c
	WP = 9.25	WP = 1.38	WP = 10.38
Materia Seca	-	-	-
Distanciamientos		$d_3=2.50$ a	
		$d_2=1.87$ b	
		$d_1=0.77$ c	
		WP = 0.32	
Frecuencias	$f_3=18.26$ a	$f_3=2.23$ a	$f_3=20.50$ a
	$f_2=10.63$ b	$f_2=1.77$ b	$f_2=12.40$ b
	$f_1=5.53$ c	$f_1=1.14$ c	$f_1=6.67$ c
	WP = 3.45	WP = 0.45	WP = 3.50

* = Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

d_1 = Dist. 1.0 m; d_2 = Dist. 1.5 m; d_3 = Dist. 2.0 m.

f_1 = Frec. 6 semanas; f_2 = Frec. 8 semanas; f_3 = Frec. 10 semanas.

Cuadro 8. Efecto de la interacción distanciamientos-frecuencias en el rendimiento de materia seca de Kudzú tropical, en su segundo corte. Guatemala, 1989.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	IDENTIFICACION
Dist. 2 m, Frec. 10 semanas	4.28	a
Dist. 2 m, Frec. 8 semanas	3.78	ab
Dist. 1.5 m, Frec. 10 semanas	2.76	bc
Dist. 1.5 m, Frec. 8 semanas	2.54	c
Dist. 2 m, Frec. 6 semanas	1.91	cd
Dist. 1.5 m, Frec. 6 semanas	1.68	d
Dist. 1 m, Frec. 10 semanas	1.54	de
Dist. 1 m, Frec. 8 semanas	0.92	ef
Dist. 1 m, Frec. 6 semanas	0.36	f

Tratamientos con la misma letra, son estadísticamente iguales ($w_p = 1.05$).

Cuadro 9. Contenido de materia seca de acuerdo a la edad del pasto, en los diferentes cortes realizados. Guatemala, 1989.

FRECUENCIA	MATERIA SECA (%)		
	PRIMER CORTE	SEGUNDO CORTE	PROMEDIO (1+2 CORTE)
Napier 6 semanas	14.00	18.97	16.48
Napier 8 semanas	20.72	19.51	20.12
Napier 10 semanas	22.76	25.68	24.22
Kudzú 6 semanas	18.15	29.87	24.01
Kudzú 8 semanas	19.45	45.22	32.34
Kudzú 10 semanas	24.94	43.15	34.04

Cuadro 10. Relación proporcional del aporte de cada uno de los pastos en el rendimiento de Napier más Kudzú, expresado en porcentaje. Guatemala, 1989.

TRATAMIENTO	PRIMER CORTE		SEGUNDO CORTE		PROMEDIO (1+2 CORTE)	
	NAPIER	KUDZU	NAPIER	KUDZU	NAPIER	KUDZU
Dist. 1 m, Frec. 6 Sem.	95.81	4.19	94.99	5.01	95.40	4.60
Dist. 1.5 m, Frec. 6 Sem.	86.78	13.22	84.80	15.20	85.79	14.21
Dist. 2 m, Frec. 6 Sem.	82.60	17.38	82.29	17.71	82.46	17.54
Dist. 1 m, Frec. 8 Sem.	97.04	2.76	95.97	4.03	96.50	3.50
Dist. 1.5 m, Frec. 8 Sem.	89.32	10.68	87.84	12.16	88.58	11.42
Dist. 2 m, Frec. 8 Sem.	85.66	14.34	85.22	14.78	85.44	14.56
Dist. 1 m, Frec. 10 Sem.	94.55	5.45	96.09	3.91	95.32	4.68
Dist. 1.5 m, Frec. 10 Sem.	92.54	7.46	92.76	7.24	92.65	7.35
Dist. 2 m, Frec. 10 Sem.	87.65	12.35	89.82	10.18	88.74	11.26

El cuadro 11, presenta los resultados del análisis de laboratorio, correspondiente a fraccionamiento celular, proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia seca y de rendimiento, cuyo significado de las abreviaturas es el siguiente:

- FND = Fibra neutro detergente
- FAD = Fibra ácido detergente
- HC = Hemicelulosa
- C = Celulosa
- LIG = Lignina
- CEINAD = Cenizas insolubles en ácido detergente
- PC = Proteína cruda
- DIV-MS = Digestibilidad in vitro de la materia seca
- RMV = Rendimiento en materia verde
- RMS = Rendimiento en materia seca

Cuadro 11. Valores medios de los análisis para: fraccionamiento celular, proteína cruda, digestibilidad in vitro de la materia seca, rendimiento en materia verde y materia seca de Napier, Kudzú y de Napier más Kudzú en el primer y segundo corte. Guatemala, 1989.

T R A T A M	M U E S A			C O R T E	% F N D	% F A D	% H C	% C	% L I G	% C E I N A D	% P C	% D I V	tm/ha R M V	tm/ha R M S
	O T S B R T S A O	E P S A												
d1f1	1	a	napier	1	72.17	47.77	24.40	36.85	8.82	4.30	11.20	73.84	43.50	5.68
d2f1	2	b	napier	1	73.85	47.90	25.90	34.19	8.11	5.60	10.10	67.69	40.48	5.54
d3f1	3	c	napier	1	73.93	46.71	27.20	35.46	7.08	4.20	9.40	67.78	33.58	4.91
d1f2	4	d	napier	1	77.88	52.72	25.20	39.45	9.80	3.50	8.60	55.94	74.48	14.45
d2f2	5	e	napier	1	76.32	52.19	24.10	38.88	9.92	3.40	6.70	55.45	60.69	11.77
d3f2	6	f	napier	1	77.20	53.34	23.90	39.42	10.68	3.20	6.50	55.40	49.43	11.83
d1f3	7	g	napier	1	73.88	50.09	23.80	35.83	10.47	3.80	5.80	56.98	73.55	15.41
d2f3	8	h	napier	1	75.70	53.88	21.80	39.08	10.89	3.90	5.20	54.75	74.85	18.20
d3f3	9	i	napier	1	74.68	51.97	22.70	37.04	10.86	4.10	5.00	54.95	64.35	14.66
d1f1	10	j	napier	2	67.82	43.71	24.10	32.33	6.54	4.80	8.40	68.03	23.38	5.85
d2f1	11	k	napier	2	69.01	44.59	24.40	32.66	7.12	4.80	9.60	67.17	31.55	4.90
d3f1	12	l	napier	2	67.72	41.78	25.90	32.38	5.01	4.40	10.60	66.06	28.94	6.32
d1f2	13	m	napier	2	74.86	43.09	31.80	34.03	5.10	3.98	8.09	65.91	44.61	8.38
d2f2	14	n	napier	2	77.50	43.90	33.60	34.76	4.75	4.39	7.66	67.34	49.06	7.63
d3f2	15	o	napier	2	75.83	45.18	30.65	36.00	5.73	3.94	7.48	66.57	44.28	9.70
d1f3	16	p	napier	2	80.64	50.60	30.04	38.12	8.08	4.40	6.70	55.85	84.44	21.04
d2f3	17	q	napier	2	78.89	51.92	28.97	37.80	9.65	4.47	5.64	54.79	77.33	19.91
d3f3	18	r	napier	2	81.75	54.78	26.97	39.77	10.60	4.41	5.61	52.78	76.95	20.54
d1f1	19	s	kudzu	1	70.68	54.18	16.50	32.77	18.86	2.54	14.80	48.14	1.90	0.36
d2f1	20	t	kudzu	1	71.13	57.41	13.72	34.48	20.38	2.58	13.60	45.27	6.18	1.16
d3f1	21	u	kudzu	1	72.56	57.42	15.42	35.30	20.70	1.41	12.90	41.63	7.06	1.37
d1f2	22	v	kudzu	1	74.26	59.54	14.72	40.09	18.59	0.65	11.20	49.80	2.27	0.45
d2f2	23	w	kudzu	1	72.92	58.50	14.42	39.32	18.42	0.75	10.80	50.72	7.26	1.55
d3f2	24	x	kudzu	1	73.80	58.30	17.50	39.03	16.34	0.92	12.40	50.87	8.27	1.39
d1f3	25	y	kudzu	1	68.97	56.59	10.38	37.43	18.51	0.84	11.60	55.67	4.24	1.02
d2f3	26	z	kudzu	1	66.48	57.19	9.29	36.94	19.35	0.90	12.00	55.95	6.04	1.55
d3f3	27	1	kudzu	1	66.34	56.11	10.23	36.05	19.17	0.89	12.10	54.80	9.07	2.25
d1f1	28	2	kudzu	2	84.63	54.29	10.54	32.12	19.72	2.45	12.60	56.56	1.23	0.36
d2f1	29	3	kudzu	2	66.55	48.79	17.76	29.72	16.29	2.78	12.20	49.53	5.66	1.68
d3f1	30	4	kudzu	2	63.90	52.11	11.79	32.24	18.62	1.24	13.50	56.66	6.30	1.91
d1f2	31	5	kudzu	2	67.34	46.84	20.50	29.93	14.98	1.92	13.50	56.73	1.87	0.92
d2f2	32	6	kudzu	2	69.11	47.34	21.77	30.07	15.02	2.22	12.20	56.67	6.79	2.54
d3f2	33	7	kudzu	2	65.98	46.11	19.87	28.31	14.98	2.81	12.20	51.52	7.68	3.78
d1f3	34	8	kudzu	2	69.38	53.78	15.80	33.68	18.02	2.07	10.60	44.45	3.44	1.54
d2f3	35	9	kudzu	2	69.58	49.96	19.60	30.35	15.75	3.88	11.60	56.70	6.03	2.76
d3f3	36	0	kudzu	2	70.77	53.42	17.35	32.17	17.74	3.51	11.01	50.34	8.74	4.28
d1f1	37	~	n+k	1	72.10	48.04	24.07	36.48	7.32	4.23	9.50	72.78	45.40	6.04
d2f1	38	!	n+k	1	73.49	49.18	24.33	34.23	9.73	5.19	8.70	64.72	46.65	6.70
d3f1	39	@	n+k	1	73.69	48.54	25.12	35.43	9.45	3.69	8.00	63.23	40.65	6.28
d1f2	40	#	n+k	1	77.77	52.92	24.85	39.47	10.08	3.40	8.00	55.75	76.72	14.85
d2f2	41	\$	n+k	1	75.96	52.88	23.09	38.93	10.83	3.11	6.50	54.94	67.94	13.32
d3f2	42	%	n+k	1	78.71	53.76	22.95	39.36	11.49	2.91	6.80	54.75	57.70	13.22
d1f3	43	^	n+k	1	73.48	50.44	23.04	35.92	10.91	3.62	5.30	56.90	77.79	16.44
d2f3	44	&	n+k	1	75.01	54.03	20.88	36.90	11.52	3.70	5.40	54.83	80.88	19.76
d3f3	45	*	n+k	1	73.85	52.48	21.17	36.92	11.89	3.69	5.20	54.93	73.42	18.90
d1f1	46	(n+k	2	67.67	45.08	23.43	32.32	7.20	4.72	10.00	67.46	24.62	6.20
d2f1	47)	n+k	2	68.64	45.23	23.41	36.73	8.51	4.51	9.90	64.49	37.21	6.58
d3f1	48	-	n+k	2	67.04	43.61	23.43	32.36	7.42	3.83	11.10	64.39	35.24	8.23
d1f2	49	+	n+k	2	74.58	43.24	31.32	33.86	5.50	3.88	8.87	65.54	55.10	9.30
d2f2	50	,	n+k	2	76.48	44.32	32.16	34.19	6.00	4.13	8.71	66.04	55.86	10.17
d3f2	51	>	n+k	2	74.37	45.32	29.08	34.86	7.09	3.77	8.69	64.30	51.94	13.49
d1f3	52	<	n+k	2	80.20	50.72	29.48	37.95	8.47	4.31	7.96	55.40	87.68	22.58
d2f3	53	/	n+k	2	78.21	51.78	28.44	37.26	10.09	4.32	5.27	54.88	83.36	22.47
d3f3	54	=	n+k	2	80.63	54.64	25.99	38.99	11.33	4.32	6.39	52.53	85.69	24.82

Tales resultados corresponden al Napier, Kudzú y Napier más Kudzú en el primer y segundo corte. En este cuadro se aprecian los tratamientos en cada corte, con los valores de cada variable, los cuales constituyeron la materia prima para realizar un análisis multivariado por el método de componentes principales, sometiéndose a consideración las siguientes variables que en adelante se llamarán variables originales: HC, C, LIG, CEINAD, PC, DIV-MS, RMV y RMS. El mismo presenta 54 observaciones, donde cada observación es una muestra (representada por un símbolo) correspondiente a un tratamiento de Napier, Kudzú y Napier más Kudzú; donde n = Napier y k = Kudzú.

El cuadro 12, presenta las medias de cada variable original y la desviación standar.

Cuadro 12. Media y desviación standar de las 54 observaciones y 8 variables originales sometidas al análisis de componentes principales. Guatemala, 1989.

VARIABLES ORIGINALES	\bar{x}	s
Hemicelulosa	22.30759259	6.01366869
Celulosa	35.51833333	3.06977582
Lignina	11.73074074	4.82637285
Proteína cruda	9.20703703	2.72786088
Digestibilidad in vitro de MS	57.90981481	7.25899507
Cenizas ins. en det. ácido (CEINAD)	3.35222222	1.27439022
Rendimiento en materia verde	39.99018519	29.25422159
Rendimiento en materia seca	8.79518518	7.04082910

No obstante este cuadro, se presenta como básico para la elaboración de la matriz de correlación entre las variables que se muestran en el cuadro 13.

Este cuadro 13, presenta la matriz que correlaciona todas las variables originales, teniendo la correlación más alta y positiva la variable RMV vrs. RMS y HC vrs. LIG con la correlación más alta y negativa; por otro lado RMS vrs. DIV-MS presentó la correlación más baja y positiva, C vrs. CEINAD presentó la correlación más baja y negativa. Este cuadro nos indica la consistencia o intensidad de la asociación que existe entre las diferentes variables.

La interpretación de esta matriz de correlación se logra de una manera integrada y consistente con la ayuda de la figura 1, la cual se discute en forma detallada más adelante. Del mismo modo, esta matriz es básica para la estimación de los valores característicos (Eigenvalores) correspondientes a dicha matriz asociada a 8 x 8. Tales valores no son más que las raíces del polinomio característico: $P(\lambda) = \det(A - \lambda I)$ en donde A es justamente la matriz de correlación referida (5).

Cuadro 13. Matriz 8 x 8 de correlación entre las variables sometidas al análisis de componentes principales. Guatemala, 1989.

	HC	C	LIG	PC	DIV-MS	CEINAD	RMV	RMS
HC	1.0000	0.1100	-.9162	-.6086	0.5721	0.7913	0.6842	0.5881
C	0.1100	1.0000	-.0977	-.5849	-.1640	-.0501	0.5796	0.5485
LIG	-.9162	-.0977	1.0000	0.5878	-.7879	-.8260	-.6353	-.5015
PC	-.6086	-.5849	0.5878	1.0000	-.1533	-.5578	-.9087	-.8774
DIV-MS	0.5721	-.1640	-.7879	-.1533	1.0000	0.6039	0.1892	0.0165
CEINAD	0.7913	-.0501	-.8260	-.5578	0.6039	1.0000	0.6193	0.5379
RMV	0.6842	0.5796	-.6353	-.9087	0.1892	0.6193	1.0000	0.9555
RMS	0.5881	0.5485	-.5015	-.8774	0.0165	0.5379	0.9555	1.0000

El cuadro 14, presenta los Eigenvalores o valores característicos correspondientes de la matriz de correlación, hasta el componente principal 5 (PRIN 5); se puede apreciar la diferencia entre los Eigenvalores, así co

mo la proporción del PRIN 1 y del PRIN 2, cuyos valores acumulados explican más del 80% (0.863422) de la variación total, lo cual es considerado aceptable como para discriminar los restantes componentes principales (PRIN 3 - - PRIN 5).

Cuadro 14. Eigenvalores o valores característicos correspondientes de la matriz 8 x 8 de correlación en el Análisis de Componentes Principales. Guatemala, 1989.

	EIGENVALORES	DIFERENCIA	PROPORCION	ACUMULATIVO
PRIN*1	4.90290	2.89841	0.612862	0.612862
PRIN 2	2.00448	1.44507	0.250560	0.863422
PRIN 3	0.55942	0.33640	0.069927	0.933349
PRIN 4	0.22302	0.07836	0.027877	0.961227
PRIN 5	0.14466		0.018082	0.979309

* Componente principal

Tal como lo anotado anteriormente, el cuadro 15, presenta los Eigenvectores de la matriz de correlación correspondientes a los Eigenvalores tabulados arriba en los componentes principales 1 y 2 (PRIN 1 y PRIN 2), en cada uno de ellos se seleccionaron las variables originales que presentaron los valores absolutos más altos, siendo así que en el componente principal 1 se escogió: Hemicelulosa, Proteína Cruda, Lignina, Cenizas insolubles en ácido detergente, rendimiento en materia verde y rendimiento en materia seca; en el componente principal 2 se escogió: Celulosa y Digestibilidad in vitro de la materia seca; estas variables aparecen con un asterisco en este cuadro.

Cuadro 15. Eigenvectores o vectores característicos correspondientes de la matriz 8 x 8 de correlación en el análisis de Componentes Principales. Guatemala, 1989.

VARIABLES ORIGINALES	COMP. PRIN 1	COMP. PRIN 2
Hemicelulosa	0.396320 *	-.213096
Celulosa	0.179925	0.523685 *
Lignina	-.395928 *	0.303760
Proteína cruda	-.391185 *	-.270950
Digestibilidad in vitro de la Mat. Seca	0.224759	-.519731 *
Cenizas Ins. de Det. ácido	0.370126 *	-.279422
Rendimiento en materia verde	0.413641 *	0.248040
Rendimiento en materia seca	0.377034 *	0.323944

La figura 1, presenta un plano R^2 (componente principal 2 vs. componente principal 1), producto del Análisis Multivariado por el método de Componentes Principales, en cuyos cuadrantes (I, II, III y IV) se distribuyen los diferentes tratamientos referidos al rendimiento en materia verde, rendimiento en materia seca, contenido de Hemicelulosa, Celulosa, Lignina, Proteína cruda y Digestibilidad in vitro de la materia seca; en este cuadro se aprecia que existen diferentes rangos en el eje de las ordenadas y abscisas, a los cuales se les dió una nomenclatura de: 0.0 a 0.5 = levemente alto, de 0.5 a 1.0 = medianamente alto, de 1.0 a 1.5 alto, de 1.5 a 2.0 muy alto; de 0.0 a -0.5 levemente bajo, de -0.5 a -1.0 medianamente bajo, de -1.0 a -1.5 bajo; de -1.5 a -2.0 muy bajo y viceversa, dependiendo del signo de la correlación, ya que es inversamente proporcional al componente principal 1 y 2.

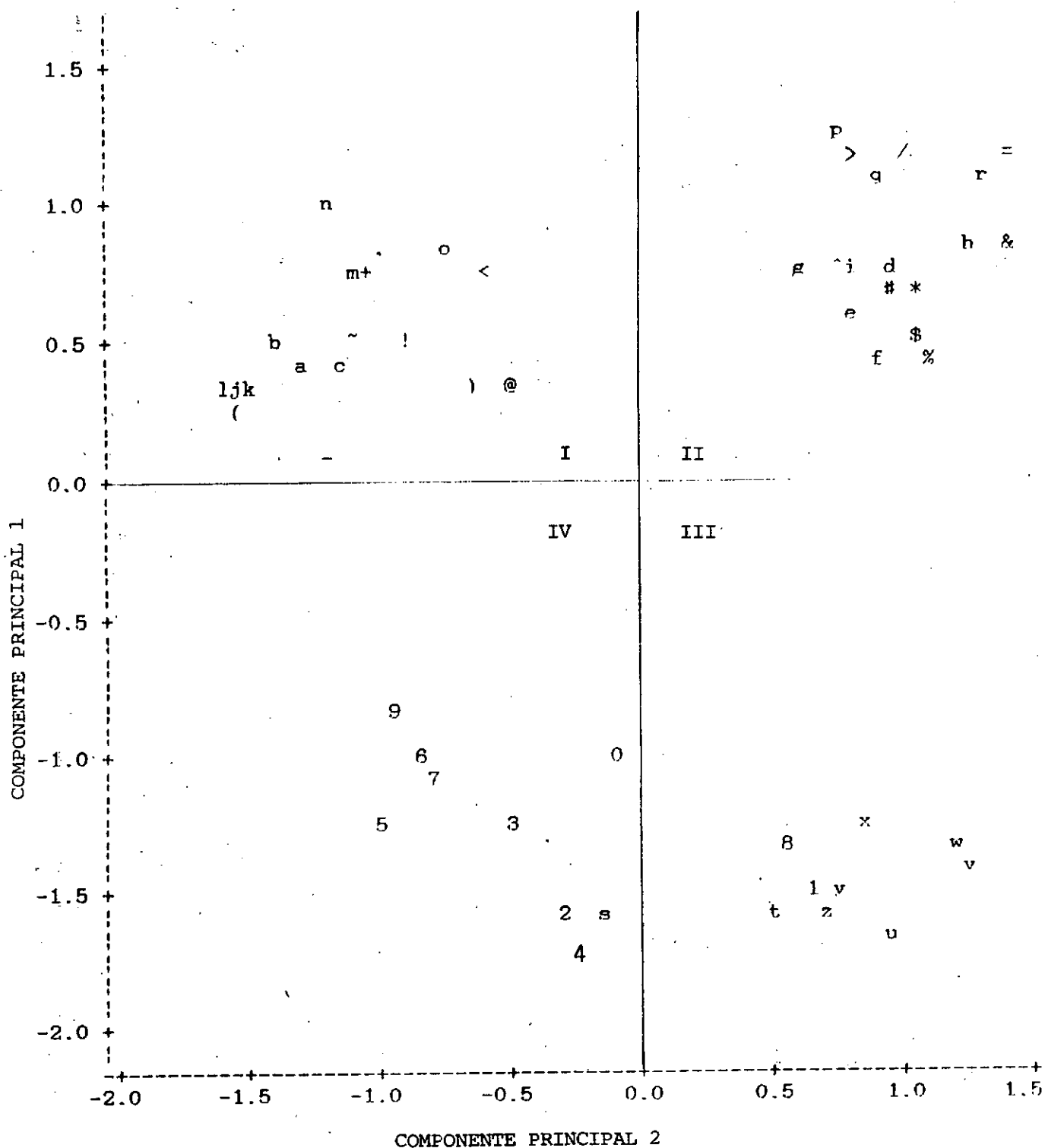


Figura 1. Efecto de los distanciamientos de siembra y frecuencias de corte, en las distintas variables indicadoras de la calidad nutritiva y del rendimiento de Napier, Kudzú y biomasa de su asociación, referidas en los componentes principales 1 y 2. Guatemala, 1989.

El eje de las ordenadas se encuentra el componente principal 1, con el cual se conjugan los valores de: Rendimiento en materia verde, rendimiento en materia seca y hemicelulosa con un valor positivo, asimismo, proteína y Lignina con un valor negativo (ver cuadro 15); luego en el eje de las abscisas se encuentra el componente principal 2, con el cual se conjugan los valores de Celulosa con un valor positivo y digestibilidad in vitro con un valor negativo. (Ver cuadro 15); la diferencia en los signos nos indica que a medida que aumentan los valores positivos, disminuyen los valores negativos y viceversa.

CARACTERIZACION DE LOS GRUPOS REFERIDOS A CADA CUADRANTE

Cuadrante I:

Este grupo está compuesto por los tratamientos simbolizados por: n, o, m, +, <, b, ~, c, !, a, @,), l, j, k, (, -, '. El cual presenta las siguientes características: rendimiento en materia verde, rendimiento en materia seca, hemicelulosa y cenizas insolubles en ácido detergente: de medianamente alto a levemente bajo; con un contenido de proteína cruda y Lignina de medianamente bajo a levemente bajo; con un contenido de Celulosa de muy bajo a medianamente bajo; con una digestibilidad in vitro de la materia seca de muy alta a medianamente alta (ver cuadro 11 y figura 1).

Al plotear ambos componentes principales obtenemos que este grupo presenta el mayor contenido de hemicelulosa, cenizas insolubles en detergente ácido; con la mayor digestibilidad in vitro de la materia seca, así como el menor contenido de Lignina.

Cuadrante II:

Este grupo está compuesto por: p, >, /, q, r, =, d, &, #, g, ^, i, e, *, \$, f, %, h. El cual presenta las siguientes características: rendimiento en materia verde, rendimiento en materia seca, contenido de hemicelulosa y cenizas insolubles en detergente ácido: de alto a levemente alto; con un contenido de proteína cruda y Lignina de bajo a levemente bajo; con un conteni-

do de celulosa de alto a medianamente alto y una digestibilidad in vitro de baja a medianamente baja, (Ver cuadro 11 y figura 1).

Al plotear ambos componentes principales obtenemos que este grupo presenta los mayores rendimientos en materia verde y materia seca, con el mayor contenido de Celulosa y el menor contenido de Proteína; así como una baja digestibilidad in vitro de la materia seca.

Cuadrante III:

Este grupo está compuesto por: 8, t, y, l, z, x, w, v, u. El cual presenta las siguientes características: rendimiento en materia verde, rendimiento en materia seca, contenido de hemicelulosa y cenizas insolubles en detergente ácido: de bajo a muy bajo; con un contenido de proteína cruda y lignina de alto a muy alto; con un contenido de celulosa de alto a medianamente alto; con una digestibilidad in vitro de la materia seca de baja a medianamente baja (ver cuadro 11 y figura 1).

Al plotear ambos componentes principales obtenemos que este grupo presenta el mayor contenido de Lignina y la menor digestibilidad in vitro de la materia seca, menor contenido de hemicelulosa y cenizas insolubles en ácido detergente.

Cuadrante IV:

Este grupo está compuesto por: 9, 6, 7, 5, 3, 2, 4, 0, s. Presentando las siguientes características: rendimiento en materia verde, rendimiento en materia seca, contenido de hemicelulosa, cenizas insolubles en detergente ácido: de medianamente bajo a muy bajo; con un contenido de proteína cruda y Lignina de alto a levemente alto; con un contenido de celulosa de medianamente bajo a levemente bajo; con una digestibilidad in vitro de la materia seca de alta a levemente alta (ver cuadro 11 y figura 1).

Al plotear ambos componentes principales obtenemos que este grupo presenta el mayor contenido de proteína, el menor contenido de celulosa y los

menores rendimientos en materia verde y materia seca.

Es importante resaltar que en los grupos I y II, se presentan los valores de Napier y de la biomasa de Napier más Kudzú; mientras que en los grupos III y IV son ploteados los valores de Kudzú.

En Napier fué el tratamiento P = Dist. 1.0 m, Frec. 10 semanas, segundo corte el que presentó el mayor rendimiento en materia verde y materia seca, lo cual confirma que con períodos más prolongados de recuperación la producción tiende a aumentar; luego a Dist. 1 m, Frec. 6 semanas, primer corte, presentó la mayor digestibilidad in vitro de la materia seca y el mayor contenido de proteína, lo cual explica que con períodos más cortos de recuperación (6 semanas entre cortes) el pasto presenta un mejor valor alimenticio.

En Kudzú fué el tratamiento 1 = Dist. 2 m, Frec. 10 semanas primer corte, el que presentó el mayor rendimiento en materia verde y 0 = Dist. 2 m, Frec. 10 semanas segundo corte fué el que presentó el mayor rendimiento en materia seca, lo cual explica que con un espaciamiento mayor y un período más prolongado de recuperación el Kudzú aumentó su rendimiento, debido a que tuvo menor competencia con el Napier y logró acumular más reservas con un período más prolongado de recuperación; luego el tratamiento 5 = Dist. 1 m, Frec. 8 semanas, presentó un menor contenido de Lignina y una digestibilidad alta en relación a los demás tratamientos de Kudzú, lo que indica que el Kudzú a las ocho semanas entre cortes presenta buenas características alimenticias. El tratamiento 5 = Dist. 1 m, Frec. 6 semanas, presentó el mayor contenido de proteína, lo que comprueba que con un período más corto de recuperación (6 semanas entre cortes), el Kudzú presentó un buen contenido alimenticio.

El asocio está representado por la biomasa total de Napier más Kudzú, de la cual se puede decir que: = = Dist. 1 m, Frec. 10 semanas, segundo corte, presentó el mayor rendimiento en materia verde; = Dist. 2 m, Frec. 10 semanas, presentó el mayor rendimiento en materia seca, lo cual explica

que con períodos más prolongados de recuperación se logra un mayor rendimiento por corte; luego ~ = Dist. 1 m, Frec. 6 semanas, primer corte, presenta la más alta digestibilidad in vitro de la materia seca, lo que indica que un período menor de recuperación (6 semanas entre cortes), la biomasa total presenta una mayor digestibilidad; el tratamiento - = Dist. 2 m, Frec. 6 semanas, presenta el más alto contenido de proteína, lo cual explica que a un mayor distanciamiento de siembra entre surcos incrementa la proporción del Kudzú en la biomasa total, consecuentemente se incrementa el contenido de proteína cruda, aunado a ello la menor edad del forraje que también influye en el incremento del contenido de proteína cruda; más sin embargo, este incremento no es considerable, ya que el aporte de Kudzú a la biomasa total es mínimo; registrándose valores abajo de lo esperado, de acuerdo a los resultados obtenidos en investigaciones anteriores (46). + = Dist. 1 m, Frec. 8 semanas, presenta el menor contenido de Lignina, lo cual indica que la frecuencia de ocho semanas entre cortes presenta un material bajo en Lignina y por lo tanto una buena digestibilidad.

En la biomasa de Napier más Kudzú, a medida que aumenta el rendimiento con períodos más largos de recuperación decrece la calidad nutritiva, básicamente lo que es la proteína cruda y la digestibilidad in vitro de la materia seca; por lo tanto la selección del mejor tratamiento está en función de establecer un equilibrio entre éstos ó bien en función del manejo que se le dé al forraje; de acuerdo con lo anterior, se puede decir que como los distanciamientos de siembra no afectan el rendimiento de la biomasa total y las frecuencias de corte afectan el rendimiento y la calidad nutritiva de la biomasa total; son dichas frecuencias las que determinarán en último caso el mejor tratamiento. Las frecuencias con diez semanas entre cortes presentaron los mayores rendimientos, pero con la menor calidad nutritiva del forraje; así como la frecuencia de seis semanas entre cortes fué la que presentó mejor calidad nutritiva, pero con los menores rendimientos por corte.

En el cuadro 16, se aprecia el rendimiento y composición nutricional de la biomasa total en función de ambos cortes; del cual se puede decir que

Dist. 1 m, Frec. 10 semanas, es el tratamiento que presenta el mayor rendimiento en materia verde y Dist. 1.5 m, Frec. 10 semanas, es el que presenta el mayor rendimiento en materia seca, ambos tratamientos pertenecen a la frecuencia de diez semanas entre cortes; luego el tratamiento de Dist. 1 m, Frec. 6 semanas, presenta el menor contenido de Lignina, la mayor digestibilidad y el mayor contenido de proteína cruda.

En cuanto a los tratamientos que establecen un equilibrio entre rendimiento y calidad nutritiva, están los correspondientes a la frecuencia de 8 semanas entre cortes, presentando éstos buenas características, en cuanto a rendimiento y calidad nutritiva.

En el cuadro 17, se presenta el crecimiento de Napier, expresado en cm, para los diferentes tratamientos, en el primer y segundo corte, del cual se determinaron las curvas de crecimiento por medio de modelos de regresión, seleccionándose los más consistentes (3)', además en este cuadro puede apreciarse que el crecimiento en el segundo corte fué siempre menor, a causa de que las plantas de Napier no lograron acumular suficientes fotosintatos, como en el primer corte, debido al período de establecimiento que antecedió al primer corte fué más largo, por lo que el crecimiento inicial fué más acelerado en éste que el segundo, haciéndose más notorio en las frecuencias de 6 y 8 - semanas entre cortes, debido a que con períodos menores de recuperación existe una menor oportunidad de acumular fotosintatos.

El cuadro 18, presenta la tasa de crecimiento en cm/día, para los diferentes tratamientos, en el primero y segundo corte de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica); en el que se puede apreciar que para el primer corte a los 56 días se obtuvo la mayor tasa de crecimiento, luego el crecimiento empezó a decrecer; en el segundo corte a los 42 días se registraron las mayores tasas de crecimiento, decreciendo éstas a los 70 días después del corte. Este cuadro fué base para la determinación de las curvas referentes a las tasas de crecimiento.

Cuadro 16. Valores medios de los análisis para fraccionamiento celular, proteína cruda, digestibilidad in vitro de la materia seca, rendimiento en materia verde y materia seca, de la biomasa total en ambos cortes.

TRATAMIENTOS	FND	FAD	HC	C	LIG	CEINAD	PC	DIV-MS	RMV	RMS
Dist. 1 m, Frec. 6 Sem.	69.88	46.56	23.32	34.24	7.26	4.48	9.75	70.11	35.01	6.12
Dist. 1.5 m, Frec. 6 Sem.	71.06	47.20	23.87	35.48	9.12	4.85	9.30	64.60	41.93	6.64
Dist. 2 m, Frec. 6 Sem.	70.36	40.08	24.28	33.90	8.44	3.76	9.55	63.76	37.94	7.26
Dist. 1 m, Frec. 8 Sem.	76.16	48.08	28.08	36.66	7.78	3.64	8.44	60.64	65.91	12.07
Dist. 1.5 m, Frec. 8 Sem.	76.22	48.59	27.62	36.56	8.42	3.62	7.60	60.49	61.90	11.74
Dist. 2 m, Frec. 8 Sem.	75.54	49.54	26.00	37.11	9.29	3.34	7.64	59.52	54.82	13.36
Dist. 1 m, Frec. 10 Sem.	76.84	50.58	26.26	36.94	9.69	3.96	6.63	56.15	82.84	19.51
Dist. 1.5 m, Frec. 10 Sem.	76.61	52.90	23.66	36.08	10.18	4.01	5.34	54.86	82.12	21.12
Dist. 2 m, Frec. 10 Sem.	77.14	53.56	23.58	37.96	11.61	4.00	5.80	53.73	79.56	20.86

FND = Fibra neutro detergente
 FAD = Fibra ácido detergente
 HC = Hemicelulosa
 C = Calulosa
 LIG = Lignina

CEINAD = Cenizas insolubles en ácido detergente
 PC = Proteína cruda
 DIV-MS = Digestibilidad in vitro de la materia seca
 RMV = Rendimiento en materia verde
 RMS = Rendimiento en materia seca

Cuadro 17. Crecimiento de Napier (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Costa Rica) para los diferentes tratamientos, el primer y segundo corte (cm). Guatemala, 1989.

TRATAM.	DIAS		PRIMER CORTE					SEGUNDO CORTE				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70		
$d_1 f_1$	13.50	41.02	83.12			10.22	23.60	50.50				
$d_1 f_2$	13.62	41.08	84.92	158.80		8.20	16.98	46.70	112.50			
$d_1 f_3$	13.80	42.22	79.88	156.28	185.30	12.62	40.25	11.42	160.38	204.58		
$d_2 f_1$	12.42	36.08	84.08			9.60	26.20	56.42				
$d_2 f_2$	13.00	37.82	86.10	164.82		7.42	13.68	41.65	107.32			
$d_2 f_3$	12.52	36.28	81.00	158.98	196.00	10.15	33.70	100.92	151.65	197.35		
$d_3 f_1$	12.85	40.62	83.50			9.92	28.88	62.60				
$d_3 f_2$	13.70	41.18	84.58	159.15		8.42	19.25	57.75	114.72			
$d_3 f_3$	14.05	42.92	88.32	166.35	198.55	16.42	47.52	117.60	163.95	200.68		

d_1 = 1 m entre surcos; d_2 = 1.5 m entre surcos; d_3 = 2 m entre surcos

f_1 = Frec. 6 semanas entre cortes; f_2 = Frec. 8 semanas entre cortes; f_3 = Frec. 10 semanas entre cortes

Las figuras 2, 3 y 4, muestran las curvas de crecimiento del pasto Napier cv. Costa Rica, en su primer y segundo corte a distanciamientos de 1.0, 1.5 y 2.0 m, respectivamente y a una frecuencia de corte de 6 semanas. Inicialmente la frecuencia define la tendencia de las curvas, y los distanciamientos, las pequeñas diferencias entre las mismas. En general se puede observar que existió un mayor y más pronunciado crecimiento en el primer corte que en el segundo, creciendo en aquel a razón de 0.89 a 0.96 cm/día en la primera quincena (ver cuadro 18 y figuras 5, 6, 7), luego de 1.69 a 1.98 cm/día en la segunda y en la tercera quincena casi duplicándose a razón de 3.01 a 3.43 cm/día, mientras que en el segundo corte dicho pasto lo hizo a razón de 0.69 a 0.73 cm/día en la primera quincena; de 0.96 a 1.35 cm/día en la segunda, siendo más acelerado en la tercera quincena al crecer a razón de 1.92 a 2.41 cm/día. Estas diferencias en el comportamiento del Napier entre el primer y segundo corte, se debieron básicamente a que las plantas se les dejó acumular carbohidratos durante un período prudencial (período de establecimiento igual a 84 días) a tal punto que al realizar el primer corte los brotes se desarrollaron vigorosamente, fenómeno que se vió menguado en los brotes del segundo corte al no tener suficiente tiempo (42 días) para almacenar nutrientes.

Por otro lado las variables climáticas fueron más benignas durante el primer período, en cuanto al régimen de lluvias, a mayor temperatura y mayor fotoperíodo que durante el segundo período de crecimiento, básicamente.

Cuadro 18. Tasa de crecimiento en cm/día, para los diferentes tratamientos y períodos de tiempo, en el cultivo de Napier (Pennisetum purpureum cv. Costa Rica). Guatemala, 1989.

DIAS TRATAM.	PRIMER CORTE					SEGUNDO CORTE				
	14	28	42	56	70	14	28	42	56	70
$d_1 f_1$	0.96	1.97	3.01			0.73	0.96	1.92		
$d_1 f_2$	0.97	1.96	3.13	5.28		0.59	0.63	2.12	4.70	
$d_1 f_3$	0.99	2.03	2.69	5.46	2.07	0.90	1.97	5.08	3.50	3.16
$d_2 f_1$	0.89	1.69	3.43			0.69	1.19	2.16		
$d_2 f_2$	0.93	1.77	3.45	5.62		0.53	0.45	2.00	4.69	
$d_2 f_3$	0.89	1.70	3.19	5.57	2.64	0.72	1.68	4.80	3.62	3.26
$d_3 f_1$	0.92	1.98	3.06			0.71	1.35	2.41		
$d_3 f_2$	0.98	1.96	3.10	5.33		0.60	0.77	2.75	4.07	
$d_3 f_3$	1.00	2.06	3.24	5.57	2.30	1.17	2.22	5.01	3.31	2.62

d_1 = 1 m entre surcos; d_2 = 1.5 m entre surcos; d_3 = 2 m entre surcos

f_1 = Frec. 6 semanas entre cortes; f_2 = Frec. 8 semanas entre cortes; f_3 = 10 semanas entre cortes.

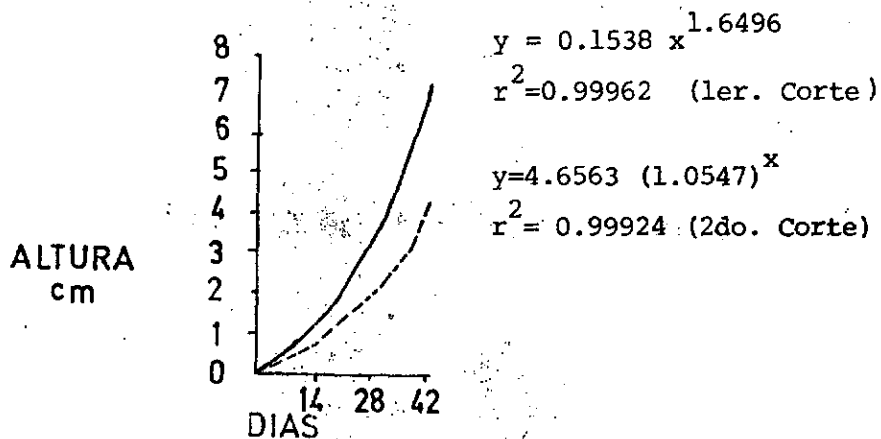


Figura 2. Curva de crecimiento del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), en su primer y segundo corte para el distancia-- miento de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes.

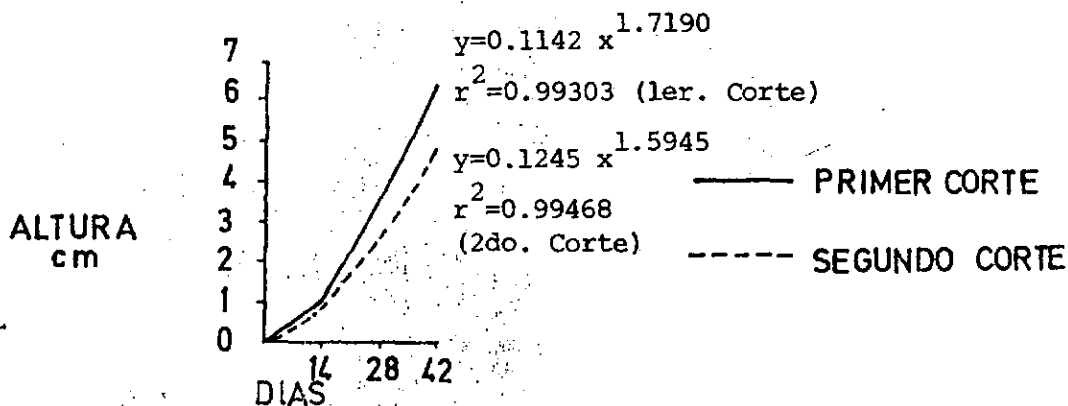


Figura 3. Curva de crecimiento del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), en su primer y segundo corte para el distancia-- miento de 1.5 m entre surcos y una frecuencia de corte de 6 sema-- nas.

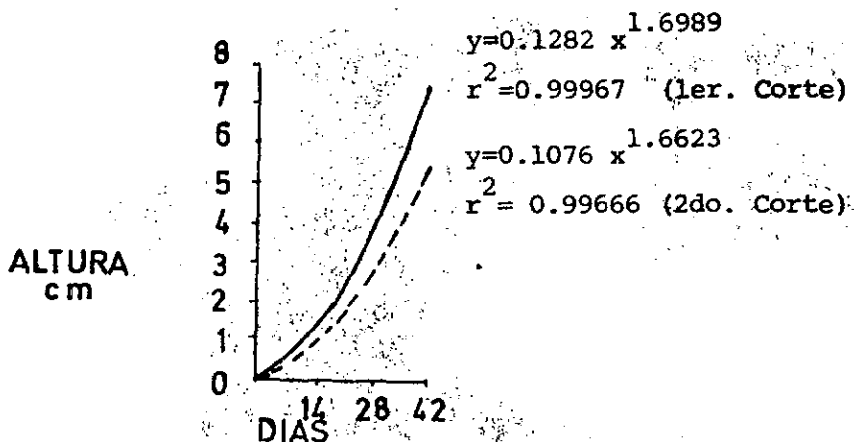


Figura 4. Curva de crecimiento del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), en su primer y segundo corte para el distancia-- miento de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de corte de 6 sema-- nas.

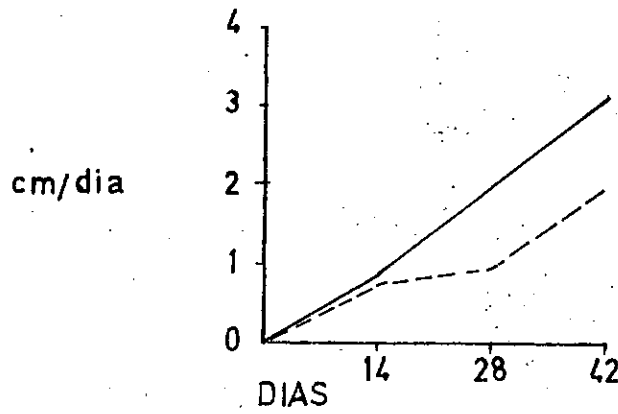


Figura 5. Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes.

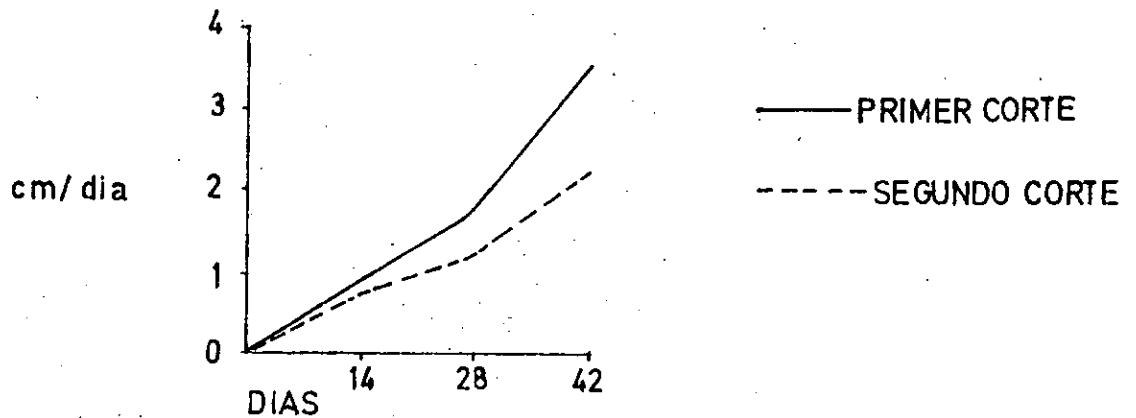


Figura 6. Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) con un distanciamiento de siembra de 1.5 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes.

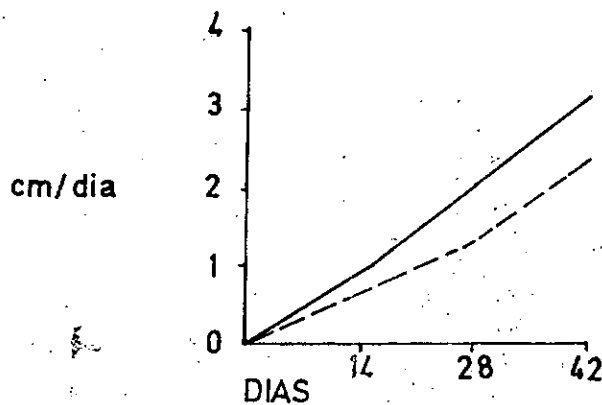


Figura 7. Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 2 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes.

Las figuras 8, 9 y 10, muestran las curvas de crecimiento del pasto Napier cv. Costa Rica, en su primer y segundo corte a distanciamientos de 1.0 y 1.5 y 2.0 m, respectivamente y a una frecuencia de 8 semanas. Inicialmente la frecuencia de corte define la tendencia de las curvas y los distanciamientos, las pequeñas diferencias entre las mismas; además se puede apreciar en estas figuras, durante el primer período de crecimiento (primer corte) la tendencia del crecimiento fué similar; ahora bien en el segundo corte los distanciamientos de 1.0 y 1.5 m y frecuencia de 8 semanas entre cortes (figuras 8 y 9) mostraron bastante similitud, con un crecimiento vago entre los 14 y los 28 días; más sin embargo en el distanciamiento de 2.0 m (figura 10), muestra un crecimiento uniforme.

En general, se puede observar que existió un mayor y más pronunciado crecimiento en el primer corte que en el segundo, creciendo en aquel a razón de 0.93 a 0.98 cm/día en la primera quincena (ver cuadro 18 y figuras 11, 12 y 13), luego de 1.77 a 1.96 cm/día en la segunda quincena, de 3.10 a 3.45 cm/día en la tercera y en la cuarta quincena casi duplicándose a razón de 5.28 a 5.62 cm/día; mientras que en el segundo corte dicho pasto lo hizo a razón de 0.53 a 0.60 cm/día en la primera quincena; de 0.45 a 0.77 cm/día en la segunda, de 2.00 a 2.75 en la tercera, siendo más acelerado en la cuarta quincena al crecer a razón de 4.07 a 4.70 cm/día. Estas diferencias en el comportamiento del Napier entre el primer y segundo corte, se debieron básicamente a que las plantas se les dejó acumular carbohidratos durante un período prudencial (período de establecimiento = 84 días) a tal punto que al realizar el primer corte los brotes se desarrollaron vigorosamente, fenómeno que se vió menguado en los brotes del segundo corte al no tener suficiente tiempo (56 días) para almacenar nutrientes.

Por otro lado, las variables climáticas fueron más benignas durante el primer período, en cuanto a mayores temperaturas y mayor fotoperíodo que durante el segundo período de crecimiento, básicamente.

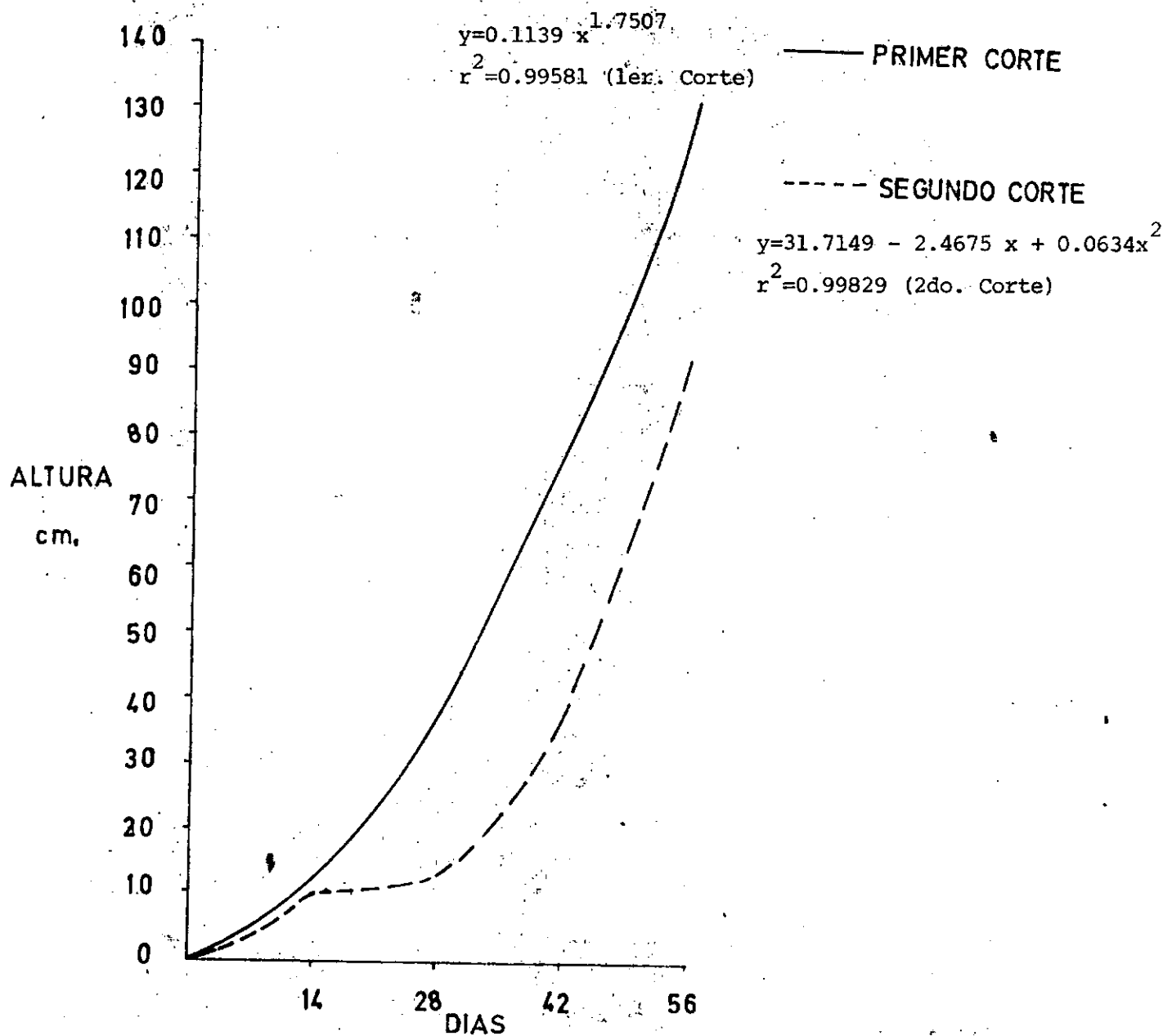


Figura 8. Curva de crecimiento del pasto Napier, en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 8 semanas entre cortes.

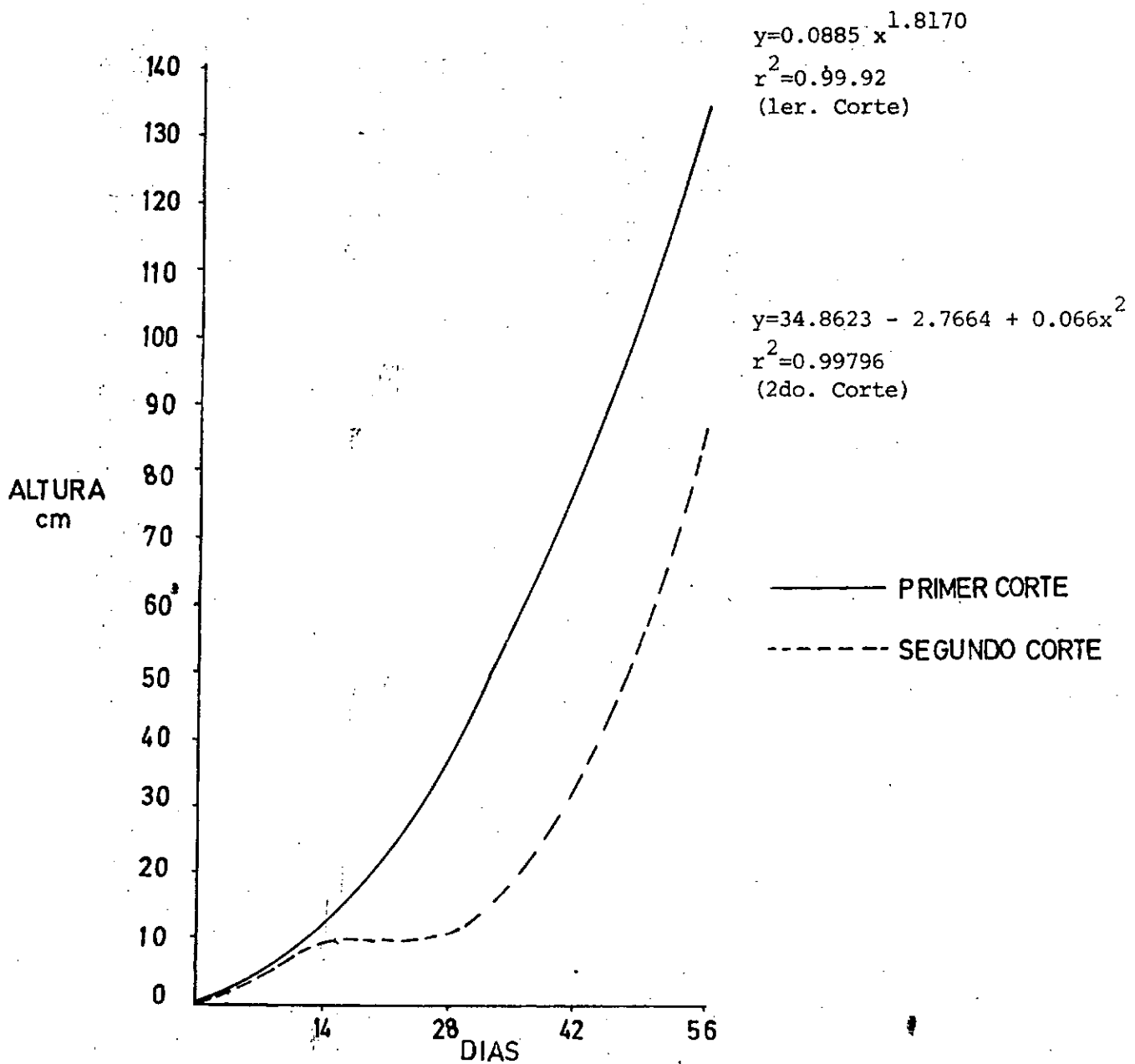


Figura 9. Curva de crecimiento del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum. cv. Costa Rica), en su primer y segundo corte para distanciamientos de 1.5 m entre surcos, con una frecuencia de 8 semanas entre cortes.

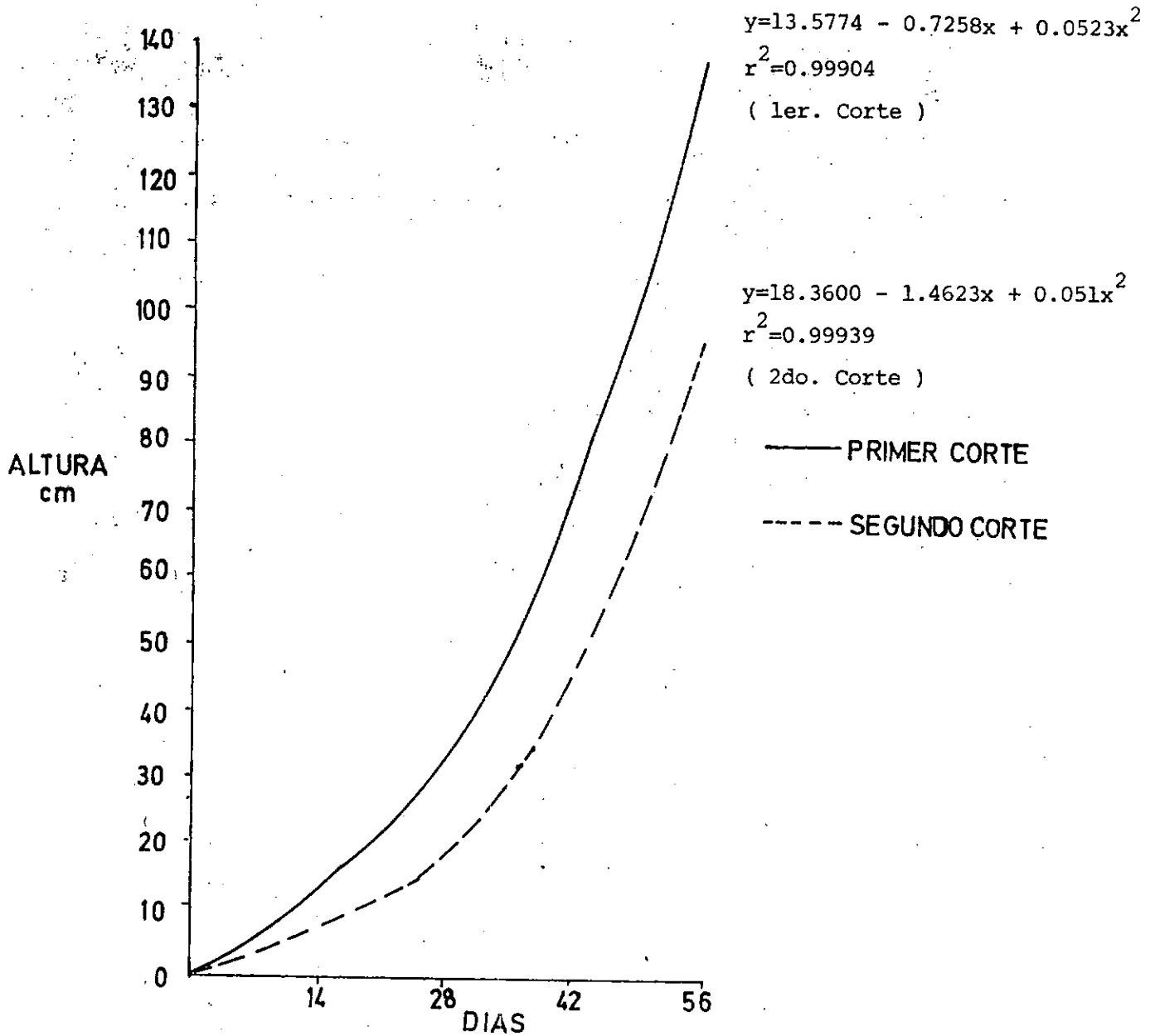


Figura 10. Curva de crecimiento del pasto Napier, en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 2.0 entre surcos y una frecuencia de 8 semanas entre cortes.

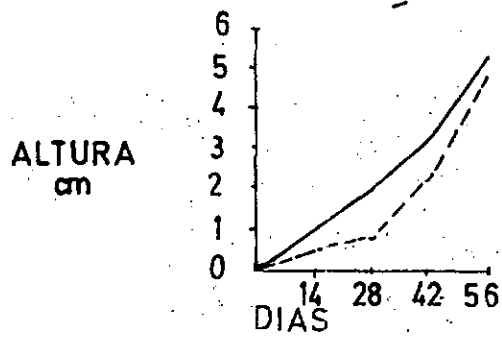


Figura 11. Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 1 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes.

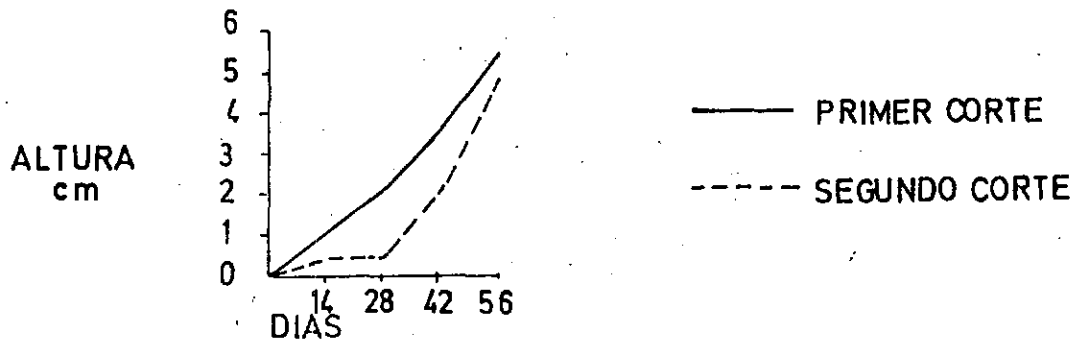


Figura 12. Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con frecuencia de 8 semanas entre cortes y un distanciamiento de 1.50 m entre surcos.

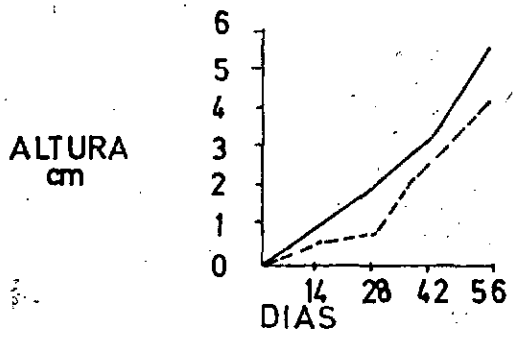


Figura 13. Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 2 m entre surcos y una frecuencia de 8 semanas entre cortes.

Las figuras 14, 15 y 16 muestran las curvas de crecimiento del pasto Napier cv Costa Rica, en su primer y segundo corte a distanciamiento de 1.0, - 1.5 y 2.0 m respectivamente y a una frecuencia de 10 semanas. Inicialmente la frecuencia corte define la tendencia de las curvas y los distanciamientos las pequeñas diferencias entre las mismas. Como se puede apreciar los distanciamientos de 1.0 y 1.5 m con la misma frecuencia, mostraron una tendencia bastante similar; durante el segundo período de crecimiento, inicialmente presentó un crecimiento menor que el primer período de crecimiento, más sin embargo el crecimiento de éste entre los 14 y 28 días fué más acelerado, logrando sobrepasar al primer período de crecimiento. En la figura 16 se logra apreciar que la tendencia entre el primer y segundo período de crecimiento fué bastante similar, siendo levemente mayor durante el segundo período que durante el primero.

En general, se puede observar que existió un crecimiento bastante similar entre el primer y segundo período de crecimiento; creciendo durante el primer corte a razón de 0.89 a 1.00 cm/día en la primera quincena (ver cuadro 18 y figuras 17, 18 y 19), luego de 1.70 a 2.06 cm/día en la segunda quincena, de 2.69 a 3.24 cm/día en la tercera quincena, luego en la cuarta quincena registró su mayor tasa de crecimiento, haciéndolo a razón de 5.46 a 5.57 cm/día en la quinta quincena el crecimiento fué menor a razón de 2.07 a 2.64 cm/día; mientras que en el segundo corte dicho pasto lo hizo a razón de 0.72 a 1.17 cm/día en la primera quincena, de 1.68 a 2.22 cm/día en la segunda quincena, luego en la tercera se registró su mayor tasa de crecimiento, haciéndolo a razón de 4.80 a 5.08 cm/día, en la cuarta quincena el crecimiento se vió menguado con un crecimiento de 3.31 a 3.62 cm/día y en la quinta quincena lo hizo a razón de 2.62 a 3.26 cm/día. A estas diferencias leves las que se podrían expresar como una tendencia bastante similar en el crecimiento de Napier, entre el primer y segundo corte, se debieron básicamente a que las plantas se les dejó acumular carbohidratos durante un período prudencial (período de establecimiento = 84 días) no teniendo éste mucha diferencia en tiempo con la frecuencia de 10 semanas (=70 días).

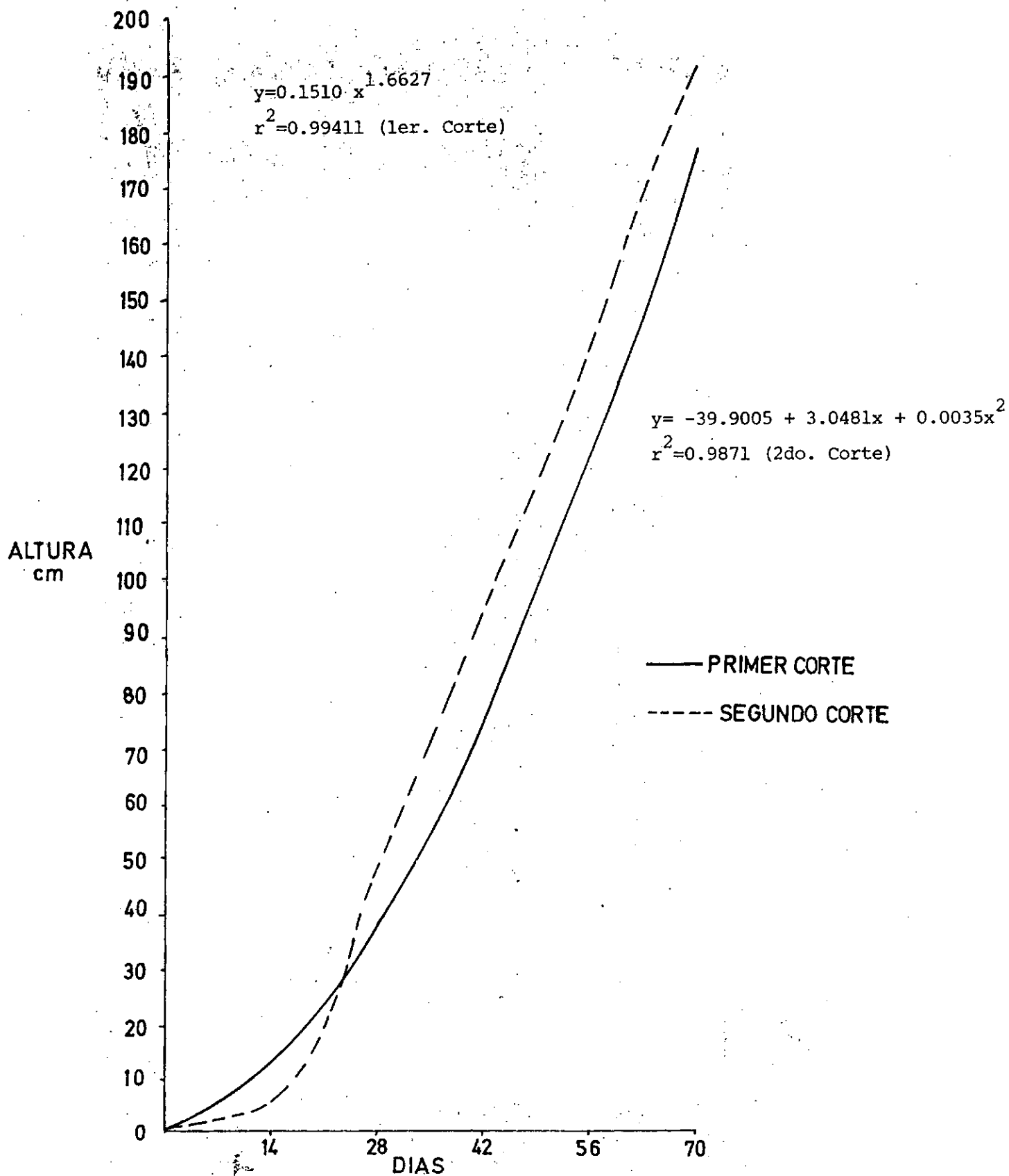


Figura 14. Curva de crecimiento de Napier, en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes.

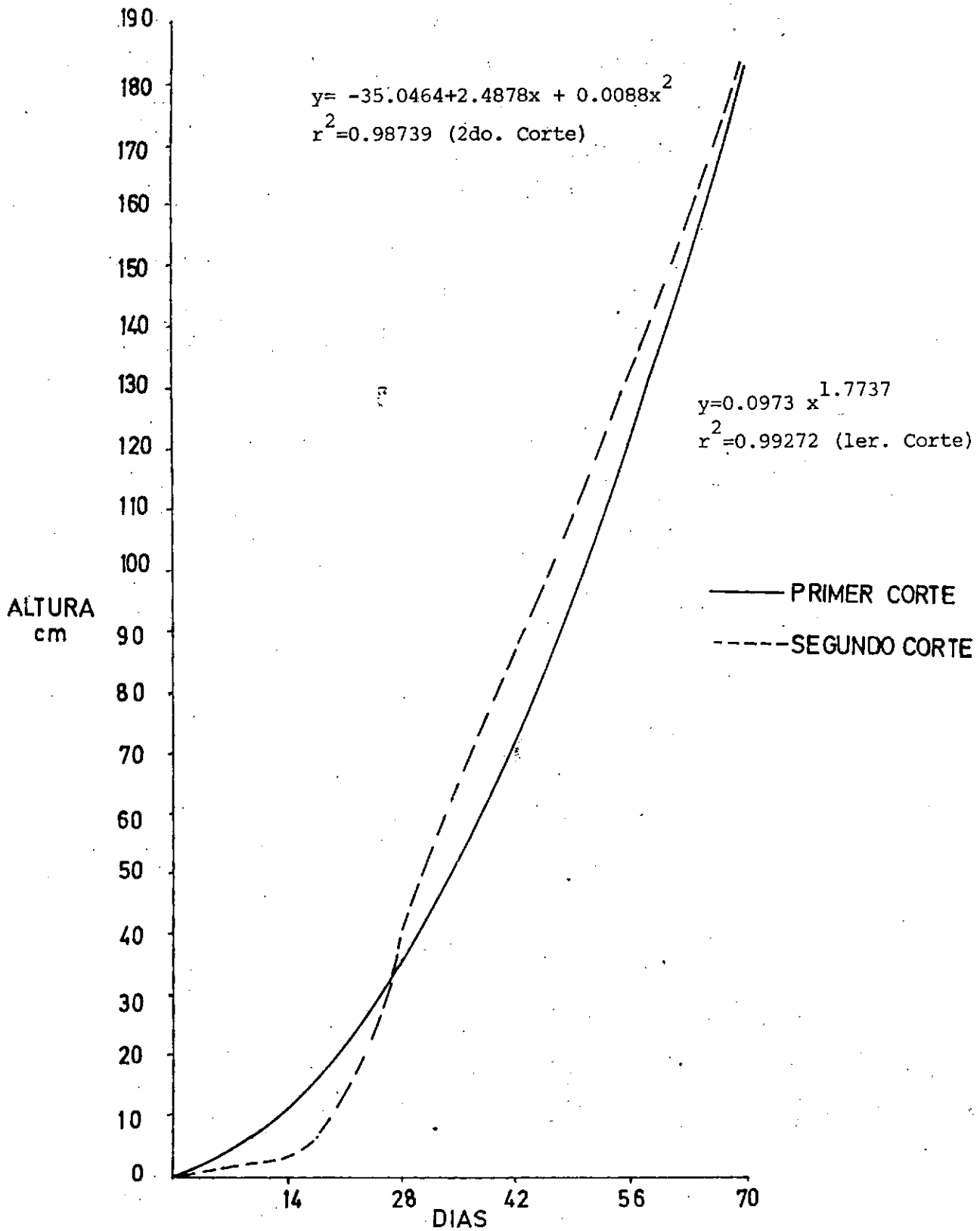


Figura 15. Curva de crecimiento del pasto Napier, en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 1.5 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas.

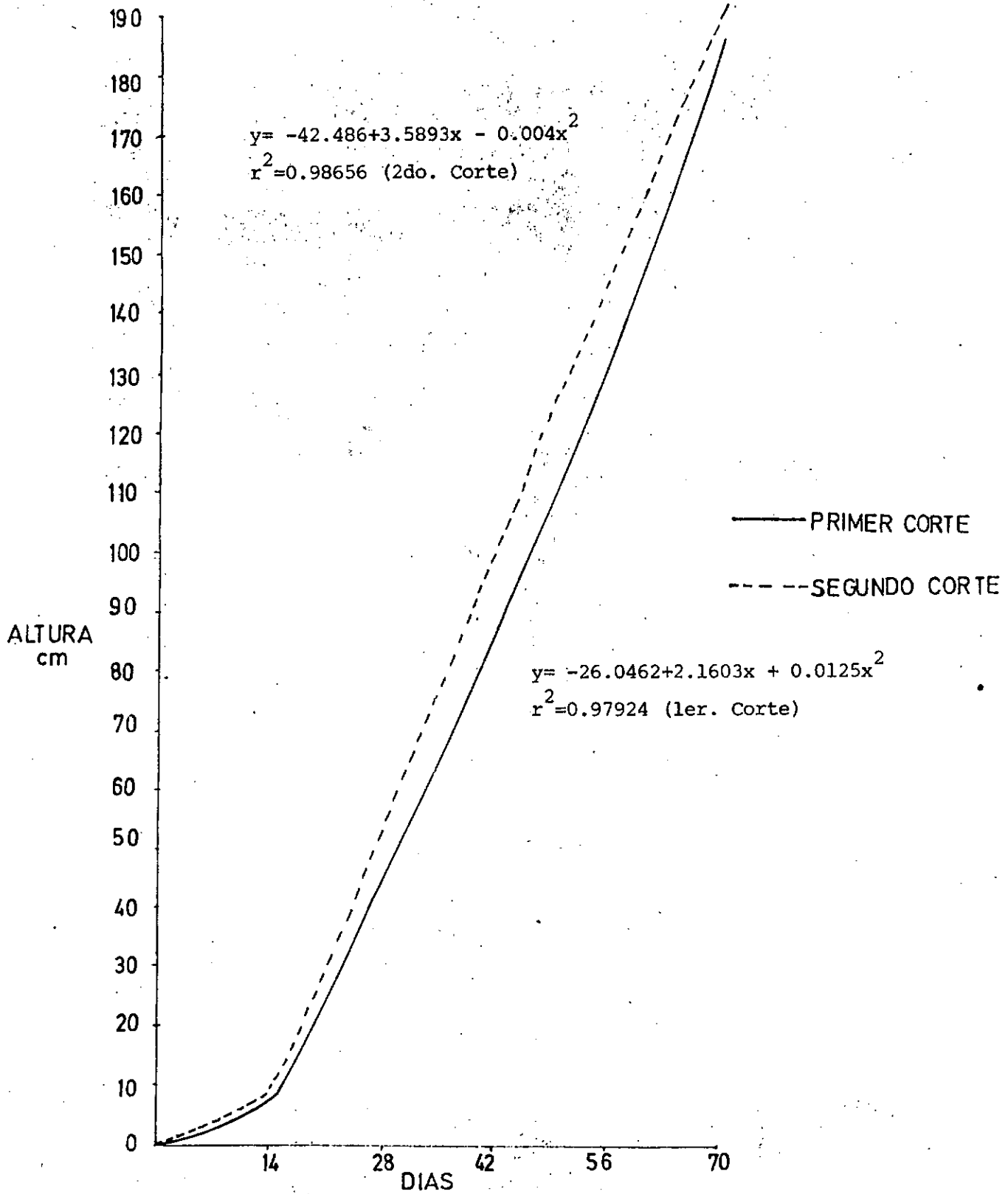


Figura 16. Curva de crecimiento del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), en su primer y segundo corte para el distanciamiento de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes.

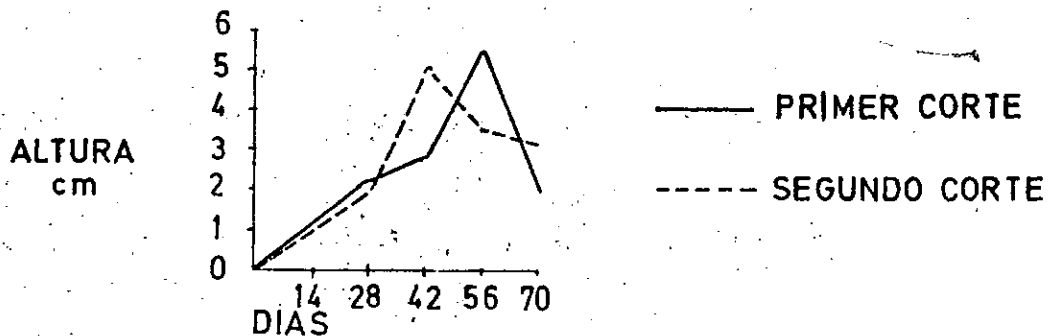


Figura 17. Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 1.0 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes.

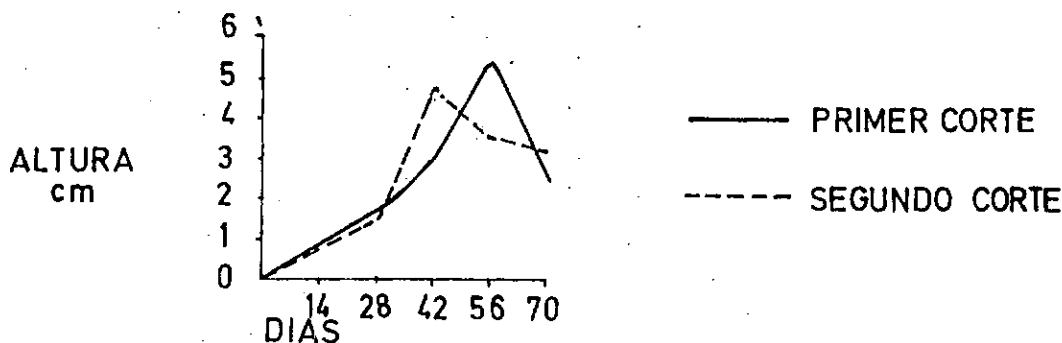


Figura 18. Curva de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 1.5 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes.

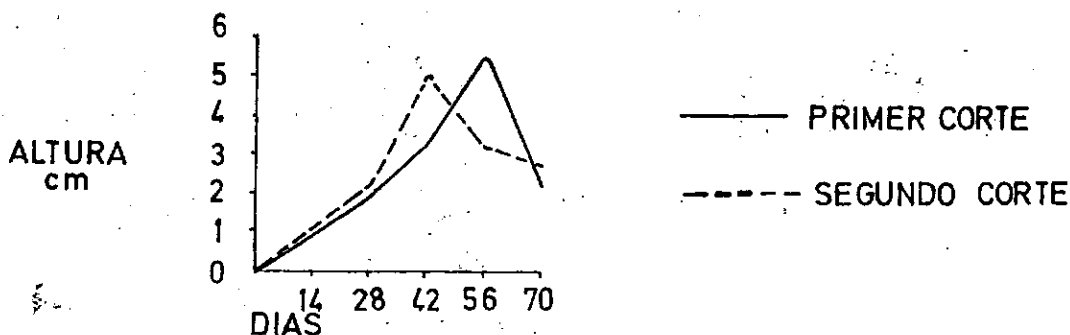


Figura 19. Curvas de la tasa de crecimiento en cm/día de Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica), con un distanciamiento de siembra de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de 10 semanas entre cortes.

VIII. CONCLUSIONES

1. Las frecuencias de corte afectaron significativamente la producción y calidad nutritiva de la materia seca, del asocio: Napier (Pennisetum purpureum Schum cv. Costa Rica) - Kudzú tropical (Pueraria phaseoloides Roxb), por lo que se acepta la primera hipótesis planteada.
2. Los distanciamientos de siembra y la interacción de éstos con las frecuencias de corte, no afectaron significativamente la producción y calidad nutritiva de la materia seca del asocio Napier Costa Rica - Kudzú tropical, por lo que se rechazan la segunda y tercera hipótesis formulada.
3. La frecuencia de 10 semanas entre cortes presentó el mayor rendimiento del asocio Napier Costa Rica - Kudzú tropical, luego la frecuencia de 8 semanas y seguidamente la frecuencia de 6 semanas entre cortes.
4. Con períodos más prolongados de recuperación (frecuencia de 10 semanas entre cortes) aumenta la producción del asocio Napier Costa Rica - Kudzú tropical, aumentando su contenido de Lignina, disminuyendo su digestibilidad y su contenido de proteína cruda, por lo tanto disminuye la calidad nutritiva; mientras que la frecuencia de 6 semanas entre cortes presentó la mejor calidad nutritiva y los menores rendimientos.
5. La frecuencia de 8 semanas entre cortes establece un equilibrio entre rendimiento y calidad nutritiva de la biomasa del asocio Napier Costa Rica - Kudzú tropical.
6. El distanciamiento de 2.0 m entre surcos incrementa la proporción de Kudzú tropical en la biomasa total.
7. A un mayor período de recuperación, existe una mayor acumulación de reservas alimenticias, lo que provoca un crecimiento inicial más pronunciado.

IX. RECOMENDACIONES

1. Si se desea establecer un equilibrio entre rendimiento y calidad nutritiva del forraje, se recomienda un distanciamiento de 2.0 m entre surcos con una frecuencia de 8 semanas entre cortes; presentando este tratamiento buenas características, en cuanto a rendimiento y calidad nutritiva.
2. Si se desean mayores rendimientos por corte, se recomienda un distanciamiento de 2.0 m entre surcos con una frecuencia de 10 semanas entre cortes.
3. Si se desea mayor calidad nutritiva del forraje, se recomienda un distanciamiento de 2.0 m entre surcos y una frecuencia de 6 semanas entre cortes.
4. Se recomienda usar el distanciamiento en base a conveniencias en el manejo del asocio, en base a ello se recomienda el distanciamiento de 2.0 m entre surcos de Napier, encontrándose intercalado el Kudzú; ya que éste facilita el manejo e incrementa la proporción de Kudzú tropical en la biomasa total, por otro lado el distanciamiento de 1.0 m entre surcos dificulta las labores de campo y disminuye la persistencia del Kudzú.

X. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, J.I. 1946. Forrajes y plantas forrajeras. México, D.F., Bartolomé Truco. 374 p.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (EE.UU.). 1984. Official methods of analysis. 40 ed. Virginia, EE.UU. 1141 p.
3. BEHAR, G.R. 1986. Algunos aspectos del modelo de regresión. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo. 16 p.
4. BRESANI, R. 1959. Composición química de pastos. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. s.p.
5. BURDEN, R.L.; FAIRES, J.D. 1985. Análisis numérico. Trad. por Simón Mochon C. 3 ed. México, Editorial Iberoamericana. p. 488-512.
6. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (Col.). 1973. Estudios de introducción de pastos en Cuba; leguminosas las más productivas. Turrialba, Costa Rica. 80 p.
7. _____. 1982. Informe. Cali, Colombia, CIAT. 128 p. (Serie CIAT 02S(2)82).
8. CHANDLER, J.V. et al. 1967. El manejo intensivo de forrajes tropicales en Puerto Rico. Río Piedras, Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agrícola. Boletín no. 202. 169 p.
9. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. EE.UU., Columbia University Press. 1262 p.
10. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
11. DELORIT, R.J.; AHLGREN, H.L. 1983. Producción agrícola. Trad. Anonio Marino Ambrosio. México, D.F., Continental. 783 p.
12. ESTRADA MUY, M.R. 1985. Respuesta del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum) a tres sistemas de siembra y tres fuentes de nitrógeno, en la unidad de riego Oaxaca, Gualán, Zacapa. Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 29 p.
13. FLORES MENENDEZ, J.A. 1986. Manual de alimentación animal. México, - Limusa. 1095 p.

14. FRANCO CORDON, F. 1978. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de materia seca y proteína del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum) en el trópico seco de Guatemala. Tesis Lic. - en Zootecnia. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 28 p.
15. GEUS, J.G. DE. 1979. Posibilidades de producción de pastos en los trópicos y subtrópicos. Surich, Centre D'etude de L'azote. 60 p.
16. GRANT, R.J. 1973. Digestibility of Napier grass by Philippine cattle and composition of Philippine feedstuffs. Tesis Ph.D. Ithaca, N.Y., Cornell University. 130 p.

Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Col.) 7(2) :89-90. 1985.
17. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala. v. 2, p. 35-36.
18. _____ . DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. 1982. Algunas especies forrajeras tropicales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 40 p.
19. _____ . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registros de la estación meteorológica de Fegua, Puerto San José y Santa María, Masagua, Escuintla, de - 1987.

Sin publicar.
20. _____ . INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1988. Recomendaciones técnicas agropecuarias para la costa sur de Guatemala. - Guatemala. 29 p.
21. HAVARD-DUCLOS, B. 1978. Las plantas forrajeras tropicales; técnicas agrícolas y producciones tropicales. Trad. por Vicente Ripoll. Barcelona, España, Blume. 380 p.
22. HENAO A., J.A. 1974. Digestibilidad aparente del pasto elefante (Pennisetum purpureum Schum H-534). Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas. 84 p.

Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Col.) 5(3) :104. 1982.
23. HUBBELL, D.H. 1978. El potencial de las simbiosis asociativas entre bacterias fijadoras de nitrógeno y gramíneas forrajeras. In Producción de Pastos en Suelos Ácidos de los Trópicos (1978, Cali, Col.). Trabajos presentados. Cali, Colombia, CIAT. p. 151-156. (Serie 03SG-5).
24. HUGHES, H.D.; HEARH, M.E.; METCALFE, D.S. 1976. Forrajes; la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. México, D.F., Continental. 758 p.

25. ITURBIDE, M.A. 1984. Manejo de forrajes y técnicas de ensilaje. Revista AGA (Gua.) no. 135:6, 8.
26. LEON JORDAN, H. 1955. Forrajicultura y pasticultura. Barcelona, España, Salvat. 591 p.
26. JUSCA FREJA, B. 1974. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. Barcelona, España, Editorial AEDOS. 203 p.
27. McILROY, R.J. 1973. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Trad. por Agustín Contín. México, D.F., Limusa. 168 p.
28. MENENDEZ CHAVARRIA, L.A. 1980. Respuesta del pasto Napier (Pennisetum purpureum Schum) a diferentes regímenes de humedad y niveles de fertilización. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
29. OBIOLS DEL CID, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, según el sistema Thornwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1000,000. Color.
31. O'DONOVAN, P.B.; EUCLIDES, P.B.; SILVA, J.M. 1982. Valor nutritivo de pastagens nativas para produção de carne. In Seminário sobre Nutrição de Plantas Forrageiras em Solos Tropicais Ácidos (1979, Campo Grande-MS, Brasil). Trabajos presentados. Brasilia, D.F., Brasil, Em presa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documento no. 3. p. 68-82.

Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Col.) 6(3) :103. 1984.

32. PEZO, D. 1981. La calidad nutritiva de los forrajes. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza no. 10. p. 70-102.
33. PINZON, B.; GONZALEZ, J. 1978. Evaluación del pasto Elefante Panamá - (Pennisetum purpureum PI 300-086) bajo diferentes intervalos de corte y dosis de fertilización nitrogenada. Ciencia Agropecuaria (Pan.) (1):29-36.

Tomado de: Resúmenes Analíticos de la Investigación Pecuaria en Panamá (Pan.):147. 1978.

34. PLA, L.E. 1986. Análisis multivariado: método de componentes principales. Washington, Secretaría de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 94 p.
35. PROSPERO, A.O. 1972. Variação estacional da composição química-bromatológica, do teor de macronutrientes minerais e da digestibilidade in vitro do capim elefante (Pennisetum purpureum Schum) variedade - Napier. Tese Dr. Agron., Piracicaba-SP, Brasil, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz Quiroz. 109 p.

Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Col.) 7(2) :96-97. 1985.

36. RAMIREZ, A.R. 1980. Apuntes sobre nutrición de rumiantes. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección de Extensión. - 128 p.
37. REVUELTA GONZALEZ, L. 1953. Bromatología zootécnica y de alimentación animal. España, Salvat. 1044 p.
38. ROCHA, G.P.; VERA, R.R. 1981. Structural carbohydrates, protein and in vitro digestibility of eight tropical grasses. Turrialba (C. R.) 31(1):15-20.
- Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Col.) 3:282: 1981.
39. RODRIGUEZ, R.; TRIGUEROS, R.; FLORES, W. 1987. Evaluación agronómica - de germoplasma de leguminosas de pastoreo. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 14 p.
40. SILVA, M.E. 1979. Intervalos de cortes o factores ambientales sobre - producao e valor nutritivo do capim-elefante "Napier" (Pennisetum - purpureum Schum). Tese Maestrado. Brasil, Escola Superior de Agri cultura de Lavras. 94 p.
- Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Col.) 7(2): 100-101. 1985.
41. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de recono- cimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pe- dro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
42. STANDLEY, P.C. et al. 1955. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Na- tural History Museum. Fieldana Botany v. 24, pt. 2, 390 p.
43. THIAGO, L.R. 1982. Factores afetando o consumo e utilização de forra- geiras de baixa qualidade por rumiantes-rexisão. Brasil, Empresa - Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Documento no. 9. 36 p.
44. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. CENTRO UNIVERSITARIO DE NOR- O- RIENTE. s.f. Las plantas forrajeras. Guatemala, Chiquimula. 67 p.
45. VAN SOEST, P.J. 1968. Structural and chemical characteristics wich li mit the nutritive value of forages. Forage Economics-quality. Ma- dison Wiscounsins, American Society of Agronomy. Special publication no. 13. p. 63-76.
- Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Col.) 3: 283. 1981.

46. VARGAS, H.; ELVIRA, P.; RODRIGUEZ, R. 1987. Producción de materia seca y tasa de crecimiento del cultivo de Napier asociado a Kudzú bajo dos distanciamientos de siembra y tres frecuencias de corte. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 15 p.
47. VERA, R.R.; ROCHA, G.P. 1981. Determinação de carbohidratos estruturales com detergentes e por métodos definitivos, em gramíneas tropicais. Arquivos da Escola de Veterinária 33(2):389-397.
- Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Col.) 4(3): 84. 1982.
48. ZARATE G., J.E.; MARTINEZ C., D.M. 1984. Ensilaje de pasto elefante -- (Pennisetum purpureum Schum H-534) efecto de tres edades de corte y tres aditivos sobre su valor nutritivo. Tesis Zootecnista. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. 155 p.

Tomado de: Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Col.) 6(3) :107. 1984.

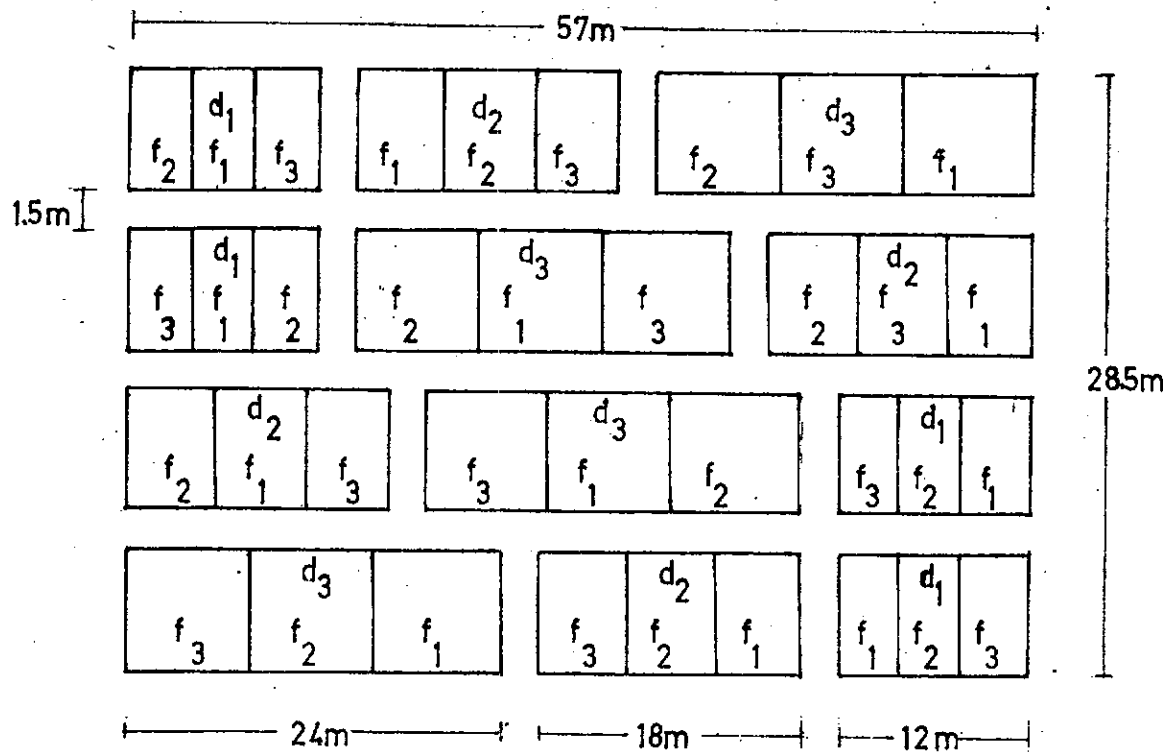
Vo. Bo.

Patruelle

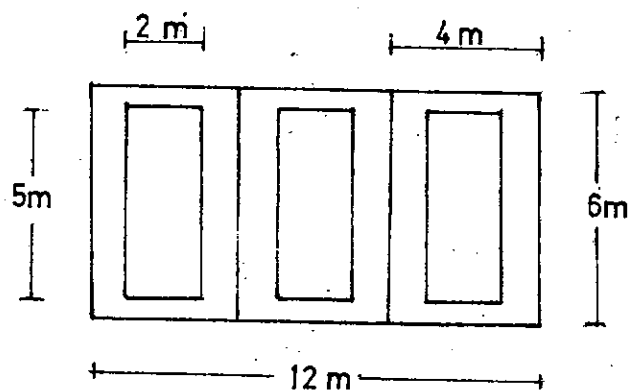


A P E N D I C E

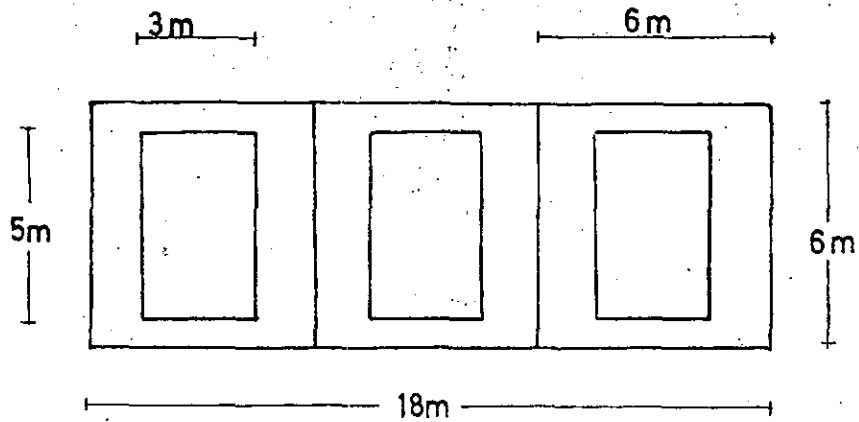
Apéndice 1. Aleatorización de los tratamientos evaluados, en el diseño de bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas. Guatemala, 1988



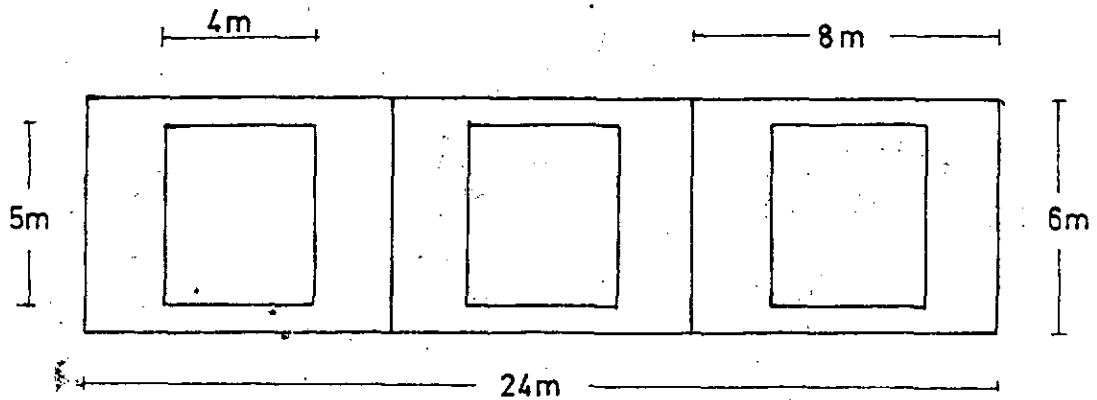
Apéndice 2. Parcela d_1 = distancia de siembra de 1 m entre surcos, con las tres parcelas pequeñas que corresponden a las frecuencias de corte.



Apéndice 3. Parcela d_2 = Distancia de siembra de 1.5 m entre surcos, con las tres parcelas pequeñas que corresponden a las frecuencias de corte.



Apéndice 4. Parcela d_3 = distancia de siembra de 2.0 m entre surcos, con las tres parcelas pequeñas que corresponden a las frecuencias de corte.






FACULTAD DE AGRONOMIA
GUATEMALA, C. A.

26/X/1989

"IMPRIMASE"


ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ
DECANO



UNIVERSIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca