

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PRODUCCION DE BIOMASA DE PORO (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook)
Y KING GRASS (Pennisetum purpureum ~~X~~ P. typhoides) INTERCALADOS,
EN FUNCION DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA FRECUENCIA DE PODA DEL PORO

(Resultados Preliminares)

INFORME DE PROBLEMA ESPECIAL

POR

ROBERTO ARTURO RODRIGUEZ FUNES

CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

Turrialba, Costa Rica

1984

CONTENIDO

Página Nº

RESUMEN	1
LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO	iii
LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE	iv
LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO	vi
LISTA DE FIGURAS EN EL APENDICE	vi
1. INTRODUCCION	4
2. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 Poró	6
2.2 King Grass	8
2.3 Asociación leguminosas con pastos	9
3. MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1 Localización del área de estudio	12
3.2 Tratamientos experimentales	12
3.3 Diseño experimental	13
3.4 Variables evaluadas	13
3.4.1 Poró	13
3.4.2 King Grass	14
3.4.3 Sistema Poró + King Grass	14
3.5 Manejo del experimento	14
3.5.1 Toma de muestras para estimar la producción de biomasa	15
3.5.2 Estimación de las características nutritivas	16
3.6 Análisis de datos	16
4. RESULTADOS Y DISCUSION	18
4.1 Poró	18
4.1.1 Producción de Materia Seca	18
4.1.2 Contenido de Proteína Cruda	18
4.1.3 Producción de Proteína Cruda y Nitrógeno Total ...	20
4.1.4 Digestibilidad <u>in vitro</u>	20
4.2 King Grass	22
4.2.1 Contenido de Materia Seca y Proporción hoja/ tallo	22
4.2.2 Contenido de Proteína Cruda	24
4.2.3 Digestibilidad <u>in vitro</u>	24

4.2.4	Producción de Materia Seca, Proteína Cruda y Materia Seca Digestible	26
4.3	Sistema Poró + King Grass	28
4.3.1	Producción de Materia Seca Total	28
4.3.2	Producción de Materia Seca Comestible	29
4.3.3	Producción de Proteína Cruda Total y Proteína Cruda de la Biomasa Comestible	30
5.	CONCLUSIONES	33
6.	LITERATURA CITADA	34
7.	APENDICE	37

LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO

Cuadro N°		Página N°
1	Cantidad de biomasa y nitrógeno aportado al suelo, tanto de las podas como de las hojas caídas naturalmente de <u>E. poeppigiana</u>	6
2	Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DIV) de diferentes componentes de las ramas de <u>E. poeppigiana</u> ..	7
3	Producción de materia seca de hojas, peciolo, tallos, biomasa comestible y biomasa total de Poró (kg/ha/año)	19
4	Producción de Proteína Cruda de hojas, peciolo, tallos, biomasa comestible y total de Poró (kg/ha/año).	21
5	Digestibilidad <u>in vitro</u> (%) de hojas, peciolo, tallos biomasa comestible y biomasa total de poró	22
6	Contenido de materia seca (% MS) y proporción (%) de hojas, tallos y planta total del King Grass	23
7	Contenido de Proteína Cruda (% P.C.) de hojas, tallos y planta total del King Grass	25
8	Digestibilidad <u>in vitro</u> (%) de hojas, tallos y planta total de King Grass	26
9	Producción de materia seca (M.S.), Proteína Cruda (P.C) y Materia Seca Digestible <u>in vitro</u> (MSDIV) de hojas, tallos y planta de King Grass (kg/ha/año)	27
10	Producción de Materia Seca de King Grass y Poró intercalados, en función de la densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró (kg/ha/año)	31
11	Producción de Proteína Cruda de King Grass y Poró intercalados, en función de la densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró (kg/ha/año).....	32

LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE

Cuadro N°		Página N°
1A	Contenido de Materia Seca (%) de hoja apical y basal; peciolo apical y basal; tallo apical y basal de Poró	38
2A	Contenido de Materia Seca (%) de hojas, peciolos, tallos, hojas + peciolos, hojas + peciolos y tallo apical (comestible) y planta total del Poró	38
3A	Producción de Materia Seca de hoja apical y basal, peciolo apical y basal, tallo apical y basal de Poró (kg/ha/año)	39
4A	Contenido de Proteína Cruda (%) de hoja apical y basal, peciolo apical y basal, tallo apical y basal de Poró	39
5A	Contenido de proteína cruda (%) de hojas, peciolos, tallos, hojas + peciolos, hojas + peciolos + tallo apical (comestible) y planta de poró	40
6A	Producción de proteína cruda de hoja apical y basal, peciolo apical y basal, tallo apical y basal de Poró (kg/ha/año)	40
7A	Digestibilidad <u>in vitro</u> (%) de hoja apical y basal; peciolo apical y basal; tallo apical y basal de poró ..	41
8A	Producción de Materia Seca Digestible <u>in vitro</u> de hoja apical y basal, peciolo apical y basal, tallo apical y basal de Poró (kg/ha/año).....	41
9A	Producción de Materia Seca Digestible <u>in vitro</u> (MSDIV) de hojas, peciolos, tallos, biomasa comestible y total de Poró (kg/ha/año)	42
10A	Producción de materia seca por poda de Poró (kg/ha) ...	43
11A	Producción de Proteína Cruda por poda de Poró (kg/ha)..	43
12A	Producción de Materia Seca por corte de King Grass (kg/ha)	44
13A	Producción de Proteína Cruda por corte de King Grass (kg/ha)	44
14A	Cuadros medios y coeficientes de variación de la Producción de Materia Seca por variable de Poró	45

15A	Cuadrados medios y coeficientes de variación de la producción de proteína cruda por variable de poró	46
16A	Cuadrados medios y coeficientes de variación de la digestibilidad <u>in vitro</u> (%) de las variables de Poró .	47
17A	Cuadrados medios y coeficientes de variación de la producción de materia seca digestible <u>in vitro</u> por variable de Poró	48
18A	Cuadrados medios y coeficientes de variación del porcentaje de Materia Seca (% M.S.), proporción de la hoja (%), producción de Materia Seca, Producción de Materia Seca Digestible <u>in vitro</u> (MSDIV) de King Grass.....	49
19A	Cuadrados medios y coeficientes de variación del contenido de proteína cruda (%) y producción de proteína cruda del King Grass	50
20A	Cuadrados medios y coeficientes de variación de la producción de biomasa y proteína cruda de la asociación de Poró y King Grass	51

LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO

Figura Nº		Página Nº
1	Producción de Biomasa de King Grass y Poró intercalados, en función de la densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró (kg/ha/año).....	28
2	Producción de Proteína Cruda de King Grass y Poró intercalados, en función de la densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró (kg/ha/año)	30

LISTA DE FIGURAS EN EL APENDICE

Figura Nº		Página Nº
1A	Ubicación del ensayo Poró + King Grass en el campo ...	52
2A	Tamaño de parcela bruta y parcela neta por tratamiento del ensayo Poró + King Grass	53

PRODUCCION DE BIOMASA DE PORO (Erythrina poeppigiana (Walpers) O. F. Cook) Y KING GRASS (Pennisetum purpureum x P. typhoides) INTERCALADOS, EN FUNCION DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y LA FRECUENCIA DE PODA DEL PORO.

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la Estación Experimental del Departamento de Producción Animal del CATIE, Turrialba, Costa Rica. Se evaluó el efecto de la presencia de los árboles de poró a dos densidades de siembra (D1 = 1667 y D2 = 3333 árboles/ha), y dos frecuencias de poda (F1 = 3 y F2 = 4 meses); sobre la producción y contenido de proteína cruda (%PC) del pasto king grass; y sobre la producción total y proteína cruda total en el sistema de cultivos asociados vs el monocultivo (pasto sólo).

El ensayo se estableció en un Arreglo Factorial de 2^2 con un tratamiento testigo sin poró, en un diseño experimental en Bloques al Azar con tres repeticiones. La toma de datos abarcó un año (diciembre de 1982 a diciembre de 1983). Los árboles de poró fueron podados cada tres y cuatro meses según el tratamiento respectivo, y el pasto king grass fue cosechado cada 87 días aproximadamente, todo el material cosechado fue retirado del área de estudio. Las variables evaluadas para poró fueron: producción de biomasa, proteína cruda y digestibilidad in vitro (% DIVMS) de hojas (láminas), peciolo, biomasa comestible (hojas + peciolo + tallos tiernos) y biomasa total (hojas + peciolo + tallos). Para king grass se evaluó el contenido de materia seca (% MS), proteína

cruda (% PC), digestibilidad in vitro (% DIVMS), proporción hoja/tallo (%), producción de biomasa y proteína cruda de hojas, tallos y planta total. Para el sistema de cultivo asociado poró más king grass; la producción de biomasa total y biomasa comestible, producción de proteína cruda total y la producción de proteína cruda de la biomasa comestible.

Los resultados para producción de biomasa y proteína cruda de hojas, peciolas, biomasa comestible y biomasa total de poró mostraron que la densidad D2 produjo más ($P < 0.05$) que la D1. Los valores en el % DIVMS de las hojas y biomasa comestible fueron mayores ($P < 0.005$) bajo la densidad D1 y la frecuencia de poda F2; para la biomasa total, los valores fueron mayores ($P < 0.005$) bajo la densidad D1.

La presencia de los árboles de poró aumentó significativamente ($P < 0.05$) los % PC del pasto asociado vs el pasto sólo. Los % MS de los tallos y planta total de king grass presentaron los menores valores ($P < 0.05$) bajo la frecuencia de poda F1. El % PC de hojas y planta total, y la proporción de tallos se incrementaron ($P < 0.05$) bajo la densidad D2. Los valores de % DIVMS del pasto no fueron influenciados ($P > 0.05$) por la presencia de los árboles intercalados. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) para la producción de biomasa y proteína cruda entre el pasto asociado y el pasto sólo, por lo tanto la presencia de los árboles de poró no afectó dichas producciones.

El sistema de cultivo de poró más king grass incrementó la producción de biomasa total y proteína cruda total en un 49 y 218 % respectivamente; y la producción de biomasa comestible y proteína cruda de la biomasa comestible en un 33 y 186 % respectivamente, sobre las producciones del pasto sólo. La densidad D2 presentó incrementos significa-

tivos ($P < 0.05$) en las producciones evaluadas. Otro beneficio del sistema de cultivo asociado es la producción de leña.

1. INTRODUCCION

Uno de los factores limitantes importantes para una alta producción de forrajes en el trópico es la baja fertilidad de los suelos, principalmente en cuanto al contenido de nitrógeno. Una posibilidad sugerida en la literatura es la utilización de plantas leguminosas capaces de fijar el N₂ atmosférico y ponerlo a la disposición de los pastos asociados, incrementando con ello la producción.

Se sabe que las leguminosas arbóreas tienen un gran potencial de uso como fijadoras del N₂ y mantenedoras de la fertilidad del suelo, y también por su posible utilización como fuentes de proteína para la alimentación animal, particularmente como alimento en las épocas de escasez de pastos.

El potencial productivo de las plantaciones mixtas de árboles leguminosos y no leguminosos con pastos en el estrato inferior es un área poco estudiada, pero puede constituir una posibilidad bastante interesante para la producción de forraje, madera, leña y frutos; propiciando un mejor uso y aprovechamiento de los recursos disponibles para mejorar la producción e ingresos económicos del agricultor o ganadero.

Dentro de una línea de investigación agroforestal que contempla diversas posibilidades de asocio de árboles y pastos, y debido a la escasa información acerca de un posible sistema de cultivo asociado de árboles leguminosos con pastos de corte, se planteó el presente estudio preliminar con los siguientes objetivos:

- Determinar la producción total y biomasa comestible del poró en siembra intercalada con king grass, en función de dos densidades

- de siembra y dos frecuencias de poda del poró.
- Determinar la producción de biomasa total del king grass en siembra intercalada con poró, en función de dos densidades de siembra y dos frecuencias de poda del poró.
- Determinar el efecto de las dos densidades de siembra y las dos frecuencias de poda de los árboles de poró sobre el contenido de proteína cruda y la digestibilidad in vitro del pasto king grass.
- Determinar la producción de biomasa y proteína cruda del sistema poró más king grass, y cómo esta producción es afectada por las dos densidades de siembra y las dos frecuencias de poda de los árboles de poró.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Poró

Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook. es una Papilionaceae ó Fabaceae; familia de las leguminosas. Está distribuido desde Bolivia hasta México; en Costa Rica es conocido como "Poró Gigante" o "Poró Extranjero". Tiene usos generalizados: para sombra en plantaciones de café y cacao, soportes vivos para cercas (18,27), y asociado con pastos en varias zonas del país (5).

La cantidad de biomasa aportada al suelo por efecto de las podas en cafetales va de 3000 a 18000 kg MS/ha/año (9,26). En el Cuadro 1 observamos que árboles de 8 años de edad podados dos veces por año con una densidad de 280 árboles/ha, producen menos biomasa y nitrógeno total que podados una vez por año, pero se incrementa la producción de hojas debido a la menor caída de éstas.

Cuadro 1. Cantidad de biomasa y nitrógeno aportado al suelo, tanto de las podas como de las hojas caídas naturalmente de E. poeppigiana.

		1 Poda Anual kg MS/ha (Kg N/ha)	2 Podas Anuales kg MS/ha (kg N/ha)
Biomasa podada	Hojas	3276 (109.85)	3943 (139.55)
	Ramas	15198 (127.48)	7896 (88.03)
	Total	18474 (237.33)	11839 (227.58)
Hojas Caídas		4280 (93.3)	1914 (41.70)
Total Biomasa		22754 (330.60)	13753 (269.30)

Fuente: Russo, R.O., CATIE, 1983. (26).

El Cuadro 2 muestra el contenido de nutrientes de las hojas, peciolo, tallo y corteza, pudiendo observarse que el follaje tiene un alto contenido de proteína que puede utilizarse como suplemento proteico.

Cuadro 2. Contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIV) de diferentes componentes de las ramas de E. poeppigiana.

	% MS	% PC	% DIV
Hoja	23.8	31.3	43.9
Peciolo	15.2	12.2	56.4
Tallo	19.5	10.7	45.3
Corteza	17.0	14.1	78.3

Fuente: Benavides, J.E., CATIE, 1983. (6).

En cuanto al valor alimenticio del poró para animales, el CATIE ha conducido algunos trabajos con el follaje de poró gigante como alimento para rumiantes menores. De éstos trabajos se concluye que el poró no tiene problemas de aceptación por parte de cabras y ovejas; con consumos adecuados no se han presentado a la fecha problemas de toxicidad. Por ejemplo, la suplementación de follaje de poró como fuente de proteína más banana verde de desecho o plátano como fuentes de energía resulta tan eficiente como el concentrado comercial para cabras lactantes en pastoreo o estabuladas (6, 17, 28).

2.2 King grass

Es un híbrido entre Pennisetum purpureum Schum y P. americanum (L.) K. Schum = P. typhoides (Bum) Stapf and Hub, conocido como pasto híbrido napier; pasto híbrido elefante o pasto híbrido Pennisetum. La hibridación de estos pastos probablemente ocurrió naturalmente; la primera hibridación hecha por el hombre fue en 1941 en la India usando el P. americanum como material femenino (21).

El pasto fue encontrado en Africa del Sur en el estado de Westfalia por el Dr. W.R. Landford (23), llevado a la Estación Experimental de Tifton, EEUU (4). Introducido a Panamá por la Compañía de Alimentos (NESTLE) bajo el nombre de pasto Elefante Panamá o King Grass (PI 300-086), donde ha presentado buen comportamiento y gran aceptabilidad (23); investigaciones en Cuba indican que rinde más que el napier con fertilización nitrogenada durante la estación seca y con irrigación (12).

El king grass tiene un crecimiento erecto de sus macollos y alcanza alturas de 4 - 5 m, produce 30 - 50 retoños, los tallos de 1.4 - 2.4 cm de diámetro son glaucosos y presentan pigmentaciones, los entrenudos con un largo entre los 7 y 25 cm están cubiertos completamente por las vainas de las hojas. Los retoños principales producen 20 - 30 hojas lanceoladas con superficies pubescentes y con dimensiones de 85 x 3.4 cm y un máximo de área foliar individual de 250 cm² (21).

Los rendimientos reportados son muy variables y dependen de las condiciones climáticas como temperatura, duración e intensidad de luz, cantidad y distribución de las lluvias y humedad; fertilidad de suelos, manejo y nivel de fertilización utilizada. La fertilización nitro-

genada incrementa la producción, el contenido de proteína cruda e incrementa la digestibilidad de la planta; pero esta tiende a bajar conforme aumenta la edad de la planta por el incremento de tallo y disminución de hojas. Los rangos van de 20 a 43 t MS/ha/año con fertilizaciones desde los 140 kg N/ha/año con un manejo de cortes entre las 4 y 8 semanas de edad (12, 19, 21, 23).

2.3 Asociación de leguminosas con pastos

El papel que juegan las leguminosas herbáceas en las praderas para la fijación del N₂ atmosférico, y el incremento de N en el forraje asociado ha sido objeto de estudios en los países templados y tropicales; hay estimaciones del N₂ fijado por las leguminosas tropicales con valores comunes entre 50 - 300 kg N/ha/año (24).

Para la fijación de N₂ por árboles de sombra que son leguminosos utilizados en plantaciones de café y cacao se citan valores hasta los 40 kg N/ha/año para varias especies, y el flujo de N asociado con la cantidad de biomasa que es recirculada por hojas y ramas alcanza valores de 269 kg N/ha/año (3, 7, 24, 25, 26).

Sin embargo, la información acerca de la productividad de gramíneas asociadas con árboles leguminosos, la cantidad de N₂ que éstos fijan más los efectos del manejo y densidad de plantación de los árboles sobre la productividad y composición química de las gramíneas asociadas es relativamente escasa (20).

Daccaret y Blydenstein (13), estudiaron el crecimiento y la composición química de una pradera mixta formada por Panicum maximun,

Paspalum fasciculatum, Digitaria decumbens y Homolepis aturensis, bajo tres diferentes especies arbóreas leguminosas (Erythrina poeppigiana, Pithecolobium samán y Gliricidia sepium) y una especie no leguminosa, no fijadora de N₂ (Cordia alliodora). Aunque interesados primordialmente en el efecto de la sombra estudiada bajo una sólo densidad de plantación, sus resultados muestran una importante contribución de nitrógeno al suelo hecha por los árboles leguminosos, en particular el E. poeppigiana. En general la producción de forraje gramíneo no fue afectado cuantitativamente, pero sí hubo un efecto positivo sobre el contenido de N del forraje.

Beer (5), presentó el caso de Erythrina poeppigiana y Alnus acuminata asociados con Pennisetum clandestinum en Santa Cruz de Turrialba, Costa Rica. La función principal de éstos árboles sería proveer nitrógeno al pasto y utilizar menos abonos químicos para así mantener la producción de la pradera. De acuerdo a estos resultados E. poeppigiana con una densidad de 114 árboles/ha redujo el crecimiento del pasto y la respuesta a las aplicaciones de abono químico cuando los árboles no se podaron y causaron sombra en la época de lluvias.

Bronstein (8), investigó el efecto de la presencia del poró y laurel a una sola densidad de plantación y un sólo intervalo de poda sobre la composición química del pasto estrella (C. plectostachyus) encontrando que el poró aumentaba la producción del pasto estrella en comparación con el pasto sólo o asociado con laurel.

Solano (29), estudió la asociación de pasto napier (P. purpureum) y Leucaena leucocephala var. Guatemala en surcos intercalados, con la finalidad de comparar el aporte de nitrógeno por la Leucaena al

pasto. Encontró que la producción de materia seca y proteína cruda en el sistema asociado fue superior al pasto en monocultivo, asumiendo que la Leucaena aportó más de 100 kg N/ha/año al pasto asociado.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del área de estudio

El presente trabajo fue realizado en la Estación Experimental del Departamento de Producción Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

El CATIE está localizado en una zona del trópico húmedo, a una elevación de 602 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 22.3° C. el promedio de precipitación anual es de 2636 mm, el promedio de evaporación anual medida con Tanque Tipo A es de 1193 mm. La humedad relativa media anual de 87.5 %, la radiación solar media es de 420 cal/cm²/día y el brillo solar medio es de 4.6 horas/día (11).

Durante el experimento, en el año 1983, la precipitación fue de 2395 mm; con deficiencias hídricas en febrero y abril, la radiación solar fué de 430 cal/cm²/día y una temperatura media anual de 23.2° C (11).

El suelo es de textura franco arcillosa, perteneciendo a la serie Juray, clasificado como Typic Dystropepts (1).

3.2 Tratamientos Experimentales

Densidad de siembra del Poró (D)

3 m x 1 m	D2	(3333 árboles/ha)
3 m x 2 m	D1	(1667 árboles/ha)

Frecuencia de poda del Poró (F)

3 meses F1

4 meses F2

Tratamientos:

Testigo (king grass sólo), D₁F₁, D₁F₂, D₂F₁, D₂F₂.

3.3 Diseño Experimental

El experimento se estableció en un arreglo factorial de 2² con un tratamiento testigo sin Poró en un Diseño Experimental de Bloques al Azar con tres repeticiones.

El tamaño de los bloques y las parcelas (Figuras 1a y 2a) es el siguiente:

Area total del experimento	81 x 40 = 3240 m ²
Area parcela bruta	27 x 8 = 216 m ² (D1 = 36 y D2 = 63 árboles)
Area parcela neta	18 x 4 = 72 m ² (D1 = 14 y D2 = 35 árboles)

3.4 Variables Evaluadas

3.4.1 Poró

Contenido de Proteína Cruda (% PC), Digestibilidad in vitro (% DIVMS), Producción de Materia Seca y Proteína Cruda (kg/ha/año) en

hojas, tallos, biomasa comestible (hojas + peciolo + tallos tiernos), y biomasa total (hojas + peciolo + tallos).

3.4.2 King Grass

Contenido de Materia Seca (% MS), Proteína Cruda (% PC), Digestibilidad in vitro (% DIVMS), Proporción hojas/tallos (%), Producción de Materia Seca y Proteína Cruda (kg/ha/año) de hojas, tallos y planta total.

3.4.3 Sistema Poró + King Grass

Producción de Biomasa Comestible y Biomasa Total, Producción de Proteína Cruda de la Biomasa Comestible y Biomasa Total (kg/ha/año).

3.5 Manejo del Experimento

La siembra intercalada de Poró y King grass se realizó en agosto de 1982. El poró fué plantado por estacas de más o menos 2.5 m de largo y diferentes diámetros provenientes de árboles adultos, a 0.5 m de profundidad. El king grass fue establecido por material vegetativo a 1.0 m entre surcos y 0.5 m entre plantas.

Durante la fase de establecimiento y de experimentación, el ensayo no recibió ningún control de malezas y fertilización. El corte de uniformización fue realizado el 6 de diciembre de 1982. El king grass fue cortado cuando alcanzó una altura de planta de 2 m (promedio entre cortes de 87.5 ± 9.4 días). Después de cada cosecha de poró y king grass,

el material cosechado fue retirado del campo experimental.

Durante las dos primeras podas del poró hubo la necesidad de reponer cierto número de árboles perdidos, comenzándose a dejar un retoño tierno para ayudar al árbol en su recuperación, evitándose de ésta manera más pérdidas de los árboles en el resto del año.

3.5.1 Toma de muestras para estimar la producción de biomasa

La unidad de muestreo para king grass y poró fué la parcela neta que elimina el efecto de borde. Esta parcela neta de 72 m² incluye 14 árboles de poró para el tratamiento D1 y 35 para el D2 (Figura 2a).

Poró: realizada la poda de la parcela neta se obtuvo el peso fresco in situ de la biomasa. Se tomó una muestra al azar (\pm 10 kg) del material fresco para separar la rama en dos porciones; Porción Apical (porción tierna, que es el trozo distal de la rama, de grosor y longitud variable pero de consistencia más suave y usualmente de diferente tono verde que el resto) y Porción Basal (porción de mayor consistencia y coloración café).

De cada porción se separó hoja (lámina), peciolo y tallo para la determinación del peso respectivo, llevando una sub-muestra (0.3 - 0.4 kg) de cada porción para ser secadas en un horno de ventilación forzada.

King grass: se cosechó el pasto cuando alcanzó la altura de 2 m aproximadamente. El material cosechado de la parcela neta fué pesado in situ; se tomó una muestra al azar (\pm 10 kg) para separar hojas y tallos determinándose su peso respectivo, de cada porción se llevó una sub-muestra al horno de ventilación forzada.

Cuando las muestras de Poró y King Grass alcanzaron pesos constantes en el horno de ventilación forzada a una temperatura de 70° C, fueron pesadas para determinar los contenidos de materia seca (% MS); se molieron las muestras en un molino Willey usando una criba de 1 mm y almacenadas en frascos de vidrio para los análisis.

3.5.2 Estimación de las Características Nutritivas

Todas las muestras de Poró y King Grass se analizaron por corte y repetición en el Laboratorio de Producción Animal del CATIE.

- Proteína Cruda (% PC): por la metodología de micro-Kjeldahl (Nitrógeno x 6.25) (22).
- Digestibilidad in vitro (% DIVMS): se determinó siguiendo la metodología de Tilley y Terry (30).

3.6 Análisis de datos

Las mediciones de las variables de respuesta se analizaron para varianza por el método de contrastes, según el modelo matemático:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta del j-ésimo bloque y el i-ésimo tratamiento

U = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento, $i = 1, 2, \dots, 5$

B_j = Efecto del j -ésimo bloque, $j = 1,2,3$

E_{ij} = Error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Poró

4.1.1 Producción de Materia Seca

El Cuadro 3 presenta las producciones por componente, en todos los componentes se presenta un incremento de la producción ($P < 0.05$) debido a la mayor densidad de siembra (D2). La frecuencia de poda F2 presenta una mayor producción sin ser significativa ($P > 0.05$). De la producción total de materia seca, como promedio el 64.5 % representa la producción de biomasa comestible que podría utilizarse para la alimentación animal.

Con respecto a estos datos de producción hay que hacer notar que en este primer año de estudio, los árboles de poró aún estaban en su fase de establecimiento, y por lo tanto estos datos de producción deben ser considerados como preliminares. Aún cuando éstas producciones totales no superan las producciones totales reportadas por Russo (26) (Cuadro 1) con árboles de 8 años podados una y dos veces por año, sí se presenta un incremento en la producción de hojas (hojas + peciolo) con las podas cada 3 y 4 meses (3996 y 4473 kg MS/ha/año).

4.1.2 Contenido de Proteína Cruda

Hojas, peciolo, tallos, biomasa comestible y biomasa total presentan 31.43, 9.79, 9.25, 23.41 y 18.07 % PC respectivamente (Cuadro 5a). La densidad de siembra y la frecuencia de poda no afectaron

Cuadro 3. Producción de Materia Seca de hojas, peciolos, tallos, biomasa comestible y biomasa total de Poró. (kg/ha/año).

	Hojas	Peciolos	Tallos	Biomasa comestible	Total
D1F1	1904	803	2491	3247 (62) ^{1/}	5198
D1F2	2142	609	2393	3473 (68)	5144
D2F1	4008	1274	4881	6350 (62)	10163
D2F2	4643	1552	5494	7673 (66)	11689
D1	2023a	706a	2442a	3360 (65)a	5171a
D2	4326b	1414b	5188b	7013 (64)b	10928b
F1	2957	1039	3686	4800 (62)	7682
F2	3392	1081	3944	5573 (66)	8417

^{1/} Proporción (%) de biomasa comestible de la biomasa total.

*Letras diferentes en las columnas implican diferencia estadística (P < 0.05)

($P > 0.05$) el contenido de cada uno de éstos componentes. Estos valores son coincidentes con los reportados por Benavides (6).

4.1.3 Producción de Proteína Cruda y Nitrógeno Total

El Cuadro 4 presenta las producciones totales de proteína cruda por componente, observándose que la densidad D2 supera ($P < 0.05$) la producción con respecto a la D1. Hay cierta tendencia de la frecuencia de poda F2 a producir más, aunque no se presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre las frecuencias de poda. La producción de proteína de la biomasa comestible corresponde al 84 % de la producción de la biomasa total.

Desde el punto de vista de producción de nitrógeno total, de las podas F1 y F2, del sistema se están extrayendo 212 y 251 kg N/ha/año respectivamente bajo las densidades del estudio, éstos datos de producción superan en ciertos casos las producciones reportadas por varios autores con árboles de poró podados semestral y anualmente, con densidades de 280 árboles/ha utilizados como árboles de sombra en las plantaciones de café y cacao (3, 7, 8, 25, 26).

4.1.4 Digestibilidad in vitro

Las porciones apicales presentaron valores más altos (54 %) con relación a las porciones basales (45 %) (Cuadro 7a).

El Cuadro 5 presenta los valores para cada componente; se encontró mayor digestibilidad ($P < 0.05$) de los componentes a la densidad

Cuadro 4 . Producción de Protefna Cruda de hojas, peciolos, tallos, biomasa comestible y total de Poró (kg/ha/año).

	Hojas	Peciolos	Tallos	B I O M A S A		
				Comestible	Total	Total
D1F1	570	81	210	711 (83) ^{1/}	861	861
D1F2	726	66	247	880 (85)	1039	1039
D2F1	1206	119	465	1475 (82)	1790	1790
D2F2	1477	141	482	1782 (85)	2100	2100
D1	648a	73a	228a	795 (84)a	949a	949a
D2	1341b	129b	474b	1627 (84)b	1944b	1944b
F1	888	99	337	1092 (82)	1324	1324
F2	1102	103	365	1331 (85)	1570	1570

^{1/} Proporción (%) Protefna Cruda de biomasa comestible de la biomasa total.

*Letras diferentes en las columnas implican diferencia estadística (P < 0.05)

D1, y para hojas y biomasa comestible mayor digestibilidad ($P < 0.05$) a la mayor frecuencia de poda.

Cuadro 5. Digestibilidad in vitro (%) de hojas, peciolo, tallos, biomasa comestible y biomasa total de poró.

	Hojas	Peciolo	Tallos	Comestible	Total
D1F1	47 b	58	44	51 b	48 c
D1F2	53 c	59	42	54 c	49 d
D2F1	46a	57	39	50 a	44 a
D2F2	48 b	57	41	51 b	46 b
\bar{X}	48	58	42	51	47
D1	50 b	58	43 b	52 b	48 b
D2	47 a	57	40 a	50 a	45 a
F1	46 a	58	42	50 a	46
F2	50 b	58	42	52 b	47

* Letras diferentes en las columnas implican diferencia estadística. ($P < 0.05$).

4.2 King grass

4.2.1 Contenido de Materia Seca y Proporción hoja/tallo

Estos datos se presentan en el Cuadro 6. Para hojas no se observaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$). Para tallos se presen-

taron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos; el D2F1 presentó el menor contenido. En tallos y planta total se presentaron diferencias debido a la frecuencia de poda, siendo para la F1, significativamente ($P < 0.05$) menor.

Cuadro 6. Contenido de Materia Seca (% M.S.) y proporción (%) de hojas, tallos y planta total del King Grass.

	Hojas	Tallos	Total	% Hojas
D1F1	21.93	18.26bc	20.22	54
D1F2	22.38	18.06bc	20.24	51
D2F1	21.68	15.88a	18.62	47
D2F2	22.23	19.13c	20.61	48
Testigo	23.04	17.41b	20.36	52
\bar{X}	22.25	17.75	20.01	50
D1	22.16	18.16	20.23	52.5b
D2	21.96	17.51	19.62	47.5a
F1	21.81	17.07a	19.42a	50.5
F2	22.31	18.60b	20.43b	49.5

* Letras diferentes en las columnas implican diferencia estadística ($P < 0.05$).

La proporción hoja/tallo (%) varió significativamente ($P < 0.05$) en relación a la densidad de siembra; la densidad D2 mostró

una menor proporción de hojas, aumentando la del tallo (Cuadro 6). La densidad D2 probablemente tuvo un efecto de sombra provocando una mayor elongación de la planta, y por ende bajando la proporción de las hojas. Estos resultados concuerdan con los estudios de Deinum (14), Deinum y Dirven (15) y Eriksen y Whitney (16) llevados con plantas tropicales bajo sombra controlada, determinando que conforme se aumente la sombra se producía una mayor elongación de la planta bajando la proporción de las hojas.

4.2.2 Contenido de Proteína Cruda

El Cuadro 7 nos presenta resultados. Para hojas y plantas totales presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) al comparar el tratamiento testigo sin árboles (6.15 y 4.29 %) versus los tratamientos del factorial (7, 87 y 5.24 %). Este mayor contenido de proteína del pasto bajo los árboles de Poró coincide con los reportes de Anderson (2), Beer (5), Bronstein (8), Budowski (10), Daccarett y Blydenstein (13) y Venegas (31). Así mismo, los tratamientos del factorial presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) debido a la densidad de siembra, presentando la densidad D2 los valores más altos de proteína para las hojas (8.73 %) y planta total (5.58 %). Las frecuencias de poda del poró no afectaron ($P > 0.05$) los contenidos, pero hay cierta tendencia de la poda F1 a incrementarlos.

4.2.3 Digestibilidad in vitro

No se presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre las variables

estudiadas de los tratamientos bajo los árboles versus el pasto sólo, tampoco la densidad de siembra y la frecuencia de poda de los árboles de poró afectaron la digestibilidad. (Cuadro 8).

Cuadro 7 . Contenido de Proteína Cruda (% P.C.) de hojas, tallos y planta total del King Grass.

	Hojas	Tallos	Total
D1F1	7.23b	2.66	5.14b
D1F2	6.80b	2.46	4.66b
D2F1	8.99c	3.07	5.86c
D2F2	8.47c	2.40	5.30c
Testigo	6.15a	2.25	4.29a
\bar{X}	7.53	2.57	5.05
D1	7.02a	2.56	4.90a
D2	8.73b	2.74	5.58b
F1	8.11	2.87	5.50
F2	7.64	2.43	4.98

* Letras diferentes en las columnas implican diferencia significativa (P < 0.05).

Cuadro 8. Digestibilidad in vitro (%) de hojas, tallos y planta total de King Grass.

	Hojas	Tallos	Total
D1F1	54	60	57
D1F2	57	58	57
D2F1	55	58	56
D2F2	55	57	56
Testigo	54	61	58
\bar{X}	55	59	57
D1	56	59	57
D2	55	58	56
F1	55	59	57
F2	56	58	57

4.2.4 Producción de Materia Seca, Proteína Cruda y Materia Seca Digestible

El Cuadro 9 presenta los resultados de las variables evaluadas; la presencia de los árboles de poró no afectó ($P > 0.05$) las producciones de materia seca, proteína cruda y materia seca digestible, aunque se observa el beneficio de la presencia de los árboles sobre la producción de proteína de las hojas, tallos y planta total, ya que la

Cuadro 9. Producción de Materia Seca (M.S.), Proteína Cruda (P.C.) y Materia Seca Digestible in vitro (MSDIV) de hojas, tallos y planta de King Grass (kg/ha/año).

	H O J A S		T A L L O S		P L A N T A		T O T A L	
	MS	MSDIV	MS	MSDIV	MS	MSDIV		PC
D1F1	13937	7593	1026	11734	7013	7013	14606	1337
D1F2	13839	7840	943	13482	7817	7817	15657	1276
D2F1	13226	7209	1207	14783	8526	8526	15735	1657
D2F2	12782	7007	1807	13966	8019	8019	15026	1424
Testigo	13515	7329	831	12316	7574	7574	14903	1108

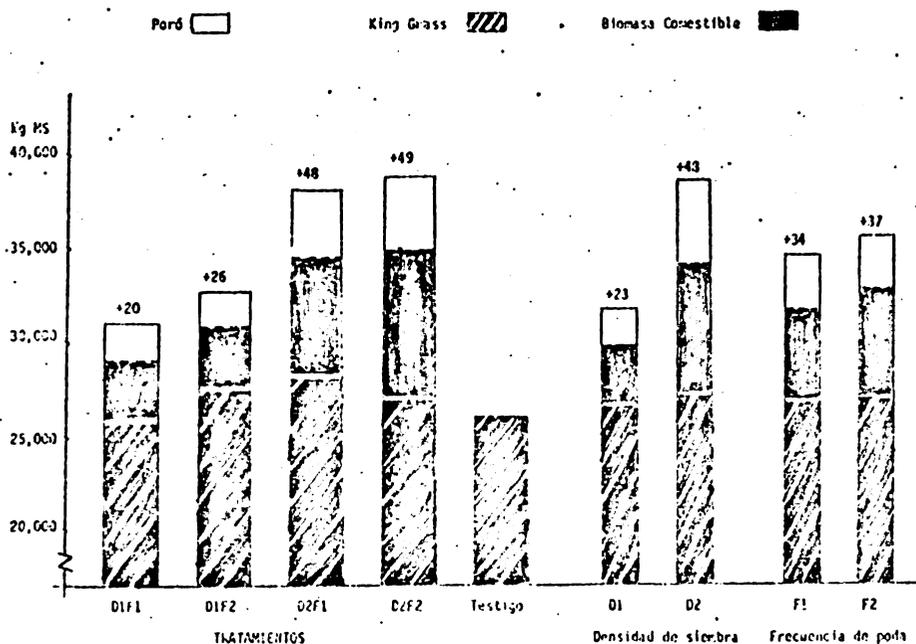
incrementan en promedio en un 50, 29 y 29 % respectivamente versus la producción del pasto sólo. La densidad de siembra y la frecuencia de poda de los árboles no afectaron ($P > 0.05$) las producciones de los diferentes componentes del pasto.

4.3 Sistema Poró + King Grass

4.3.1 Producción de Materia Seca Total

El Cuadro 10 presenta las producciones de las dos especies asociadas; para la producción de materia seca se presentó un efecto significativo ($P < 0.05$) a favor del cultivo asociado versus el pasto sólo, como se observa en la Figura 1 hay un incremento de un 20 a 49 % de materia seca.

Figura 1. Producción de Biomasa de King Grass y Poró intercalados, en función de la densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró (kg MS/ha/año).



Analizando los tratamientos del factorial se observa que la densidad D2 presentó las mayores producciones ($P < 0.05$), incrementando la en promedio un 48 % sobre el pasto sólo. Para las frecuencias de poda no se presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre ellas, pero sí benefician al sistema ya que incrementan la producción hasta un 37 % con respecto al tratamiento testigo.

Aún cuando no fue el objeto de éste estudio, se observa en el Cuadro 10 que el cultivo asociado presenta adicionalmente producciones de 1671 a 4016 kg/ha/año de leña seca.

El uso práctico que esta porción puede tener como combustible o pasta celulósica es un aspecto que merece ser investigado.

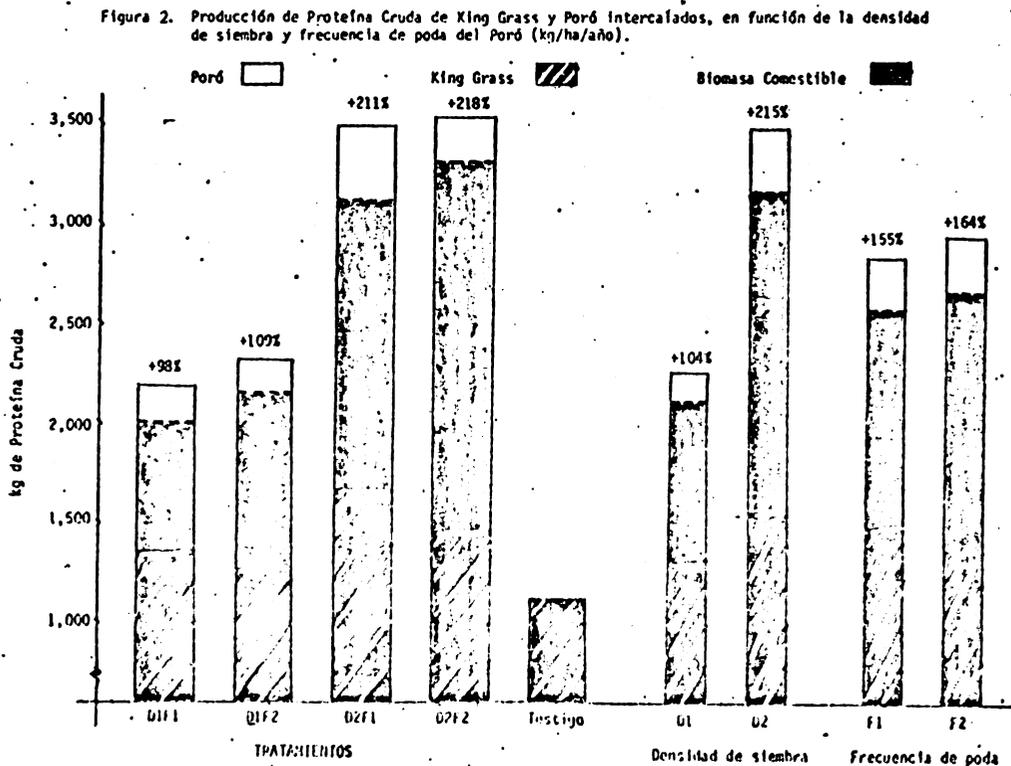
4.3.2 Producción de Materia Seca Comestible

Producto de las limitaciones del diseño estadístico, el análisis para la producción de la biomasa comestible no mostró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre el cultivo asociado y el tratamiento testigo (Cuadro 10). Sin embargo el F obtenido para el tratamiento testigo versus el factorial fué significativo al 6.4 %, lo que indica que los tratamientos con árboles presentan una marcada tendencia a producir más materia seca comestible que el pasto sólo (de un 12 a 33 % más). No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) para la densidad de siembra y la frecuencia de poda.

4.3.3 Producción de Proteína Cruda Total y Proteína Cruda de la Biomasa Comestible

El Cuadro 11 presenta los datos de la producción total y de la biomasa comestible. En ambos casos se observa que el sistema asociado produjo significativamente ($P < 0.01$) más proteína que el pasto sólo, y como se observa en la Figura 2 hay un incremento del 98 al 218 % más de producción total en el cultivo asociado sobre la producción del pasto sólo.

En los tratamientos del factorial se presentaron efectos altamente significativos ($P < 0,01$) para densidad de siembra en ambas producciones, donde la densidad D2 incrementó la producción total en un 215 % y la producción de la biomasa comestible en un 186 %. No se encontraron efectos significativos ($P > 0.05$) para la frecuencia de poda, pero éstas incrementan la producción total en un 159 % y la producción de la biomasa comestible en un 137 % sobre el pasto sólo.



Cuadro 10. Producción de Materia Seca de King Grass y Poró intercalados, en función de la densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró (kg/ha/año).

	King Grass	Total	P O R O Comestible	Total	KING GRASS + PORO Total	Comestible	Leña
D1F1	25671	5198	3247	30869b	28918	1951	
D1F2	27321	5144	3473	32465b	30794	1671	
D2F1	28009	10163	6350	38172b	34359	3813	
D2F2	26748	11689	7673	38437b	34421	4016	
Testigo	25831	-	-	25831a	25831	-	
D1				31667a	29856	1811	
D2				38305b	34390	3915	
F1				34521	31639	2882	
F2				35451	32608	2844	

*Letras diferentes indican diferencia estadística (P < 0.05).

Cuadro 11. Producción de Proteína Cruda de King Grass y Poró intercalados, en función de la densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró (kg/ha/año).

	King Grass	P O R O		KING GRASS + PORO	
		Total	Comestible	Total	Comestible
D1F1	1337	861	711	2198b	2048b
D1F2	1276	1039	880	2315c	2156b
D2F1	1657	1790	1475	3447d	3132c
D2F2	1424	2100	1782	3524d	3206c
Testigo	1108	-	-	1108a	1108a
D1				2257a	2102a
D2				3486b	3169b
F1				2823	2590
F2				2920	2681

*Letras diferentes indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos durante este primer año de estudio y tomando en cuenta que los árboles de poró aún estaban estableciéndose, se puede concluir lo siguiente:

- El sistema asociado de poró y pasto king grass incrementa la producción total de materia seca, materia seca comestible, proteína cruda y proteína cruda de la biomasa comestible sobre el sistema en monocultivo.
- La presencia de los árboles de poró intercalados con el pasto king grass no afectó la producción de materia seca de la gramínea, y se observa que la presencia de los árboles de poró incrementó la producción de proteína cruda total versus la producción del pasto sólo.
- La mayor densidad de siembra de los árboles ($3 \times 1 \text{ m} = 3.333$ árboles/ha) de poró incrementó la producción de biomasa total, biomasa comestible, proteína cruda total y proteína cruda total de la biomasa comestible de poró con respecto a la menor densidad.

6. LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE ASTE, W. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA, CTEI, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, IICA, 1971. pp. 42-51.
2. ANDERSON, G.W, Productivity of crops and pastures under tress. In Howes, K.M.W. y Rummery, R.A. eds. Integrating agriculture and forestry. Peth, Australia, CSIRO, 1978. pp. 58-63.
3. ARANGUREN, J., ESCALANTE, G. y HERRERA, R. Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees, I Coffee. Plant and Soil 67: 247-258. 1968.
4. AYALA, J.R., SISTACHS, M. y TUERO, R. Factores que afectan el establecimiento del King Grass (Pennisetum purpureum x P. typhoides). I. Profundidad de tapado y número de yemas/trozo en la época seca. Revista Cubana Cienc. Agric. 17(2): 179-189. 1983.
5. BEER, J. Erythrina poeppigiana con pasto. In Curso Corto sobre Técnicas Agroforestales para el Trópico Húmedo, Turrialba, Costa Rica, diciembre 8-16, 1980. 4 p.
6. BENAVIDES, J. E. Investigación en árboles forrajeros. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 27 p. Trabajo presentado en el Curso Corto sobre Técnicas Agroforestales celebrado en el CATIE, Turrialba, noviembre 8-18, 1983.
7. BORNEMISZA, E. Nitrogen cycling in coffee plantations. Plant and Soil 67:241-246. 1982.
8. BRONSTEIN, G.E. Producción comparada de una pastura de Cynodon plectostachyus asociada con árboles de Cordia alliodora, asociada con árboles de Erythrina poeppigiana y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1983. 109 p.
9. BUDOWSKY, G. Sistemas Agroforestales en América Tropical. In Curso Corto sobre Técnicas Agroforestales para el Trópico Húmedo. Turrialba, Costa Rica, diciembre 8-16, 1980. 9 p.
10. _____, KASS, D. C. L., y RUSSO, R. O. Leguminous trees for shade. A paper presented at Symposium on Nitrogen Fixing trees for the tropics. 19-24 September, 1983. Rio de Janeiro, Brasil, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 33 p.

11. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Resumen de datos meteorológicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 2 p.
12. CRESPO, G. et al. Producción y calidad de los pastos. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 15(2):211-225. 1981.
13. DACCARETT, M. y BLYDENSTEIN, J. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba (Costa Rica) 18(4):405-408. 1968.
14. DEINUM, B. Influence of climatological factors on the chemical composition and feeding value of herbage. In International Grassland Congress, 10th Helsinki, 1966. Proceedings. Helsinki, Finland, 1966. pp. 415-418.
15. _____ y DIRVEN, J. G. P. Climate, nitrogen and grass. V. Influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of Congo grass (Brachiaria ruziziensis et Everard). Neth. J. agric. Sci. 20(2):125-132. 1972.
16. ERIKSEN, F. I. y WHITNEY, S. A. Effects of light intensity on growth of some tropical species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. Agronomy Journal 73(3):427-433. 1981.
17. ESNAOLA, M. A. y BENAVIDES, J. E. La investigación en cabras en el CATIE, algunos resultados preliminares. Versión preliminar. Turrialba, Costa Rica, CATIE/ROCAP. Proyecto Sistemas de Producción para Pequeñas Fincas, 1983. 46 p. (Mimeograf.).

Presentado en: Taller de Producción Caprina en el Trópico, 1983.
18. FONSECA, M. T. El poró. Revista de agricultura (Costa Rica) 40(6-7): 102-112. 1968.
19. GUERRERO, R., FASSBENDER, H. W. y BLYDENSTEIN, J. Fertilización del Pasto Elefante (Pennisetum purpureum) en Turrialba, Costa Rica. I. Efecto de dosis crecientes de nitrógeno. Turrialba (Costa Rica) 20(1):53-58. 1970.
20. HECHT, S.B. Los Sistemas Agroforestales en la Cuenca Amazónica: práctica, Teoría y límites de un Uso Promisorio de la Tierra. In CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Amazonía Investigación sobre Agricultura y Uso de Tierras. Editado por S. B. Hecht, Cali, Colombia, 1982. pp. 347-390.
21. MULDOON, A. K. y PEARSON, C. J. The hybrid between Pennisetum americanum and Pennisetum purpureum. Herbage Abstracts 49(5):189-199. 1979.

22. MULLER, L. Un aparato micro-kjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materiales vegetales. Turrialba (Costa Rica) 11(1):17-25. 1961.
23. PINZON, B. R. y GONZALEZ, J. Evaluación del pasto Elefante-Panamá (Pennisetum purpureum PI 300-086) bajo diferentes intervalos de corte y dosis de fertilización nitrogenada. Ciencia Agropecuaria (IDIAP) 1:29-36. 1978.
24. REYNOLDS, S. G. Contribution to yield, nitrogen fixation and transfer by local and exotic legumes in tropical grass-legume mixtures in Western Samoa. Tropical Grasslands, 16(2):76-80. 1982.
25. ROSKOSKI, J. P., et al. Nitrogen fixation by tropical woody legumes: potencial source of soil enrichment. In Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture: Papers presented at a Workshop Held at CIAT. March 9-13, 1981. Cali, Colombia, CIAT, Graham, P. H. & Harris, S. C. (eds), U.S.A. 1982. pp. 447-454.
26. RUSSO, R. O. Efecto de la poda de Erythrina poeppigiana (Walpers) O. F. Cook (Poró), sobre la nodulación, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal "café-poró". Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 1983. 108 p.
27. _____. Erythrina: un género versátil en sistemas agroforestales del trópico húmedo; Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 14 p. (mimeografiado).
28. SAMUR, R. C. Producción de leche de cabras alimentadas con king grass (Pennisetum purpureum) y poró (Erythrina poeppigiana), suplementadas con fruto de banano (Musa sp. cv. cavendish). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1984. 51 p.
29. SOLANO, R. A. Proyecto de Sistemas de Producción para Pequeñas Fincas. In Informe Anual 1983. Proyecto ICTA-CATIE-ROCAP, Guatemala, 1983. 47 p.
30. TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grasslands Society 18(2): 104-111. 1963.
31. VENEGAS, L. T. Resumen sobre algunos aspectos silviculturales del Alnus jorullensis H. B. K. III Foro de Corporaciones Forestales. Manizales, Colombia, 1971. 5 p.

7. APENDICE

Cuadro 1A. Contenido de Materia Seca (%) de hoja apical y basal; peciolo apical y basal; tallo apical y basal de Poró.

	HOJA		PECIOLLO		TALLO	
	apical	basal	apical	basal	apical	basal
D1F1	24.45	27.70	16.69	19.44	18.81	24.33
D1F2	26.11	28.16	18.00	19.91	17.76	24.65
D2F1	24.65	26.81	17.01	19.68	19.99	24.45
D2F2	23.44	25.40	18.09	17.82	19.41	25.11
\bar{x}	24.66	27.02	17.45	19.21	18.99	24.64
D1	25.28	27.93	17.35	19.68	18.29	24.49
D2	24.05	26.11	17.55	18.75	19.70	24.78
F1	24.55	27.26	16.85	19.56	19.40	24.39
F2	24.78	26.78	18.05	18.87	18.59	24.88

Cuadro 2A. Contenido de Materia Seca (%) de hojas, peciolos, tallos, hojas + peciolos, hojas + peciolos y tallo apical (comestible) y planta total del poró.

	Hojas	Peciolos	Tallos	Hojas + Peciolos	Comestible total	
D1F1	25.95	17.68	23.06	23.56	22.84	23.34
D1F2	26.69	18.44	22.62	24.84	23.40	21.65
D2F1	25.51	18.16	23.44	23.71	23.12	23.58
D2F2	24.03	17.95	23.55	22.50	21.85	22.99
\bar{x}	22.55	18.06	23.17	23.65	22.80	22.89
D1	26.32	18.06	22.84	24.20	23.12	22.50
D2	24.77	18.06	23.50	23.11	22.49	23.29
F1	25.73	17.92	23.25	23.64	22.98	23.46
F2	25.36	18.20	23.09	23.67	22.63	22.32

Cuadro 3A. Producción de Materia Seca de hoja apical y basal, peciolo apical y basal, tallo apical y basal de Poró (kg/ha/año).

	Hoja		Peciolo		Tallo	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
D1F1	1050	854	510	293	540	1951
D1F2	1612	530	455	154	722	1671
D2F1	2423	1585	697	577	1068	3813
D2F2	3251	1392	1066	486	1478	4016
D1	1331a	692a	483	223a	631a	1811a
D2	2837b	1489b	882	532b	1273b	3915b
F1	1737	1220	604	435	804	2882
F2	2431	961	761	320	1100	2844

*Letras diferentes en las columnas implican diferencia estadística ($P < 0.05$)

Cuadro 4A. Contenido de Proteína Cruda (%) de hoja apical y basal, peciolo apical y basal, tallo apical y basal de Poró.

	Hoja		Peciolo		Tallo	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
D1F1	31.05	28.52	9.82	10.54	11.09	7.67
D1F2	34.64	31.77	10.91	10.21	12.15	9.50
D2F1	31.16	28.42	9.82	8.63	14.02	8.26
D2F2	32.33	30.57	9.20	8.78	11.08	7.92
\bar{x}	32.30	29.82	9.91	9.54	12.09	8.34
D1	33.22	29.76	10.33	10.43	11.70	8.52
D2	31.83	29.43	9.45	8.70	12.31	8.09
F1	31.12	28.45	9.82	9.27	13.03	8.06
F2	33.10	30.90	9.71	9.12	11.43	8.39

Cuadro 5A. Contenido de proteína cruda (%) de hojas, peciolo, tallos, hojas + peciolo, hojas + peciolo + tallo apical (comestible) y planta de poró.

	Hojas	Peciolo	Tallos	Hojas + Peciolo	Comestible	Total
D1F1	29.91	10.08	8.41	24.03	21.88	16.55
D1F2	33.93	10.74	10.30	28.80	25.33	20.19
D2F1	30.07	9.28	9.52	25.06	23.20	17.59
D2F2	31.80	9.07	8.77	26.11	23.21	17.96
\bar{x}	31.43	9.79	9.25	26.00	23.41	18.07
D1	32.04	10.36	9.34	26.43	23.67	18.36
D2	31.00	9.17	9.12	25.62	23.21	17.79
F1	30.02	9.59	9.14	24.71	22.75	17.47
F2	32.47	9.54	9.24	26.93	23.87	18.64

Cuadro 6A. Producción de proteína cruda de hoja apical y basal, peciolo apical y basal, tallo apical y basal de Poró (kg/ha/año).

	Hoja		Peciolo		Tallo	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
D1F1	326	244	50	31	60	150
D1F2	558	168	50	16	88	159
D2F1	755	451	69	50	150	315
D2F2	1051	426	98	43	164	318
D1	442a	206a	50a	23	74a	154a
D2	903b	438b	83b	46	157b	317b
F1	541	347	59	40	105	232
F2	805	297	74	29	126	239

*Letras diferentes en las columnas implican diferencia estadística (P < 0.05)

Cuadro 7A. Digestibilidad in vitro (%) de hoja apical y basal; Pecíolo apical y basal; tallo apical y basal de Poró.

	H O J A		P E C I O L O		T A L L O	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
D1F1	52	42	60	54	52	42
D1F2	54	46	59	56	51	37
D2F1	48	42	58	56	56	34
D2F2	50	43	59	55	54	37
\bar{X}	51 b	43a	59b	55a	53b	38 a
D1	53	44	60	55	51	40
D2	49	42	59	55	55	36
F1	49	42	59	55	55	37
F2	51	44	59	55	53	37

* Letras diferentes entre líneas implican diferencia estadística ($P < 0.05$).

Cuadro 8A. Producción de Materia Seca Digestible in vitro de hoja apical y basal, pecíolo apical y basal, tallo apical y basal de Poró (kg/ha/año).

	Hoja		Pecíolo		Tallo	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal
D1F1	542	359	307	158	280	825
D1F2	872	244	268	86	366	623
D2F1	1173	659	407	324	598	1313
D2F2	1614	595	624	266	795	1477
D1	707a	302a	287	122a	323a	724
D2	1393b	627b	515	295b	697b	1395
F1	857	309	357	241	439	1069
F2	1243	420	446	176	501	1059

*Letras diferentes en las columnas implican diferencia estadística ($P < 0.05$)

Cuadro 9A. Producción de Materia Seca Digestible in vitro (MSDIV) de hojas, peciolos, tallos, biomasa comestible y total de Poró (kg/ha/año).

	Hojas	Peciolos	Tallos	BIOMASA Comestible	Total
D1F1	901	465	1105	1646	2471
D1F2	1116	354	989	1836	2459
D2F1	1832	731	1911	3161	4474
D2F2	2209	890	2272	3894	5371
D1	1009a	409a	1047a	1741a	2465a
D2	2020b	810b	2092b	3527b	4922b
F1	1166	598	1508	2203	3272
F2	1663	622	1631	2866	3916

*Letras diferentes en las columnas implican diferencia estadística ($P < 0.05$).

CUADRO 10A. Producción de Materia Seca por poda de Poró (kg/ha)

TRATAMIENTOS	MARZO		JUNIO		SEPTIEMBRE		DICIEMBRE	
	COMESTIBLE	TOTAL	COMESTIBLE	TOTAL	COMESTIBLE	TOTAL	COMESTIBLE	TOTAL
D ₁ F ₁	676	879	602	1212	666	1511	1303	1595
D ₂ F ₁	956	1356	1231	2172	1575	3317	2588	3318
	ABRIL		AGOSTO		DICIEMBRE			
D ₁ F ₂	1004	1278	1152	1939	1316	1926		
D ₂ F ₂	2082	2742	2192	4079	3398	4868		

CUADRO 11A. Producción de Proteína Cruda por poda de Poró (kg/ha)

TRATAMIENTOS	MARZO		JUNIO		SEPTIEMBRE		DICIEMBRE	
	COMESTIBLE	TOTAL	COMESTIBLE	TOTAL	COMESTIBLE	TOTAL	COMESTIBLE	TOTAL
D ₁ F ₁	165	189	134	162	152	228	260	281
D ₂ F ₁	248	287	290	364	343	474	592	663
	ABRIL		AGOSTO		DICIEMBRE			
D ₁ F ₂	289	322	292	367	298	350		
D ₂ F ₂	568	624	541	691	673	785		

CUADRO 12A. Producción de Materia Seca por corte de King Grass (Kg/ha).

TRATAMIENTOS	MARZO			MAYO			SEPTIEMBRE			NOVIEMBRE		
	HOJA	TALLO	PLANTA	HOJA	TALLO	PLANTA	HOJA	TALLO	PLANTA	HOJA	TALLO	PLANTA
D ₁ F ₁	3508	2509	6017	3284	2126	5410	4060	3711	7771	3085	3389	6474
D ₁ F ₂	4109	2630	6739	3505	1665	5170	2564	4696	7260	3661	4490	8151
D ₂ F ₁	3076	2696	5772	3637	2267	5904	3328	5246	8474	3284	4574	7858
D ₂ F ₂	3199	2751	5950	2812	2202	5014	2797	4701	7498	3974	4312	8286
Testigo	3673	1910	5583	2967	2328	5295	3920	4336	8256	2955	3744	6699

CUADRO 13A. Producción de Proteína Cruda por corte de King Grass (kg/ha).

TRATAMIENTOS	MARZO			MAYO			SEPTIEMBRE			NOVIEMBRE		
	HOJA	TALLO	PLANTA	HOJA	TALLO	PLANTA	HOJA	TALLO	PLANTA	HOJA	TALLO	PLANTA
D ₁ F ₁	307	76	383	215	55	270	266	89	355	237	92	329
D ₁ F ₂	341	79	420	188	42	230	137	90	227	277	121	398
D ₂ F ₁	425	107	532	265	55	320	255	156	411	263	131	394
D ₂ F ₂	294	92	386	212	55	267	192	83	275	389	106	495
Testigo	242	49	291	174	67	241	219	77	296	196	84	280

Cuadro 14. Cuadrados Medios y Coeficientes de Variación de la Producción de Materia Seca por Variable de Poró.

Fuentes de CL Variación	H O J A		P E C I O L O		T A L L O		Hojas	Pectiols	Tallós	Hojas + Pectiols	B I O M A S A	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal					Comestible	Total
Repetición-2												
Constante 1	680142.53	1903842.14**	477547.14 ^{ns}	285630.28**	1234444.87*	13278954.20*	15902147.26**	1501944.69*	22610339.87*	27178373.63**	39997326.06 **	99363477.43**
Frecuencia 1	1447531.14 ^{ns}	201248.18 ^{ns}	73749.31 ^{ns}	39592.25 ^{ns}	263277.38 ^{ns}	4430.21 ^{ns}	569342.27 ^{ns}	5232.95 ^{ns}	199403.14 ^{ns}	663741.83 ^{ns}	1795579.76 ^{ns}	1621630.64 ^{ns}
Desv. frec. 1	52965.90 ^{ns}	12953.44 ^{ns}	134272.90 ^{ns}	1721.53 ^{ns}	38966.34 ^{ns}	175031.96 ^{ns}	118335.81 ^{ns}	116401.95 ^{ns}	379169.19 ^{ns}	565339.21 ^{ns}	901213.43 ^{ns}	1376578.50 ^{ns}
Error &	734237.50	166905.56	96296.85	26701.90	174024.16	1510981.91	1507723.04	170504.06	2592412.23	2495652.37	3929066.69	9612486.67
Total 11												

C.V. (s) 41.20 37.47 45.49 43.29 43.82 42.93 38.68 38.97 42.21 37.31 37.73 38.92

* (P < 0.05)

** (P < 0.025)

NS = No significativo (P > 0.05)

C.V. = Coeficiente de variación

Cuadro 15A. Cuadros Medios y Coeficientes de Variación de la Producción de Proteína Cruda por Variable de Poró.

Fuente de G.L. Variación	H O J A		P E C I O L O		T A L L O		Hojas	Pecíolos	Tallos	Hojas + pecíolos	B I O M A S A	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal					Comestible	Total
Repetición 2												
Densidad 1	636599.87*	161592.66**	3350.36*	1584.47 ^{ns}	20592.37**	79092.05*	1439659.20**	9542.88*	180398.55*	1683624.73**	2076613.76**	2966245.49**
Frecuencia 1	209317.74 ^{ns}	7556.10 ^{ns}	637.58 ^{ns}	371.96 ^{ns}	1323.42 ^{ns}	117.44 ^{ns}	137334.51 ^{ns}	35.57 ^{ns}	2292.32 ^{ns}	141790.45 ^{ns}	170510.83 ^{ns}	179577.99 ^{ns}
Den. x Frec. 1	3028.95 ^{ns}	1899.08 ^{ns}	670.96 ^{ns}	48.60 ^{ns}	141.87 ^{ns}	23.63 ^{ns}	9724.78 ^{ns}	1080.72 ^{ns}	281.30 ^{ns}	17289.26 ^{ns}	14298.26 ^{ns}	13159.90 ^{ns}
Error 6	72910.64	14078.34	555.56	304.99	1585.78	11560.62	141674.22	1231.88	19558.42	162813.28	182308.96	277485.32

Total 11.

C.V. (%) 40.15 36.85 35.40 50.24 34.55 45.68 37.85 34.63 39.88 36.82 35.25 36.42

* (P < 0.05)

C.V. = Coeficiente de Variación

** (P < 0.025)

NS = No significativo (P > 0.05)

Cuadro 16A . Cuadrados medios y coeficientes de variación de la digestibilidad in vitro (%) de las variables de Poró.

Fuente de G.L. Variación	Hojas	Peciolos	Tallos	B I O M A S A	
				Comestible	Total
Repetición 2	10.907*	6.308ns	18.946ns	9.121**	10.312*
Tratamientos 3	31.129***	1.395ns	17.315ns	9.823***	13.827**
Densidad 1	36.785***	4.118ns	36.436*	14.564***	34.104***
Frecuencia 1	47.641***	0.0004ns	0.118ns	12.403***	6.351ns
Den. x Frec. 1	8.961*	0.066ns	15.391ns	2.503ns	1.027ns
Error 6	1.342	1.872	4.464	0.806	1.582
Total 11					
C.V. (%)	2.39	2.37	5.03	1.75	2.69

* (P < 0.05)

** (P < 0.01)

*** (P < 0.005)

NS = No significativo (P > 0.05)

C.V. = Coeficiente de Variación

Cuadro 17A. Cuadros medios y coeficientes de variación de la producción de materia seca digestible in vitro por variable de Pdró.

Fuente de G.L. Variación	H O J A		P E C I O L O		T A L L O		Hojas	Pectolos	Tallos	Hojas + Pectolos	B I Ó M A S A	
	Apical	Basal	Apical	Basal	Apical	Basal					Comestible	Total
Repetición 2												
Densidad 1	1411836.02*	317655.24**	156323.86 ^{ns}	89470.69**	419235.39*	1352085.47 ^{ns}	3068891.02*	482322.80*	3277099.18*	5984480.04**	9571620.63**	18113606.86*
Frecuencia 1	446783.44 ^{ns}	24148.14 ^{ns}	23502.95 ^{ns}	12769.43 ^{ns}	59932.40 ^{ns}	1054.88 ^{ns}	263191.47 ^{ns}	1624.48 ^{ns}	45084.92 ^{ns}	306170.46 ^{ns}	637023.74 ^{ns}	586233.45 ^{ns}
Den. x Frec. 1	9229.10 ^{ns}	1976.08 ^{ns}	49104.65 ^{ns}	152.30 ^{ns}	9301.34 ^{ns}	100055.67 ^{ns}	19746.23 ^{ns}	54726.37 ^{ns}	170370.20 ^{ns}	180218.67 ^{ns}	221748.05 ^{ns}	619710.75 ^{ns}
Error 6	188614.80	26040.41	32406.01	7726.19	49830.88	253297.04	337237.85	56444.60	493755.51	614676.25	984119.17	2104931.99
Total 11												
C.V. (%)	41.35	34.75	44.86	42.20	43.79	47.50	38.34	38.97	44.77	36.91	37.66	39.28

* (P < 0.05)

** (P < 0.025)

ns = No significativo (P > 0.05)

C.V. = Coeficiente de Variación

Cuadro 18A. Cuadrados medios y coeficientes de variación de Materia Seca (% M.S.), proporción de la hoja (%), producción de Materia Seca, Producción de Materia Seca Digestible in vitro (MSDIV) de King Grass.

Fuente de G.L. Variación	% MATERIA SECA			% Hoja	MATERIA SECA			M.S.D.I.V		
	Hoja	Tallo	Total		Hoja	Tallo	Total	Hoja	Tallo	Total
Repetición 2	12.81 ^{ns}	70.40**	30.36 ^{ns}	25.23 ^{ns}	667363.46 ^{ns}	4565574.50 ^{ns}	2934780.35 ^{ns}	320175.32 ^{ns}	934966.25 ^{ns}	725280.91 ^{ns}
Tratamientos 4	37.05 ^{ns}	6.93 ^{ns}	7.41 ^{ns}	14.02 ^{ns}	11514.89 ^{ns}	3314205.04 ^{ns}	2934881.67 ^{ns}	16706.02 ^{ns}	174679.31 ^{ns}	299442.96 ^{ns}
Test. vs. fact. I	1.93 ^{ns}	20.46 ^{ns}	18.35 ^{ns}	70.08**	2347197.65 ^{ns}	9362450.02 ^{ns}	2334124.81 ^{ns}	1110585.53 ^{ns}	2208492.00 ^{ns}	186875.52 ^{ns}
Densidad 1	12.14 ^{ns}	111.57**	48.88*	6.75 ^{ns}	220919.60 ^{ns}	650582.90 ^{ns}	113218.61 ^{ns}	1557.24 ^{ns}	66335.07 ^{ns}	88219.60 ^{ns}
Frecuencia 1	0.11 ^{ns}	142.62***	46.81 ^{ns}	10.08 ^{ns}	89821.60 ^{ns}	4935060.02 ^{ns}	6356896.33 ^{ns}	151852.50 ^{ns}	1229958.61 ^{ns}	2326985.54 ^{ns}
Den. x frec. I	13.31	10.30	8.89	8.82	5392159.47	6853553.64	21664424.17	1344661.44	2475027.84	6599632.25
Error 8										
Total 14	16:40	18.08	14.90	5.89	17.25	19.75	17.42	15.68	20.20	16.92

* (P < 0.05)

** (P < 0.025)

*** (P < 0.01)

C.V. = Coeficiente de Variación

N S = No significativo (P > 0.05)

Cuadro 19A . Cuadros medios y coeficientes de variación del contenido de proteína cruda (%) y producción de proteína cruda del King Grass.

Fuente de Variación	GL	% PROTEINA CRUDA			PRODUCCION DE PROTEINA CRUDA		
		Hoja	Tallo	Total	Hoja	Tallo	Total
Repetición	2						
Tratamientos	4	4.16****	0.31 ^{ns}	1.09 ^{**}	60776.34 ^{ns}	12621.14 ^{ns}	122268.89 ^{ns}
Test. vs. fact.	1	7.16****	0.38 ^{ns}	2.17****	132261.91 ^{ns}	15539.08 ^{ns}	238470.23 ^{ns}
Densidad	1	8.79****	0.09 ^{ns}	1.39**	78971.94 ^{ns}	15299.59 ^{ns}	163790.99 ^{ns}
Frecuencia	1	0.67 ^{ns}	0.57 ^{ns}	0.81 ^{ns}	30778.99 ^{ns}	6201.65 ^{ns}	64612.56 ^{ns}
Den. x frec.	1	0.01 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1092.52 ^{ns}	13444.23 ^{ns}	19508.43 ^{ns}
Error	8	0.33	0.14	0.18	65444.70	6422.11	103928.29
Total	14						
C.V. (%)		7.65	14.61	8.31	25.11	23.45	23.70

** (P < 0.025)
 *** (P < 0.01)
 **** (P < 0.005)

N.S. = No significativo
 (P > 0.05)

C.V. = Coeficiente de Variación

Cuadro 20A. Cuadrados medios y coeficientes de variación de la producción de biomasa y proteína cruda de la asociación de Poró y King Grass.

Fuente de G.L. Variación	B I O M A S A		P R O T E I N A C R U D A	
	Total	Comestible	Total	Comestible
Repetición 2	834302158.8 ^{ns}	40484431.65 ^{ns}	3000746.68 ^{***}	2256090.28 ^{***}
Tratamientos 4	201124365.07 ^{**}	95000215.54 ^{ns}	7448967.93 ^{***}	5591477.96 ^{***}
Test. vs. fact. 1	132161652.11 [*]	61655917.36 ^{ns}	4524087.08 ^{***}	3406819.11 ^{***}
Densidad 1	2592003.70 ^{ns}	2810752.60 ^{ns}	28756.17 ^{ns}	25198.25 ^{ns}
Frecuencia 1	1330614.72 ^{ns}	2470841.18 ^{ns}	1175.53 ^{ns}	865.81 ^{ns}
Den. x frec. 1	22828183.53	20089295.17	287454.34	207703.86
Error 8				
Total 14	14.41	14.52	21.30	19.57
C.V. (%)				

* (P < 0.05)

** (P < 0.025)

*** (P < 0.01)

N.S. = No significativo
(P > 0.05)

C.V. = Coeficiente de variación

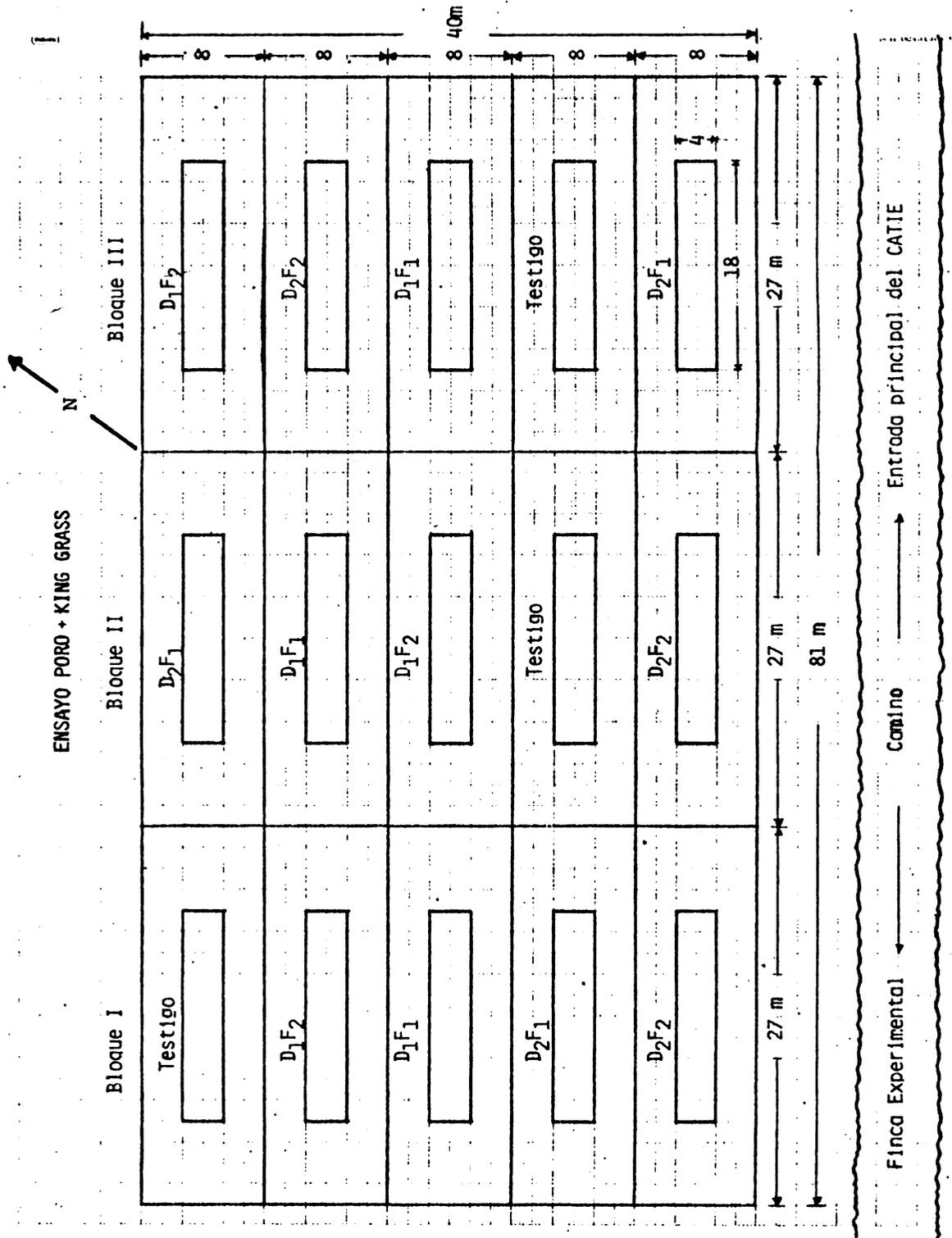


Figura 1A. Ubicación del ensayo Poró + King Grass en el campo.

Instalaciones especies menores

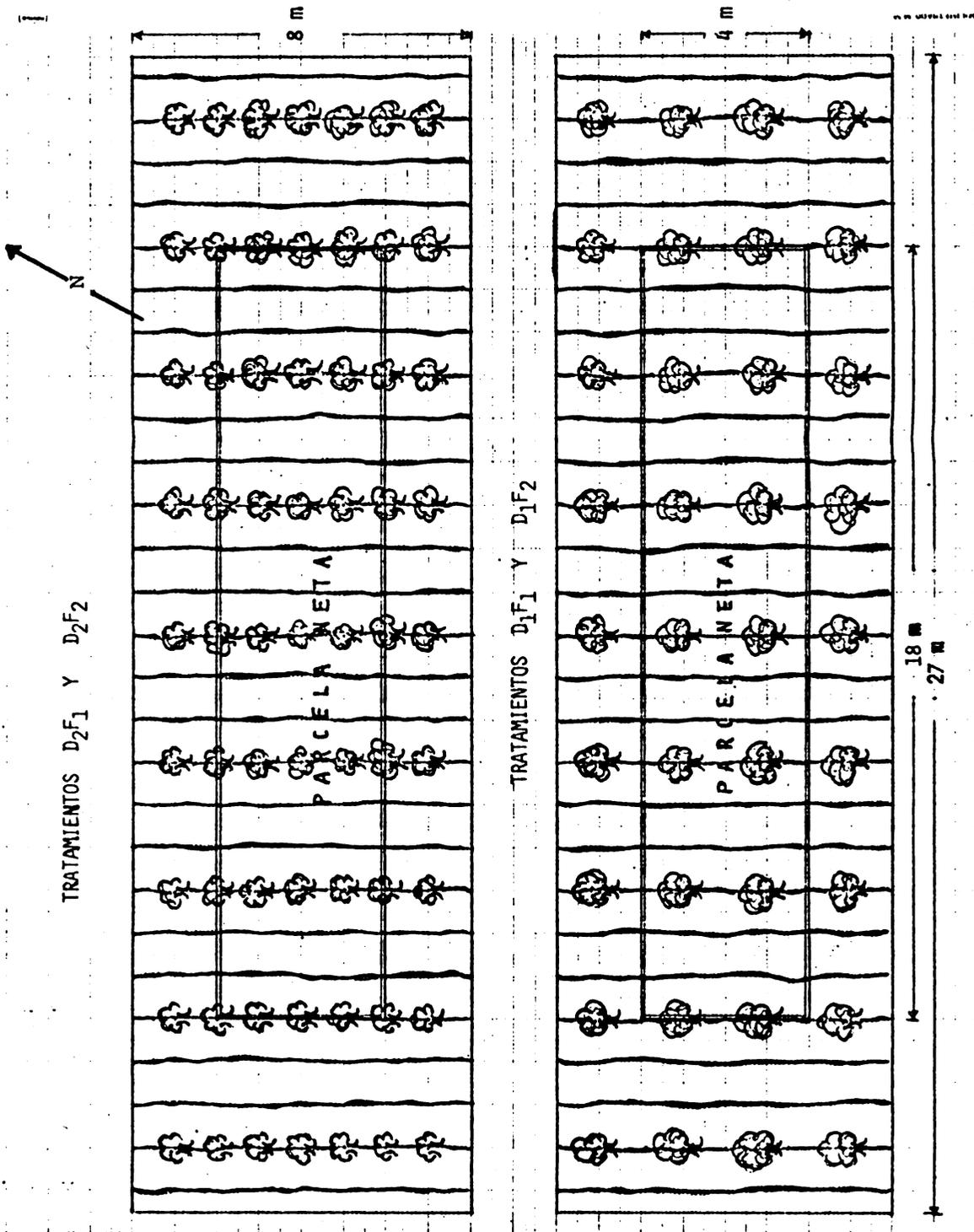


Figura 2A. Tamaño de parcela bruta y parcela neta por tratamiento del ensayo Poró + King Grass.