

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
CATIE

SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA

PROGRAMA DE POSGRADO

EFFECTO DE DEPOSITAR EN EL SUELO MATERIAL DE PODA DE PORO  
(*Erythrina poeppigiana*) SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA  
BIOMASA DE KING GRASS (*Pennisetum purpureum* x *P. Typhoides*)  
ESTABLECIDO EN ASOCIO.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar el grado de

**Magister Scientiae**

por

**HECTOR FABIO LIBREROS JARAMILLO**

Turrialba, Costa Rica

1990

## DEDICATORIA

A la memoria de mi mamita Trina  
y mi tía Beatriz, porque sus vidas  
fueron un ejemplo de dedicación  
familiar, laboriosidad y fé en Dios.

A mi madre, símbolo de tenacidad  
y amor por los suyos. A mi padre,  
por su ejemplo de responsabilidad  
y honestidad. A mis hermanas, por  
el apoyo de siempre.

A Margoth, porque su amor por mí y  
nuestros hijos, ha superado cualquier  
limitación. A H. Vladimir, Tania Eliana,  
Camilo Ernesto y Pablo Eduardo porque  
han sabido adaptarse a las circunstancias,  
deparándome muchas satisfacciones.

A Doña Merceditas, Familias Triana  
y Guerra, Mimita, Teresa y Mencha  
por su apoyo y respaldo.

Al Dr Manuel Ocampo por su confianza en mí  
y porque su apoyo fué decisivo para la  
realización de mis estudios

A mi profesor consejero, Ing.  
Jorge Benavides, por su dedicación  
apoyo y amistad

A mis familiares, compañeros de trabajo,  
compañeros de promoción y amigos.

A los compañeros indígenas del  
Putumayo y Sur del Tolima con  
quienes compartí jornadas de  
trabajo.

## AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A los Dres Armando Samper, Luis Arango, Edgar Ceballos, Héctor Bermudez, Javier Cruz, Jorge Peñuela, Octavio Cardona y Carlos Martínez por su constante apoyo en el trámite de mi beca de estudios.

Al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) porque su escuela es invaluable y por lo que representa para nuestros campesinos.

Al CATIE por haberme permitido ingresar a su posgrado y por haberme brindado tantas cosas interesantes.

Al ICETEX y a la oficina de Capacitación del ICA por el manejo excelente de nuestro recurso de beca.

A los Dres Danilo Pezo, Gustavo Morales y Donald Kass miembros de mi comité asesor por sus aportes y orientaciones durante el proceso de estudio.

A Gustavo López, por su decidido apoyo en el procesamiento de datos.

Al grupo de compañeros del laboratorio de Ganadería, así como a Patricia, Ana, Carlos, Rigo del laboratorio de suelos.

A los obreros que me ayudaron con los trabajos en la parcela experimental. A Eduardo, don Julio, Don Nano, Cheito y Pepe quienes siempre estuvieron prestos a colaborar.

A la colonia Colombiana del CATIE por su acogida, estímulo, amistad y apoyo sin límites.

A mis paisanos compañeros de promoción: José Pulido, Néstor Vásquez y M. León Escobar, por su gran amistad.

A Rafael Tello, Daniel González y Adolfo Trochez por su colaboración y apoyo.

A Orlando Montero, por sus invaluable enseñanzas en computación, dadas a mí y a mi familia.

A todos aquellos que de una u otra forma colaboraron en este proceso de estudio y que hicieron posible su conclusión exitosa.

## BIOGRAFIA

El autor nació en la Victoria, Valle, Colombia, el 25 de Enero de 1950. Adelantó estudios de primaria en el Colegio Luis Angel Salcedo y de Bachillerato en el Colegio Académico de Buga, Valle. Se graduó como Médico Veterinario Zootecnista en la U. del Tolima, Colombia, en diciembre de 1972. Ha laborado con la Intendencia Nacional del Putumayo, la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC- y con el Instituto Colombiano Agropecuario- ICA-. Ha realizado estudios de posgrado a nivel de especialización en Extensión Rural en Colombia e Israel y en Administración Agroindustrial en el ICESI, Colombia. Ingresó en el programa de posgrado del CATIE, en Turrialba, Costa Rica, en el Area de Ganaderia Tropical en septiembre de 1988, de donde egresó en octubre de 1990. Actualmente es funcionario del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en donde se desempeña como coordinador de la Unidad de Investigación del Centro Regional de Capacitación, Extensión y Divulgación de Tecnología (CRECED) del Sur del Valle, con sede en Cali.

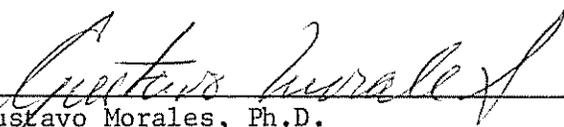
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

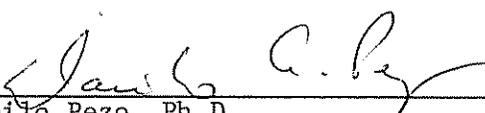
MAGISTER SCIENTIAE

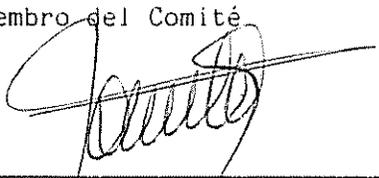
COMITE ASESOR:

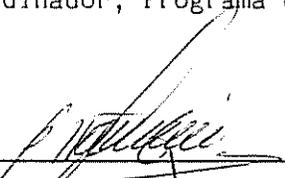
  
\_\_\_\_\_  
Jorge Benavides, M.Sc.  
Profesor Consejero

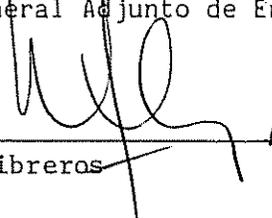
  
\_\_\_\_\_  
Donald Kass, Ph.D.  
Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Gustavo Morales, Ph.D.  
Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Danilo Pezo, Ph.D.  
Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.  
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Luis Parisí  
Subdirector General Adjunto de Enseñanza

  
\_\_\_\_\_  
Héctor Fabio Libreros  
Candidato

## CONTENIDO

RESUMEN .....	xi
SUMARY .....	xiii
LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO .....	xv
LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE .....	xix
LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO .....	xxiv
1. INTRODUCCION .....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.1.1 Objetivos generales .....	2
1.1.2 Objetivos especificos .....	2
1.2 Hipótesis de trabajo .....	3
2. REVISION DE LITERATURA .....	4
2.1 El sistema asociado Foró más King Grass .....	4
2.2 El material biológico en estudio .....	6
2.2.1 El Foró .....	6
2.2.2 El King grass .....	9
3. MATERIALES Y METODOS .....	11
3.1 Area de estudio .....	11
3.1.1 Localización .....	11
3.1.2 Suelos .....	11
3.1.3 Clima .....	12
3.2 Antecedentes del experimento .....	13
3.2.1 Muestras de suelo .....	13
3.2.2 Establecimiento del Foró .....	15
3.2.3 Establecimiento del King Grass .....	16
3.3 Descripción de la unidad experimental .....	17

3.4	Diseño experimental .....	17
3.4.1	Diseño y tratamientos .....	17
3.5	Manejo del experimento .....	18
3.5.1	Manejo del King Grass .....	18
3.5.2	Manejo del Poró .....	22
3.6	Análisis químico .....	23
3.6.1	Análisis químico de plantas .....	23
3.6.1.1	Proteína cruda .....	24
3.6.1.2	DIVMS .....	24
3.6.1.3	Contenido de minerales .....	24
3.6.2	Análisis químico de suelos .....	25
3.6.2.1	Contenido de Materia Orgánica .....	25
3.6.2.2	Grado de acidez (pH) .....	25
3.6.2.3	Nitrógeno total .....	25
3.6.2.4	Calcio y Magnesio .....	25
3.6.2.5	Fósforo, potasio, cobre, zinc y manganeso	26
3.7	Análisis de datos .....	26
3.7.1	Variables evaluadas .....	28
3.7.1.1	En el pasto King Grass .....	28
3.7.1.2	En el poró .....	28
3.7.1.3	En el sistema asociado .....	28
3.7.1.4	En el suelo .....	29
3.7.1.5	Covariable .....	29
3.7.1.6	Regresiones .....	30

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>31</b>
4.1 Manejo de la plantación .....	31
4.1.1 Manejo del Poró .....	31
4.1.2 Manejo del King Grass .....	33
4.2 El Poró .....	34
4.2.1 Composición química .....	35
4.2.1.1 Contenido de materia seca .....	35
4.2.1.2 Contenido de PC .....	35
4.2.1.3 Contenido DIVMS .....	37
4.2.2 Producción de materia seca del poró .....	37
4.2.3 Producción M.S.D. del poró .....	40
4.2.4 Producción PC del poró .....	40
4.2.5 Contenido de nutrientes minerales .....	41
4.2.6 Extracción y depósito de minerales .....	42
4.3 Suelo de la parcela experimental .....	46
4.3.1 Análisis del suelo .....	46
4.3.2 Nitrógeno mineralizado en el suelo .....	51
4.4 El King grass .....	52
4.4.1 Contenido de materia seca del King Grass .....	52
4.4.2 Contenido de proteína cruda del King Grass .....	53
4.4.3 DIVMS del King Grass .....	54
4.4.4 Contenido de nutrientes minerales del King Grass .....	55
4.4.5 Extracción de nutrientes minerales por King Grass .....	56
4.4.6 Producción de materia seca del King Grass .....	60
4.4.7 Producción MSD del King Grass .....	63
4.4.8 Producción PC por King Grass .....	64

4.5 Sistema asociado (poró más King Grass) .....	65
4.5.1 Extracción mineral en el sistema asociado .....	66
4.5.2 Producción de materia seca total .....	72
4.5.3 Producción MSD total .....	75
4.5.4 Producción PC .....	76
4.6 Productividad y sostenibilidad del sistema .....	78
4.7 Regresiones .....	82
5. CONCLUSIONES .....	86
5.1 Calidad del pasto king grass .....	86
5.2 Producción de biomasa del king grass .....	87
5.3 Extracción, reposición de nutrientes y su efecto en el suelo .....	87
6. RECOMENDACIONES .....	89
7. BIBLIOGRAFIA .....	90
8. APENDICE .....	95

LIBREROS J,H.F. 1990. Efecto de depositar en el suelo material de poda de poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción y calidad de la biomasa del king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) establecido en asocio.

Palabras claves: Asociación, depósito de follaje, *Erythrina poeppigiana*, *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*, biomasa, extracción de nutrientes, manejo, calidad nutritiva, sostenibilidad.

## RESUMEN

En la Finca Experimental de Ganadería Tropical del CATIE, en Turrialba, Costa Rica, en el período de diciembre de 1988 y febrero de 1990, se realizó un estudio para evaluar el efecto de depositar en el suelo follaje de poda de poró sobre la calidad y producción de biomasa de king grass, establecido en asocio.

El poró y el king grass se cultivaron en asociación, estando los árboles de poró sembrados a 2x3m (1667 árboles/ha) y el king grass en surcos cada metro. La parcela bruta tuvo una área de 216m<sup>2</sup> y 84m<sup>2</sup> la parcela neta. Se practicaron tres podas de poró y tres cortes de pasto, con intervalos de 112±7 y 103±4 días, respectivamente. Los tratamientos, fueron cinco, correspondiendo uno de ellos al testigo (king grass solo) y cuatro al asocio con depósito de follaje de poda perteneciente al 0, 33, 66 y 100% de los árboles de la parcela bruta. El diseño estadístico empleado fué de parcelas divididas en el tiempo, con tres repeticiones.

Los resultados obtenidos indican que el king grass cultivado en asocio con poró incrementó de manera significativa la producción de materia seca, proteína cruda, materia seca digestible y el contenido de proteína cruda con respecto al pasto solo, teniendo el depósito de follaje, efecto lineal sobre estas variables. Las ecuaciones de regresión para el efecto del nitrógeno presente en el follaje de poró depositado, fueron de  $y = 19690 + 37.9x$  para la

producción de materia seca, de  $y=1289+3.5x$  para la producción de proteína cruda, de  $y=10793+21.3x$  para la producción de materia seca digestible y de  $y=6.5+0.036x$  para el contenido de proteína cruda.

Tanto el poró como el pasto disminuyeron significativamente sus rendimientos, en cortes sucesivos, siendo esta disminución mayor en el segundo corte. La merma en rendimiento fue mayor en el caso del poró, presumiblemente por problemas de encharcamiento y plagas que atacaron la plantación. Esta disminución afectó el depósito de follaje en el suelo y con ello el aporte de nutrientes, lo que se reflejó en el descenso productivo del king grass. Sin embargo, los tratamientos de mayor depósito de follaje de poda de poró, tuvieron las menores disminuciones relativas de la producción de pasto.

En la solución del suelo, el potasio fué el mineral que más disminuyó su contenido, siendo esta situación más crítica a medida que se incrementó el depósito de follaje, debido al aumento en la producción de pasto. Los niveles de reposición con el 100% de depósito de follaje, con respecto a la extracción hecha a través del king grass, fueron de 83% para el Ca, 71% para el N, 41% para el P, 29% para el Mg y 19% para el K.

Se concluye entonces, que el depósito de follaje de poró incrementó los rendimientos del king grass asociado, con aumento de la extracción de minerales y de las reservas del suelo, especialmente K, al no tener el follaje de poda niveles de reposición suficientes.

Se recomienda por lo tanto, que el manejo del king grass y el poró se ajuste a las limitaciones del asocio, con reposición orgánica o química de los minerales deficitarios, especialmente potasio, para evitar que los rendimientos se vean afectados por estas circunstancias.

LIBREROS J, H.F. 1990. Effect of the return of pruned material from poró (*Erythrina poeppigiana*) on the production and quality of king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) and poro grown in association.

**Key words:** Association, foliage deposit, *Erythrina poeppigiana*, *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*, biomass, extraction of nutrients, management, nutritive quality, sustainability.

### SUMMARY

The deposition of pruned branches and foliage from poró was studied in relation to its effect on king grass production when both species were grown in association. This experiment was carried out from December 1988 until February 1990 in CATIE's Experimental Farm in Turrialba, Costa Rica.

The king grass and poró were cultivated as a mixture. Poró was planted at 2x3m (1667 trees/ha) while king grass was planted in furrows 1m apart. The total plot had an area of 216m<sup>2</sup>, and the net plot 84 m<sup>2</sup>. Both, poró and king grass were harvested three times during the experiment, with intervals of 112±7 and 103±4 days, respectively. The treatments were five, corresponding to control (king grass alone), and the four levels of deposition 0, 33, 66, and 100% of the pruning material from poró trees. A split-plot in time statistical design with three replications was used, being the main plots the treatments, and the harvests the sub-plots. .

The results indicate that king grass cultivated with poró increased significantly the production of dry matter, crude protein, digestible dry matter, and the crude protein content, as compared to the control plot. The deposition of pruned poró branches had a linear effect on all these variables. When the amount of nitrogen (kg/ha/harvest) returned in the pruned branches was used as an independent variable to predict different yield and quality parameters,

the following equations were developed:  $Y_1=19690+37.9X$ ;  $Y_2=1209+3.5X$ ;  $Y_3=10793+21.3X$ ; and  $Y_4=6.5+0.036X$ ; where:  $Y_1$ =dry matter yield,  $Y_2$ =crude protein yield,  $Y_3$ =digestible dry matter yield, and  $Y_4$ =crude protein content.

Both poró and king grass production trended to decrease with successive harvests, being this decline greater in the second harvest. The greatest relative decline in production was observed in the case of poró. This was probably due to puddling and pest problems that affected the trees and consequently the addition of nutrients to the soil. Those treatments with greater deposition showed smaller dropoffs in king grass production.

The greatest mineral reduction in the soil solution occurred for Potassium. This situation was related directly with higher levels of poró returns and greater grass production. When a 100% of the pruned branches of poró were deposited, the nutrients returned were equivalent to 83, 71, 41, 29 and 19% of the Ca, N, P, Mg and K extracted by king grass.

In conclusion, the deposition of pruned poró increased the production of king grass, but also increased the extraction of soil nutrients and soil nutrient reserves. This was especially important for potassium. King grass and poró should be managed taking into account the limitations of the system, replacing deficient nutrients with organic or chemical fertilizers in order to avoid reduced productivity.

## LISTA DE CUADROS

En el texto

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Datos meteorológicos, Estación CATIE, Turrialba, Costa Rica. Resumen acumulado hasta 1989 y datos para el año 1989. ....	14
2	Actividades agronomicas y aspectos agrometeorológicos relacionados con el manejo del Foró y King Grass. ....	21
3	Contenido de proteína cruda (%) del tallo tierno de Foró sembrado en asocio con King Grass. Según tratamientos de follaje y cortes experimentales. ....	36
4	Producción de materia seca (Kg/Ha/año) depositada, exportada y total de Foró según tratamientos y cortes experimentales.	
5	Producción de materia seca por árbol (Kg/corte) y proporción de los componentes del follaje de Foró según tratamientos. ....	39
6	Proteína cruda depositada, exportada y total (Kg/Ha/año) de Foró según tratamientos y cortes experimentales. ....	41
7	Contenido de minerales (%) de la hoja de Foró sembrado en asocio con King Grass según tratamientos. ....	42
8	Nitrógeno depositado, exportado y total (Kg/Ha/año) proveniente del Foró sembrado	

	en asocio con King grass según tratamientos y cortes experimentales. ....	43
9	Fósforo depositado, exportado y total (Kg/Ha/año) proveniente del Foró sembrado en asocio con King grass según tratamientos y cortes experimentales. ....	44
10	Potasio depositado, exportado y total (Kg/Ha/año) proveniente del poró sembrado en asocio con king grass según tratamientos y cortes experimentales. ....	45
11	Calcio depositado, exportado y total (Kg/Ha/año) proveniente del poró sembrado en asocio con king grass según tratamientos y cortes experimentales. ....	46
12	Características químicas del suelo antes y después del experimento de asociación de poró y king grass según tratamientos.	
13	Contenido de proteína cruda (%) del pasto King grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales. ....	54
14	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (%) del king grass, sembrado en asocio con poró según tratamientos y cortes experimentales. ....	55
15	Contenido de minerales (%) del King grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje de poró y cortes experimentales. ....	56

16	Extracción de nitrógeno (kg/ha/año) por el king grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje de poró y cortes experimentales.	
17	Extracción de fósforo (kg/ha/año) del King grass según tratamientos y cortes experimentales. ....	58
18	Extracción de potasio (kg/ha/año) del King grass sembrado en asocio con poró según tratamientos y cortes experimentales. ....	59
19	Extracción de calcio (kg/ha/año) por el King grass sembrado en asocio con poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	59
20	Producción de materia seca (kg/ha/año) de pasto king grass sembrado en asociación con poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	60
21	Producción de proteína cruda (kg/ha/año) del pasto king grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales. ....	64
22	Nitrógeno depositado, exportado y total (kg/ha/año) de la asociación de poró y pasto según tratamientos y cortes experimentales. ....	67
23	Fósforo depositado, exportado y total (kg/ha/año) de la asociación de poró y pasto según tratamientos y cortes experimentales. ....	68

24	Potasio depositado, exportado y total (Kg/ha/año) de la asociación de poró y king grass según tratamientos y cortes experimentales. ....	69
25	Calcio depositado, exportado y total (Kg/ha/año) de la asociación de poró y king grass según tratamientos y cortes experimentales. ....	70
26	Materia seca depositada, exportada y total (kg/ha/año) de la asociación de pasto y poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	73
27	Relación entre la materia seca producida (total y exportada) con la materia seca depositada de poró (kg prod/Kg dep), según tratamientos experimentales. ....	74
28	Producción de materia seca por macolla (g) de king grass según tratamientos y bloques experimentales. ....	75
29	Participación relativa (%) del king grass y el poró en la producción de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y materia seca digestible (MSD) según tratamientos.	
30	Proteína cruda depositada, exportada y total (kg/ha/año) de la asociación de pasto y poró según tratamientos y cortes experimentales. ....	77
31	Rendimiento relativo (%), entre cortes, de la proteína cruda exportada por el sistema asociado de poró y King grass según tratamientos experimentales. ....	79

32	Rendimiento relativo (%) entre cortes, de la materia seca exportada por el sistema asociado de poró y king grass según tratamientos experimentales. ....	80
33	Reposición de minerales por el depósito de follaje de poda de cada tratamiento. ....	81
34	Variación numerica entre los análisis pre y post experimento para algunas características químicas del suelo. ....	82
35	Ecuaciones de regresión sobre el efecto de la materia seca de poró depositada (% restitución), sobre el comportamiento de diferentes variables medidas en el king grass. ....	84
36	Ecuaciones de regresión sobre el efecto del nitrógeno del poró depositado (% restitución), sobre el comportamiento de diferentes variables medidas en el king grass. ....	85

LISTA DE CUADROS

En el apéndice

<u>Cuadro No.</u>	<u>Página</u>
1A	Probabilidades según las fuentes de variación de los análisis de varianza, para las variables de contenido de MS, PC y DIVMS de poró en asocio con king grass.

2A	Probabilidades según las fuentes de variación de los análisis de varianza, para las variables de producción de poró en asocio con king grass. ....	96
3A	Contenido de materia seca (% MS) de la hoja de poró sembrado en asocio con king grass, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales. ....	97
4A	Contenido de materia seca (% MS) del tallo tierno de poró sembrado en asocio con king grass, según tratamientos y cortes experimentales. ....	97
5A	Contenido de materia seca (% MS) del tallo leñoso de poró sembrado en asocio con king grass, según tratamientos y cortes experimentales. ....	98
6A	Contenido de proteína cruda (%) de la hoja de poró sembrado en asocio con king grass, según tratamientos y cortes experimentales. ....	98
7A	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (%) de la hoja de poró según tratamientos y cortes experimentales. ....	99
8A	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (%) del tallo tierno de poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	99
9A	Materia seca depositada, exportada y total (kg/ha/año) de hoja de poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	100

10A	Materia seca depositada, exportada y total (kg/ha/año) de tallo tierno de poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	101
11A	Materia seca depositada, exportada y total (kg/ha/año) de tallo leñoso de poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	102
12A	Producción de materia seca digestible (kg/ha/año) de hoja, tallo tierno y total de poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	103
13A	Proteína cruda (kg/ha/año), depositada, exportada y total de hoja de poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	104
14A	Proteína cruda (kg/ha/año), depositada, exportada y total de tallo tierno de poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	105
15A	Proteína cruda (kg/ha/año), depositada, exportada y total de tallo leñoso de poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	106
16A	Contenido de minerales (%) del tallo tierno de poró sembrado en asocio con king grass según tratamientos. ....	107
17A	Contenido de minerales (%) del tallo leñoso de poró sembrado en asocio con king grass según tratamientos. ....	107

18A	Magnesio (kg/ha/año) depositado, exportado y total por el poró sembrado en asocio con king grass, según tratamientos y cortes experimentales. ....	108
19A	Probabilidad de las fuentes de variación de los análisis de varianza, para las variables de contenido de MS, PC, DIVMS y producción de MS, PC y MSD del king grass en asocio con poró. ....	109
20A	Probabilidad de las fuentes de variación de los análisis de varianza, para las variables de contenido de minerales del king grass en asocio con poró. ....	109
21A	Probabilidad de los contrastes testigo vs tratamiento 0% y de respuesta lineal al depósito de follaje de poda, correspondiente a la extracción de minerales por el king grass. ....	110
22A	Contenido de materia seca (% MS) de la hoja de king grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales. ....	110
23A	Contenido de materia seca (% MS) del tallo de king grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales. ....	111
24A	Contenido de materia seca (% MS) de la planta total de king grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales. ....	111

25A	Probabilidad de las fuentes de variación de los análisis de varianza, según variables de estudio del asocio poró con king grass. ....	112
26A	Extracción de magnesio (kg/ha/año) por el king grass sembrado en asocio con poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	112
27A	Producción de materia seca digestible (kg/ha/año) de king grass sembrado en asocio con poró, según tratamientos y cortes experimentales. ....	113
28A	Magnesio (kg/ha/año) depositado, exportado y total de la asociación de poró y king grass, según tratamientos y cortes experimentales. ....	114
29A	Producción de materia seca digestible (kg/ha/año) del poró y pasto sembrados en asociación, según tratamientos y cortes experimentales. ....	115
30A	Número de macollas de king grass sembrado en asocio con poró, según tratamientos y bloques experimentales. ....	116
31A	Distancia promedio entre macollas de king grass sembrado en asocio con poró, según tratamientos y bloques experimentales. ....	116

## LISTA DE FIGURAS

En el texto

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1	Característica de campo del experimento. ....	19
2	Característica de las parcelas bruta y neta de los tratamientos asociados (poró más King grass). ....	20

## 1. INTRODUCCION

En los países en desarrollo, las explotaciones pecuarias no han logrado incrementar la producción y productividad de manera eficiente, debido a que las tecnologías que se han tratado de introducir a estos países y que en su mayoría provienen de zonas templadas se caracterizan por la alta especialización de la producción animal y el uso intensivo de recursos. Esto ha creado dependencia de material genético y materias primas para poder cumplir con las metas técnicas que enfatizan la tasa de productividad animal y no el conjunto del sistema agrícola. A menudo estas tecnologías no obedecen a las condiciones propias de los países en vías de desarrollo, especialmente por el ambiente tropical imperante y los inconvenientes socioeconómicos que limitan la adopción.

La ganadería bovina en particular y la explotación animal en general, no pueden considerarse como sistemas productivos aislados. Estas explotaciones deben ser parte integral y constitutiva del sistema mixto de producción imperante en América Tropical. Se requiere así, más atención al enfoque de sistemas y menos al enfoque atomístico, propendiendo entonces, por la productividad agrícola, pecuaria y forestal en su totalidad, haciendo uso de los recursos existentes ó potencialmente disponibles. Esto debe conducir a seleccionar aquellos sistemas agrícolas que maximicen la producción y calidad de biomasa, la fijación de nitrógeno atmosférico, la utilización de un mínimo de insumos importados y la conservación del recurso suelo y del medio ambiente.

Bajo esta estrategia del desarrollo, la integración de leguminosas arbóreas con gramíneas es de principal importancia. La asociación de árboles leguminosos con gramíneas posibilita el incremento y mejora de la calidad de

biomasa comestible para la producción animal por unidad de área; aumenta la fertilidad del suelo; contribuye a conservar y recuperar el medio ambiente y adicionalmente pueden obtenerse productos como leña, postes para cercas vivas y material vegetativo de reposición.

En el presente estudio, se evalúa el cultivo asociado de una leguminosa arbórea, el poró (*Erythrina poeppigiana*), con una gramínea de corte, el king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y se plantea los siguientes objetivos e hipótesis de trabajo:

## 1.1. Objetivos

### 1.1.1. Objetivos Generales

- i). Mejorar la calidad y cantidad de biomasa comestible para la producción animal mediante la evaluación de una alternativa agroforestal aprovechando el reciclaje de nutrientes de árboles asociados con gramíneas.
- \* ii). Mejorar el uso del suelo y la sostenibilidad de la producción de forraje mediante el desarrollo de una alternativa de uso más eficiente de los recursos naturales disponibles.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- i). Estudiar el efecto de la adición al suelo de material de poda del poró sembrado en asocio con king grass, sobre la cantidad y calidad de la biomasa del pasto y de la asociación.

- ii). Determinar el efecto del reciclaje y de la exportación de biomasa sobre las características químicas del suelo.
- iii) Determinar factores limitantes de la producción y sostenibilidad de la biomasa en una asociación de poró con king grass.
- iv). Continuar la evaluación de un modelo agroforestal alternativo al tradicional monocultivo de gramíneas, para la producción de forraje con destino a la alimentación animal.

## 1.2. Hipotesis de Trabajo

- i). En una plantación de poró (*Erythrina poeppigiana*) asociado con pasto king-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*), la adición al suelo del material de poda del poró, incrementa el contenido de proteína y la producción de materia seca y proteína cruda del pasto, comparativamente con el monocultivo del mismo.
- ii). Al aumentar el nivel de depósito de material de poda del poró sobre el suelo, se incrementan los rendimientos del pasto asociado y de la biomasa total.
- iii). Al incrementar los niveles de depósito de material de poda del poró asociado con king grass, se aumenta el nivel de reciclaje de los nutrientes del suelo y se obtiene una producción más sostenida de pasto y de biomasa total.

## 2. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. El sistema asociado poró + King grass

Las estrategias para el desarrollo agropecuario del futuro deberán basarse en mayor grado en los sistemas integrados tomando en cuenta la producción de biomasa y su utilización como combustible o alimento animal. Entre los componentes de esta estrategia está el seleccionar los cultivos y los sistemas agrícolas que maximicen la producción de biomasa y la fijación de nitrógeno atmosférico con un mínimo de insumos importados (Freston, T. y Leng R., 1989). Es así, como surgen los sistemas agroforestales como una alternativa racional del uso del suelo ante la necesidad de aumentar la producción biológica por unidad de superficie (Budowski, G., 1981; Russo, R., 1983). Con estos sistemas se busca mantener la capacidad productiva de los suelos, con bajos costos económicos, diversificando las cosechas y respetando el principio del rendimiento sostenido (Beer, J., 1980; Budowski, G., 1981; Combe, J. y Budowski, G., 1979).

El interés por asociar pasturas con árboles, especialmente leguminosos, se ha incrementado en los últimos años, aunque la combinación de árboles con pastos es una técnica de producción utilizada desde hace mucho tiempo, bajo diferentes condiciones sociales y escalas productivas (Fassbender, H., 1987; Rodríguez, R., 1985).

Estudios realizados en Turrialba, Costa Rica, por Bronstein, G. (1984) y Rodríguez, R. (1985) señalan que la asociación de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) con poró (*Erythrina poeppigiana*), una leguminosa arbórea fijadora de nitrógeno, supera las producciones de la gramínea sembrada en monocultivo y sin fertilización, incrementándose las producciones de materia seca comestible y proteína cruda.

Estas investigaciones se han orientado hacia la evaluación de los efectos de densidad de árboles y frecuencia de poda del poró sobre la producción y calidad de la biomasa del pasto. Asimismo se han comparado los resultados con el de otras especies arbóreas y con el aporte de nutrientes por la caída natural de las hojas o por el material de poda del árbol.

En algunos sistemas agroforestales como los cultivos en callejones y cercas vivas, la biomasa que se obtiene de la poda de especies arbóreas principalmente leguminosas, se está usando como abono verde (Kang, B., 1981). Las podas de los árboles constituyen un aporte significativo de materia orgánica al suelo, que al descomponerse e incorporarse, mejora las condiciones del mismo, pues se favorecen la estructura y la permeabilidad, así como el contenido de materia orgánica, la cantidad y disponibilidad de nutrientes (Sánchez, F., 1981). Las ramas y las hojas resultantes de la poda y que permanecen por un tiempo sobre el suelo antes de descomponerse, reducen la evaporación e impiden el desarrollo de malezas (Budowski, G., 1981). Además, después de cada poda mueren una gran cantidad de raíces, que al descomponerse, dejan canales por donde pueden ramificarse raíces de otras especies. Entre las leguminosas arbóreas, el poró por la cantidad de follaje que produce y los nutrientes que aporta, presenta características favorables para ser usado como abono verde.

En el suelo y bajo las condiciones de trópico húmedo de Turrialba, Costa Rica, Rodríguez, R. (1985) no encontró diferencias marcadas entre la asociación de poró y king grass y el pasto en monocultivo. No obstante, para los tratamientos asociados, la materia orgánica, el nitrógeno y el calcio tendieron a incrementarse entre los muestreos inicial y final del experimento, debido probablemente a la muerte y descomposición constante de raíces, al material vegetal que queda en el suelo después de las cosechas y a la caída

natural de hojas de poró. Por otra parte, la disponibilidad de potasio, magnesio y fósforo disminuyó en la solución del suelo, pero el nutriente de disponibilidad crítica en el suelo fue el potasio, que tuvo un descenso de 610 kg/ha en los dos años de estudio.

Según el mismo estudio (Rodríguez, R., 1985), el asocio de poró y king grass extrajo mayor cantidad de nutrientes en relación con el pasto solo, siendo el nitrógeno y el potasio los minerales de mayor salida de la plantación, tanto en la asociación como en el monocultivo. El material de poda del poró al ser usado en su totalidad como abono verde depositado en el suelo, de acuerdo con los contenidos de minerales de su biomasa, podría reciclar el 21% del fósforo y potasio y el 42% del magnesio extraídos por el King grass. En cuanto al nitrógeno, el aporte por material de poda y la fijación de nitrógeno atmosférico por parte del poró, superaría la extracción hecha por el King grass.

## 2.2. EL material biológico en estudio.

### 2.2.1. El Poró.

El poró es una leguminosa arbórea perteneciente a la familia Papilionaceae. Es originaria del Perú y se halla distribuida de manera amplia y natural en América Tropical, comportándose como nativa. Se le conoce con los siguientes nombres: en Costa Rica como "poró gigante" o "poró extranjero"; en Colombia como "cachimbo" y "cámbulo"; en Venezuela como "bucare", "bucare anauco" y "Cachimbo"; en el Perú, se le dice "Amasisa"; en Puerto Rico "madre de cacao" y en Cuba "peñon" (Russo, R., 1983).

El poró es un árbol de rápido crecimiento que alcanza una altura media de 22 metros, pudiendo en condiciones apropiadas llegar a 30 m de altura en menos de 10 años. Crece en zonas tropicales con precipitaciones medianas a altas y desde 0 hasta 1.400 m.s.n.m. En condiciones naturales pierde sus hojas en época seca. Se reproduce adecuadamente por semillas y tiene gran capacidad de propagarse vegetativamente por estacones largos que enraizan fácilmente y producen copa (Budowski, G., 1980; Russo, R., 1983). Esta leguminosa arbórea es utilizada entre otras varias maneras como árbol de sombra en cultivos, en especial de café y cacao, donde es manejado mediante podas periódicas para regular luminosidad y dejar el material de poda como abono verde (Combe, J. y Gewald, N., 1979; Russo, R.O., 1983). El factor que permite hasta dos podas anuales, es la extraordinaria capacidad de rebrote de la especie, pues los árboles podados totalmente a 2,5-3 metros de altura, a los seis meses, producen una nueva copa de seis metros de diámetro.

En los potreros se utiliza el poró como cercas vivas o dejándolo crecer libremente para aprovechar la fijación de nitrógeno atmosférico, el aporte de nutrientes por la caída natural de hojas y como sombra para el ganado (Beer, J., 1980; Bronstein, G., 1984). Cuando se poda, su follaje puede utilizarse como abono verde o suministrarse como fuente de forraje y/o suplemento proteico en la alimentación de rumiantes, caso en el cual no se han observado problemas de toxicidad o palatabilidad (Benavides, J., 1983; Preston, T. y Leng, R., 1989). La biomasa comestible de poró contiene de 19 a 23% de proteína cruda, siendo este valor superior al de otros alimentos utilizados en la alimentación animal y sólo comparable al de otras especies de árboles como *Erythrina berteroana* y *Gliricidia sepium*; mientras que el contenido de energía metabolizable es similar al de las pasturas tropicales y el valor promedio de digestibilidad in

vitro de 51%, características éstas que no decrecen con la madurez del árbol. Sin embargo, la biomasa comestible del poró debe ser considerada sólo como un buen suplemento proteínico para la alimentación animal y no como dieta básica (Benavides, J., 1983; Espinoza, J., 1984; Preston, T. y Leng, R., 1989; Rodríguez, R., 1985).

La madera del poró, que es blanda y de baja densidad, se emplea en la elaboración de pasta celulósica y mezclada con madera de pino se emplea en la fabricación de papeles absorbentes (Budowski, G., 1980; Russo, R., 1983). Regularmente no se utiliza para leña o madera.

El poró manejado mediante podas produce gran cantidad de biomasa y nutrientes, es así como Russo, R (1983) señala producciones de materia seca de 23 y 14 ton/ha/año mediante una y dos podas anuales respectivamente, mientras que Rodríguez, R. (1985), obtuvo 14 toneladas/ha/año de biomasa total de poró en un asocio con King grass, a una densidad de 3333 árboles/ha y una frecuencia de poda de 4 meses. En el mismo estudio, Russo, R. (1983) determinó que una poda anual y las hojas caídas naturalmente significaron, en plantaciones de 280 árboles/ha, 331 Kg de nitrógeno, 32 de fósforo, 156 de potasio, 319 de calcio y 86 de magnesio. La remoción del material de poda fuera del sistema no afectó la cantidad de nitrógeno total del suelo, ni la producción de biomasa de ramas, ni la nodulación radical en un periodo de 6 meses. En este mismo experimento se halló que las hojas caídas naturalmente, con una poda al año, produjeron 4280 Kg de materia seca /ha/año y con dos podas anuales la producción alcanzó 1.914 Kg MS/ha/año.

Además del aporte de materia orgánica con alto contenido de nitrógeno al suelo, el poró como árbol leguminoso, realiza fijación simbiótica de nitrógeno, presentando gran número de nódulos en sus raicillas y en simbiosis con bacterias del

género *Rhizobium* coloca nitrógeno en circulación a disposición de la planta asociada (Escalante, G. et al., 1984; Russo, R., 1983). En un sistema agroforestal de café y poró en Turrialba, Costa Rica, se encontró una masa de 35 Kg de materia seca de nódulos/ha, con un contenido de 1686 gramos de nitrógeno/ha, 106 de fósforo, 810 de potasio, 141 de calcio y 246 de magnesio (Russo, R., 1983). También en Turrialba, en un asocio de poró y king grass, se obtuvieron en promedio 9 kg/ha de masa nodular (Rodríguez, R., 1985). Y en un sistema agroforestal de cacao y poró en Venezuela, se determinaron masas de 23 y 22 kg/ha de nódulos, en parcelas fertilizadas con 45 kg de N-P-K/ha/año y no fertilizadas. Se estimó que la cantidad de nitrógeno en nódulos en descomposición fué de 57 a 66 kg/ha en las parcelas no fertilizadas y fertilizadas respectivamente (Budowski, G., 1980).

### 2.2.2. El King grass.

El king grass es un pasto de corte híbrido entre *Pennisetum purpureum* y *P. typhoides*. Es originario de África del Sur y se encuentra diseminado en Panamá, Centroamérica, el Caribe y algunos países de Suramérica. Ha presentado buen comportamiento y goza de gran aceptabilidad, adaptándose bien a casi todo tipo de suelos, desde los livianos hasta los pesados, no soportando, sin embargo, encharcamiento prolongado (Bernal, E., 1988).

Los diferentes genotipos de pasto elefante, entre los que se incluye el king grass, son las especies de corte más empleadas en varios países tropicales. Se utiliza para suministrar picado verde al ganado o para ensilar, debido al gran volumen de producción (Bernal, E., 1988).

En Turrialba, Costa Rica, Rodríguez, R. (1985), concluyó que la producción de pasto no se afecta por la presencia de árboles, reportando para el mejor tratamiento asociado con

poró (3333 árboles/ha e intervalo entre podas de 3 meses), una producción de biomasa de king grass de 20 ton MS/ha/año. Esta producción significó el 70% de la producción de biomasa total de la asociación. En dicho experimento, la producción de proteína cruda del king grass para el mismo tratamiento fué de 1.300 Kg/ha/año, superior en 26% a la del pasto en monocultivo, siendo el contenido de proteína cruda del king grass en asociación 25% mayor que el contenido proteico del pasto solo.

El king grass responde bien a la aplicación de nitrógeno, produciendo aproximadamente 7,5 toneladas de materia seca por cada 200 Kg/ha de nitrógeno aplicado. La respuesta a la aplicación se hace evidente entre 30 y 45 días después del corte, que es cuando se presenta la mayor tasa de crecimiento. La calidad de este pasto es baja, siendo su mayor ventaja la gran capacidad para producir forraje, lo cual permite con la debida suplementación mantener un número elevado de animales por unidad de superficie (Bernal, E., 1988).

El king grass es mayor extractor de fósforo, potasio y magnesio que el poró. De la extracción total de nutrientes que realiza el sistema asociado, el pasto contribuye con el 47% de nitrógeno y calcio, el 83 % del fósforo, el 82 % de potasio y el 70 % de magnesio (Rodríguez, R., 1985).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Area De Estudio

##### 3.1.1. Localización

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental del Area de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, ubicado en Turrialba, Costa Rica.

Las coordenadas geográficas del CATIE son 9° 53' de latitud Norte y 83° 38' de longitud Oeste. La altitud es de 602 m.s.n.m. Según la clasificación de Holdridge, L. (1978) pertenece a la zona de vida denominada "Bosque muy húmedo premontano".

##### 3.1.2. Suelos

El suelo, según Aguirre, V. (1971), es de origen aluvial, perteneciente a la serie "Juray" (J) y clasificado según las categorías de la séptima aproximación en:

Orden: Inceptisol  
sub - orden: Tropepts.  
Gran grupo: Dystropepts  
Sub- grupo: Typic Humitropepts  
Familia: Fine, mixed, isohyperthermic

La topografía del área experimental presenta un micro relieve constituido por un pequeño montículo y una hondonada, con una pendiente que varía de 0 a 3%. Estos suelos poseen un drenaje moderado, que se torna imperfecto o malo en los sitios bajos por la presencia de moteaduras. La textura es franco arcillosa, presentando piedras o fragmentos rocosos que aunque han sido limpiados, afloran sobre la superficie.

El pH del suelo, en diciembre de 1988 (inicio del experimento) se presentaba como medianamente ácido con un promedio de 5,8 y para Junio de 1990 (final del experimento) como fuertemente ácido, con un promedio de 5,2.

Según análisis practicado al iniciar la fase experimental (diciembre 1988), y con base en patrones de comparación de Hardy, el suelo alcanzó valores altos de materia orgánica (5 a 8%), el nitrógeno total de medio a alto (0,2 a 0,4 %), el fósforo bajo (7,7 a 22,7 p.p.m.), el potasio de bajo a medio (0,06 a 0,32 meq), el calcio (4,1 a 7,1 meq) y el magnesio (1,2 a 1,8) son bajos. En general, el suelo puede considerase como de fertilidad mediana a baja (Aguirre, V., 1971).

### 3.1.3. CLIMA

La región del experimento, según Budowski, Schreuder y Hardy citados por Aguirre, V. (1971), presenta un clima cálido, excesivamente lluvioso y húmedo. Los datos meteorológicos, tomados en la estación del CATIE a unos 1000 metros del lugar del experimento y facilitados por el programa Manejo Integrado de Recursos Naturales del CATIE se consignan en el Cuadro 1. De esta información podemos destacar que 1989, fue un año de menor precipitación que el promedio, presentándose una disminución de 363 mm de lluvia en el año, con un promedio de disminución de 30,3 mm mensuales. Los meses en donde la precipitación fué menor (febrero, marzo y abril), tuvieron un déficit de 46 mm con respecto al promedio histórico de 41 años. Los meses de máxima precipitación en 1989 fueron inusuales, pues tradicionalmente son los meses de junio, julio, noviembre y diciembre los más lluviosos y para éste período lo fueron mayo, julio, septiembre y octubre.

En el Cuadro 1 se comparan los promedios históricos y los de 1989, año durante el cual transcurrió la mayor parte del experimento. Se pone de manifiesto que sólo hubo pequeñas variaciones que posiblemente no influyeron en el experimento. En 1989, hubo menos días lluviosos y menor precipitación, pero, sin embargo, se presentaron encharcamientos debido a lluvias fuertes, especialmente en la época de mayor precipitación. Se destacan, en 1989, los meses de marzo (70 mm) y septiembre (315 mm) como los meses de menor y mayor precipitación. Esto indica variación con respecto a los datos tradicionales de marzo (82 mm) y diciembre (298 mm) como los meses de menor y mayor lluviosidad.

### 3.2. Antecedentes del experimento

El presente trabajo hace parte de una serie de experimentos que sobre árboles forrajeros y su asocio con gramíneas para la alimentación animal se vienen desarrollando en el Area de Ganaderia Tropical del CATIE. En particular podría considerarse como continuación de la investigación realizada por Rodríguez, R. (1985), de cuyo trabajo se tomaron las recomendaciones sobre densidad de siembra y frecuencia de poda de los árboles de poró; distancia entre surcos y frecuencia de corte del King grass.

#### 3.2.1. Muestreo del suelo

Se hicieron dos muestreos de suelo, en diciembre de 1988 al iniciar el experimento y en julio de 1990, después de concluida toda la fase experimental. Para el muestreo se siguió la metodología recomendada por Díaz Romeu y Hunter (1978).

Para la extracción de las muestras se utilizaron barrenos sacabocado de cabo largo, sacando cinco submuestras

en cada parcela neta, a una profundidad de 0 a 20 cm. Las submuestras se juntaron, se homogenizaron y de esta mezcla se sacó una muestra para cada parcela. Esta operación permitió obtener 15 muestras, equivalentes a los cinco tratamientos de los tres bloques con que contaba el experimento.

**CUADRO 1.** Datos meteorológicos, Estación CATIL, Turrialba, Costa Rica. Resumen acumulado hasta 1989 y datos para el año de 1989.

DATO METEOROLOGICO	ACUMULADO (AÑOS)	PROMEDIO* HISTORICO	PROMEDIO** 1989
TENPERATURA °C	22		
Tº MEDIA		21.5	21.4
Tº MAXIMA		26.5	26.8
Tº MINIMA		18.0	17.7
FRECIPITACION (mm)	41		
ANUAL		2630	2267
DIAS LLUVIOSOS		251	243
MESES (mm)			
MINIMA FRECIP.	41	MARZO 82	MARZO 70
		ABRIL 130	ABR 111
		FEB. 133	FEB. 118
MAXIMA FRECIP.	41	DIC. 298	SEP. 315
		JULIO. 275	JUL. 262
		JUNIO. 275	MAY. 246
		NOV. 268	OCT. 242
EVAPORACION (MM)	22		
ANUAL (Tanque A)		1150	1140
humedad relat. (%)	22	87.9	89.4
RADIACION SOLAR (cal/cm² /dia	22	419	369

Fuente: Programa manejo integrado de recursos naturales, CATIE.

\* Resumen Acumulado de datos meteorológicos hasta 1989.

\*\* Resumen de lecturas diarias por variable meteorológica, año de 1989.

Los análisis de las muestras de suelo se realizaron en el laboratorio de suelos del CATIE, siguiendo la metodología de Díaz Romeu y Hunter (1978). Estos análisis fueron:

Materia orgánica:	(% M O)
pH:	(grado de acidez en agua)
Nitrógeno total:	(% N)
Fósforo:	(p.p.m)
Potasio, calcio, magnesio	(meq/100g de suelo)
Cobre, zinc y manganeso	(p.p.m)

En mayo de 1990 se tomaron muestras de suelo, a una profundidad de cero a cinco centímetros, para análisis de mineralización ( $\text{NH}_4^+$ ) de nitrógeno. Estos análisis se procesaron en el laboratorio de Fisiología Vegetal del CATIE. El procedimiento de muestreo fué similar al practicado para las muestras de suelo (Díaz Romeu, R. y Hunter, A., 1978). La determinación del nitrógeno mineralizado se efectuó por el método de incubación anaeróbica de Waring y Bremner (1964), modificado utilizando 40 °C en vez de 30 °C, por un periodo de una semana en vez de dos.

### 3.2.2. Establecimiento del poró.

La siembra de los árboles de poró se realizó dos años antes de iniciar el experimento. Se hizo por estacas de aproximadamente 2 metros de largo, de diferentes diámetros, provenientes de árboles adultos de la región. Las estacas se sembraron a medio metro de profundidad. La densidad de siembra fué de 1.667 árboles/ha, lo que dá una distancia de dos metros entre árboles y tres metros entre hileras.

Durante la fase de establecimiento del poró, el lote experimental no recibió ninguna aplicación de fertilizante, reemplazándose los árboles que resultaron enfermos o muertos.

El material vegetativo de las podas realizadas en este periodo fué cosechado y retirado del terreno experimental.

En diciembre de 1988, antes de sembrar el pasto King grass, los árboles de poró fueron sometidos a una poda total, retirándose de la parcela experimental el material de poda cosechado.

### 3.2.3. Establecimiento del King grass

La preparación del terreno para siembra del King grass fué hecha entre el 22 de diciembre de 1988 y el 5 de enero de 1989. Se hizo el corte y retiro de toda vegetación existente (maleza y pasto). Se aplicó glifosato (Roundup) como herbicida preemergente. Se hicieron surcos de un metro de separación y con cinco a diez centímetros de profundidad. Se aplicó fertilizante compuesto (triple 15) en el fondo de los surcos, para subsanar el déficit de potasio reportado por los análisis de suelo y se cubrió con una capa de suelo. La cantidad aplicada de fertilizante fue equivalente a 50 kg de N/ha.

El pasto king grass fue sembrado entre el 5 y el 6 de enero de 1989, utilizando tallos maduros con tres a cinco nudos cada uno. Estos se colocaron en forma doble y traslapada en el fondo de cada surco y se cubrieron con suelo.

Durante el establecimiento del King grass se efectuaron resiembras en aquellas partes donde no hubo emergencia de plantas. También se hizo control de malezas manual y químico, arrancándolas de raíz y aplicando herbicida (glifosato).

### 3.3. Descripción de la unidad experimental.

La unidad experimental tuvo las siguientes características: (Figuras 1 y 2).

Area total:	3.240 m <sup>2</sup> (80 x 40 m)
Número de bloques:	3
Area de cada bloque:	1.080 m <sup>2</sup> (27 x 40 m)
Número de parcelas/bloque:	5
Area de parcela bruta:	216 m <sup>2</sup> (27 x 8 m)
Area de parcela neta:	84 m <sup>2</sup> (21x4 m)
Parcelas sin árboles:	1/bloque
Parcela con árboles :	4/bloque.
Número de árboles /parcela bruta:	36 (9x4)
Número de árboles parcela neta:	14 (7x2)
Surcos de pasto/parcela bruta:	27
Surcos de pasto/parcela neta:	21

### 3.4. Diseño experimental

#### 3.4.1. Diseño y tratamientos

Se utilizó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, en donde las parcelas grandes correspondieron a los tratamientos y la parcela pequeña a los cortes. Los tratamientos fueron cinco, uno como testigo (king grass en monocultivo) y cuatro de King grass asociado con poró. Los tratamientos asociados variaron en el porcentaje de árboles cuyo material de poda fué depositado en el suelo, teniendo cada tratamiento tres repeticiones. Los tratamientos se especifican a continuación:

**Testigo (T):** Pasto King grass sembrado en monocultivo.

**Tratamiento 0%:** Foró y king grass sembrados en asociación  
0 adición de follaje de poró al suelo

**Tratamiento 33%:** Poró y king grass sembrados en asociación.  
Adición al suelo de follaje del 33% de los árboles (12 árboles).

**Tratamiento 66%:** Poró y king grass sembrados en asociación.  
Adición al suelo de follaje del 66% de los árboles (24 árboles).

**Tratamiento 100%:** Poró y king grass sembrados en asocio.  
Adición al suelo de follaje del 100% de los árboles (36 árboles).

### 3.5. Manejo del experimento

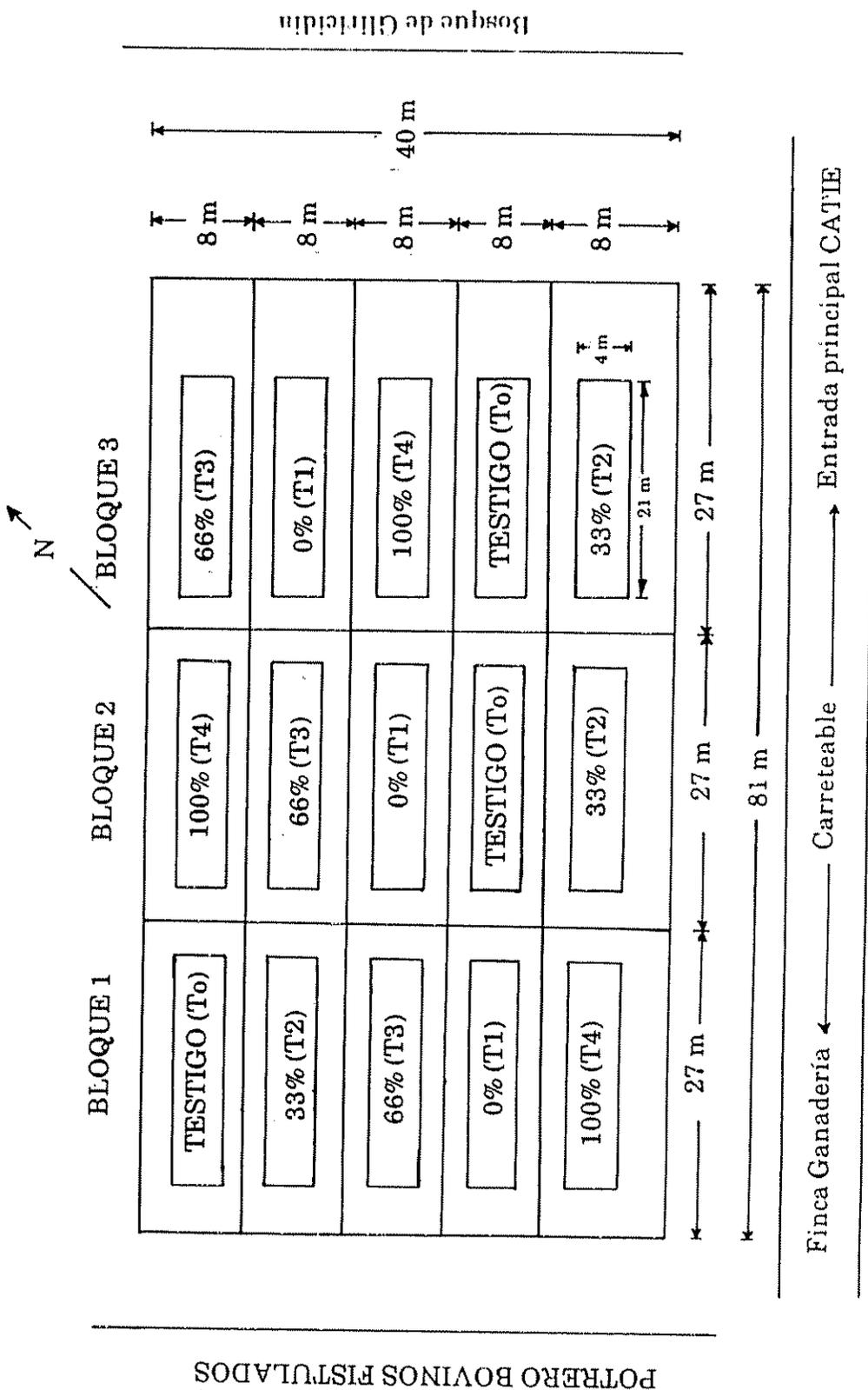
El experimento se inició en diciembre de 1988 y concluyó en febrero de 1989. Sin embargo, en mayo de 1990 se efectuaron cortes adicionales de King grass y poró. Información detallada del manejo experimental se observa en el Cuadro 2.

#### 3.5.1. Manejo del King grass

Para el King grass se efectuaron cuatro cortes. Durante toda la fase experimental no se aplicaron fertilizantes, ni se efectuaron controles de malezas. El intervalo entre cortes fue de  $103 \pm 4$  días.

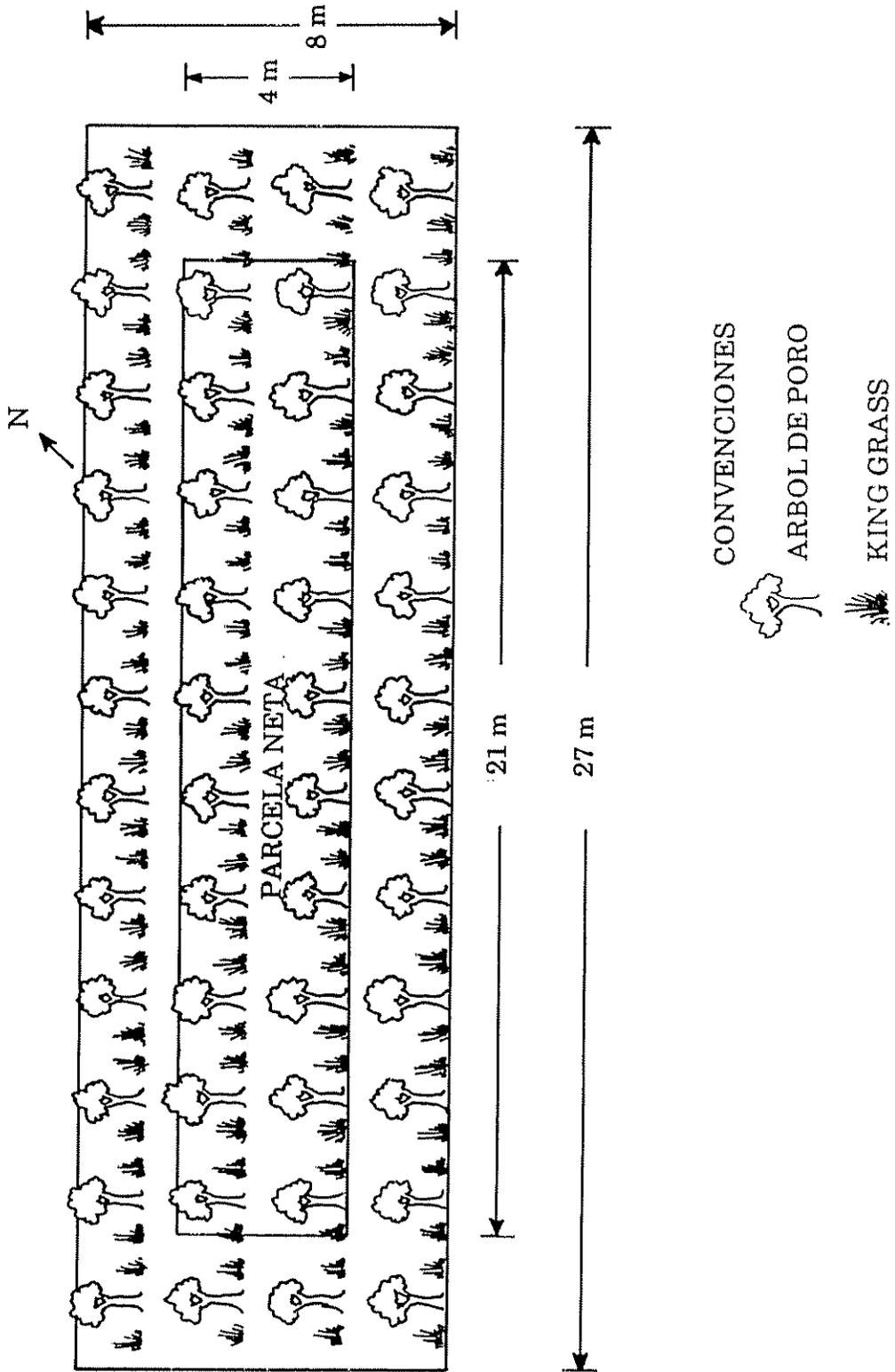
El corte del King grass se hizo a ras del suelo en el corte de uniformización y en el primer corte experimental. En el segundo y tercer corte experimentales, la altura de corte se modificó para tratar de controlar la pudrición de rebrotes, haciéndose a unos 10- 15 centímetros del suelo.

FIGURA 1. CARACTERISTICAS DE CAMPO DEL EXPERIMENTO



POTRERO BOVINOS FISTULADOS

FIGURA 2. CARACTERISTICAS DE LAS PARCELAS BRUTA Y NETA DE LOS  
TRATAMIENTOS ASOCIADOS (PORO + KING GRASS)



**CUADRO 2.** Actividades agronómicas y aspectos agrometeorológicos relacionados con el manejo del poró y King grass.

ACTIVIDAD	PORO	KING GRASS
Siembra	Julio/86	En.5-6/89
Corte unif.	Dic 1-3/88	Abr. 21-22/89
Intervalo		107 días
Precip. Período		365 mm
Primer corte	Abril 23-24/89	Jul.31-Ag 1/89
Intervalo	114 días	102 días
Temp. promedio	20.7°C	22 °C
Prec. promedio	586 mm	649 mm
Evaporación		294 mm
Radiación (cal/cm <sup>2</sup> /día)		360
Segundo corte	Agosto 18-19/89	Nov.6-7/89
Intervalo	118 días	99 días
Prec. período	798 mm	922 mm
Temp. promedio	22 °C	22°C
Evaporación		326 mm
Radiación (cal/cm <sup>2</sup> /día)		391
Tercer Corte	Nov. 29-30/89	Feb. 21-22/90
Intervalo	104 días	108 días
Prec. período	880 mm.	465 mm.
Temp. promedio	22°C	20.9°C
Evaporación		329 mm
Radiación (cal/cm <sup>2</sup> /día)		384

El material cosechado en la parcela neta (84 m<sup>2</sup>) se pesó en el mismo lugar. Se tomó una muestra al azar ( 10 kg) para separar hojas (lámina y vaina foliar) y tallo, determinándose el peso respectivo. Una submuestra fué llevada al horno de ventilación forzada para ser secada a 70 °C hasta alcanzar pesos constantes (60 horas), para con base en ello determinar los contenidos de materia seca (%MS). Las muestras secas se guardaron en cuarto seco y posteriormente se molieron en un

molino tipo Willey, usando una criba de 1 mm. Las muestras molidas y rotuladas se guardaron en frascos de vidrio, de donde se extrajeron para los análisis de laboratorio propuestos.

### 3.5.2. Manejo del poró

La poda de los árboles de poró de cada parcela fué dirigido previo croquis de poda por tratamiento. La frecuencia de las podas del poró se ajustó a los cortes del king grass para evitar daños por pisoteo o por la caída de material podado, esto hizo que el intervalo entre podas fuera de  $112 \pm 7$  días.

Para el tratamiento de 0 % de depósito de material de poda se podaron todos los árboles de la parcela bruta, se pesaron los pertenecientes a la parcela neta y su material de poda se retiró totalmente. Para el tratamiento de 100 % del material de poda depositado, se podaron todos los árboles de la parcela bruta, se pesaron los pertenecientes a la parcela neta y el material de poda de todos ellos se depositó en el suelo.

Para los tratamientos 33% (depósito del material de poda del 33 % de los árboles) y 66% (depósito del material de poda del 66 % de los árboles) se identificaron aquellos árboles de la parcela bruta y neta cuyo material de poda debía depositarse en el suelo; la selección de estos árboles se hizo al azar, tratando de no repetirlos en cortes sucesivos. Los demás árboles se podaron, se pesaron los de la parcela neta y su material de poda se retiró del lugar. Los árboles marcados que no pertenecían a la parcela neta, se podaron y su material de poda se depositó en el suelo. Se buscó que el material de poda quedara bien distribuído en toda la parcela.

El pesaje del material de poda de los árboles de la parcela neta se hizo en el mismo lugar. Se seleccionó al azar un árbol del cual se tomó el material de poda para separar hojas, tallo tierno y tallo leñoso. Este material se pesó por separado y de cada porción se obtuvo una submuestra (1 kilo). La muestra se pesó en fresco, se secó en horno de ventilación forzada a 70 °C, hasta alcanzar pesos constantes (60 horas para hoja y tallo tierno y 72 horas para tallo leñoso). Una vez la muestra estuvo seca se pesó, para determinar contenido de materia seca.

Para definir las porciones del poró se tomó como hoja, la lámina más el peciolo, como tallo tierno se consideró la parte distal de las ramas, que por su consistencia suave y color verde puede ser consumida por los animales, mientras que como tallo leñoso se tomó la parte de las ramas de mayor dureza y grosor, de color café y que no es consumida por los animales. Los tallos se cortaron en trozos pequeños (10 cm) y se abrieron por la mitad para facilitar su secado en el horno. Estas muestras una vez secas, se molieron con criba de 1 mm en un molino tipo Willey, guardándose en frascos de vidrio debidamente rotulados que se almacenaron en el cuarto seco.

### 3.6. Análisis químicos

#### 3.6.1. Análisis químico de plantas

Las muestras de king grass y poró se analizaron para proteína cruda (%PC) y digestibilidad in vitro de la materia seca (%DIVMS), en el laboratorio del Área de Ganadería Tropical del CATIE. Para contenido de minerales (P, K, Ca y Mg), los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos del CATIE.

### 3.6.1.1. Proteína cruda

La proteína cruda se determinó multiplicando el contenido de nitrógeno del alimento x 6,25. El análisis de nitrógeno se hizo por el procedimiento de Microkjeldhal, utilizando 0.1 g de la muestra por análisis. Estas determinaciones se efectuaron por duplicado (Kass, M. L. y Rodríguez, G., 1989).

### 3.6.1.2. Digestibilidad in vitro (DIVMS)

Para la determinación de la DIVMS se siguió el método de Tilley y Terry (1963), mediante el cual se hizo una digestión de 48 horas con microorganismos del rumen, seguida por otra digestión de 24 horas con pepsina en medio ácido. Para cada muestra se hicieron dos corridas de digestibilidad y aquellas que presentaron una diferencia absoluta de cinco o más unidades en por ciento se repitieron, para ajustarlas a los requisitos del método.

### 3.6.1.3 Contenido de minerales.

El contenido de minerales en tejidos vegetales, se determinó por el procedimiento de digestión ácida, consistente en adicionar a medio gramo de muestra vegetal, 10 ml de mezcla Nítrico-Perclórica (5:1). La muestra se calentó, evitando la sequedad. El calentamiento se suspendió cuando la muestra estaba incolora, transparente y se habían desprendido los últimos humos blancos. Se dejó enfriar, adicionando 50 ml de agua destilada y se puso en la hornilla hasta ebullición. Una vez la muestra estuvo fría se trasvasó cuantitativamente a balones aforados de 100 ml, filtrando con embudo y papel de filtro. Los enjuagues se hicieron con agua destilada caliente, aforando a 100 ml. Se hicieron las diluciones para cada elemento y se leyó por el método de espectrofotometría de absorción atómica.

### 3.6.2. Análisis químico de suelos.

Los análisis se efectuaron en el laboratorio de suelos del CATIE, según la metodología de Díaz Romeu y Hunter (1978).

#### 3.6.2.1. Contenido de materia orgánica

Se analizó por el método de Walkley y Black, mediante la técnica propuesta por Sáiz del Río y Bornemisza (Aguirre, V., 1971)

#### 3.6.2.2. Grado de acidez (pH)

Para esta determinación se siguió la técnica descrita por Peech. Se determinó el pH en agua (relación suelo-líquido 1:1) y en solución de  $\text{CaCl}_2$  0,01 M (relación suelo-líquido 1:2). Las medidas fueron hechas usando un potenciómetro (Aguirre, V., 1971).

#### 3.6.2.3 Nitrógeno total (% N)

Se aplicó el método semi-micro Kjeldahl de Bremmer, modificado por Díaz Romeu (1977).

#### 3.6.2.4 Calcio y magnesio.

Se utilizó el método de Bower, modificado por Díaz Romeu y Balerdi, usando solución extractiva de KCl 1 N. Las lecturas se efectuaron por espectrofotometría de absorción atómica (Aguirre, V., 1971).

### 3.6.2.5 Fósforo, potasio, cobre, zinc y manganeso.

Se determinaron según la metodología de Olsen modificada por Hunter, usando solución extractiva de Na HCO<sub>3</sub> con pH 8,5 de 0,5 N y EDTA disódico (Rodríguez, R., 1985).

### 3.7 Análisis de datos.

Los resultados obtenidos para las variables estudiadas se sometieron a análisis de varianza (Andeva), según el diseño de parcelas divididas en el tiempo y a las pruebas de contrastes ortogonales (Little, J. y Hills, F., 1976; Steel, R., y Torrie, J., 1985). En un primer contraste se evaluó el efecto del árbol de poró (tratamiento 0, sin retorno de material de poda al suelo), comparado con el testigo (King grass sólo). Un segundo y tercer contrastes se hicieron para definir la tendencia seguida por el efecto del depósito de material de poda (lineal o cuadrática). El análisis global de la información obtenida obedeció al siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \alpha_{ij} + \Gamma_k + \varphi_{ik} + \tau\Gamma_{jk} + \Sigma\beta_p (x_{ij}-x_{..}) + E_{ijk}$$

En donde:

$Y_{ijk}$ : Variable de respuesta del i-ésimo bloque, del j-ésimo tratamiento y del k-ésimo corte.

$\mu$  = Media general

$\beta_i$  = Efecto del i-ésimo bloque

$\tau_j$  = Efecto del j-ésimo tratamiento

$\alpha_{ij}$  = Error A

$\Gamma_k$  = Efecto del k-ésimo corte

$\phi_{ik}$  = Error B

$\Gamma_{jk}$  = Efecto de la interacción del j-ésimo tratamiento por el k-ésimo corte

$\sum p (X_{ij} - X_{..})^2$  = Sumatoria de los efectos de las covariables significativas.

$E_{ijk}$  = Error experimental.

Al observar en los Andevas las significancias estadísticas para cada variable, se determinó si ésta pertenecía a las interacciones o a los efectos simples, primando la interacción sobre los efectos simples.

Si la interacción resultaba significativa, los contrastes se corrían para ésta, y si no lo era se buscaba la comparación de medias, sólo para los efectos simples que resultaran significativos. Si el efecto de tratamiento era significativo pero no el de corte, se aplicaban los contrastes indicados para tratamientos. Si los cortes eran significativos pero no los tratamientos se hacía comparación de medias de cortes por la prueba de Duncan. Si ambos efectos simples (tratamientos y cortes) resultaban significativos la comparación de medias se hacía por separado.

La información obtenida fué ordenada y procesada inicialmente en microcomputadora, bajo el programa LOTUS 123. Posteriormente, los diskettes organizados bajo LOTUS PRN fueron llevados a la Unidad de Procesamiento de Datos del CATIE. Allí se procesaron con un equipo IBM 9375, utilizando

el procedimiento de cuadrados mínimos generalizados( GLM) del paquete estadístico SAS (SAS,1985).

### 3.7.1. Variables evaluadas:

#### 3.7.1.1. En el pasto king grass.

Para la hoja, tallo y planta total de pasto se evaluó:

Contenido de materia seca :	(%)
Contenido de proteína cruda :	(%)
Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca:	(% DIVMS)
Contenido de minerales (N,P,K,Ca y Mg):	(%,ppm y meq)
Producción de materia seca:	(Kg MS/ha)
Producción de proteína cruda:	(Kg PC/ha)
Producción de materia seca digestible:	(kg MSD/ha).
Extracción de nutrientes minerales:	(kg/ha/año)

#### 3.7.1.2. En el poró

Para hoja y tallo tierno que constituyen la fracción comestible del poró y para tallo leñoso se evaluó:.

Contenido de materia seca:	(%)
Contenido de proteína cruda:	(%)
DIVMS para hoja y tallo tierno:	(%)
Contenido de minerales (N,P,K,Ca,y Mg):	(%,ppm y meq)
Producción de Materia Seca:	(Kg MS/ha/año)
Producción de Proteína Cruda:	(kg PC/ha/año)
Producción de Materia Seca Digestible:	(Kg MSD/ha/año)
Extracción minerales:	(kg/ha/año)

#### 3.7.1.3 En el sistema asociado (Poró + King grass)

Para el sistema asociado poró x king grass se evaluaron las siguientes variables en kg ha/año:

Producción de materia seca total:	(Kg MS/ha/año)
Producción de MS depositada:	(Kg MS/ha/año)
Producción de MS exportada:	(Kg MS/ha/año)
Producción de proteína cruda total:	(kg PC/ha/año)
Producción de PC depositada:	(kg PC/ha/año)
Producción de PC no depositada:	(kg PC/ha/año)
Producción de MSD total:	(Kg MSD/ha/año)
Extracción de minerales (N,P,K,Ca y Mg):	(kg/ha/año)

#### 3.7.1.4. En el suelo.

El análisis químico previo al experimento, tuvo el objeto de conocer las condiciones del suelo antes del depósito de material de poda de poró y de la siembra y cosecha de king grass, para compararlas con las obtenidas en el análisis posterior a la conclusión del experimento, evaluando también el efecto de los diferentes tratamientos sobre las características del suelo.

#### 3.7.1.5. Covariable

Con la intención de disminuir el error experimental y permitir un ajuste para la producción total del pasto king grass se tomaron los valores dados por el corte de uniformización de King grass para los diferentes tratamientos. Este corte fué el primero que se practicó al King grass y aún no existía efecto de tratamiento. Las diferencias entre las producciones iniciales de las parcelas experimentales permitieron un ajuste de medias, que a su vez propiciaron un mayor ajuste del modelo estadístico. Las producciones medias obtenidas en este corte fueron:

Testigo:	5546 kg/ha
Tratamiento 0%:	4754 kg/ha
Tratamiento 33%:	4702 kg/ha

Tratamiento 66%:	3666 kg/ha
Tratamiento 100%:	3921 kg/ha

### 3.7.1.6. Regresiones:

#### Variables independientes:

Materia seca de poró depositada:	(kg MS)
Proteína cruda de poró depositada:	(kg PC)
Nitrógeno del poró depositado:	(kg N)

#### Variables dependientes:

Contenido de materia seca del pasto:	(%)
Producción de materia seca del pasto:	(kg MS)
Contenido de Proteína cruda del pasto:	(%)
Producción de Proteína Cruda del pasto:	(kg PC)
Producción de MSD del pasto:	(kg MSD)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Manejo de la plantación

#### 4.1.1. Manejo del poró

La densidad de siembra de los árboles de poró, de 1667 árboles/ha, fué obtenida del experimento hecho por Rodríguez, R., (1985), pues su comportamiento fue bueno, no presentando diferencia significativa con la densidad de 3333 árboles/ha, en que las dificultades de manejo son mayores. La poda del poró se programó para ser realizada cada 3 meses teniendo en cuenta que este intervalo fué el que más produjo en el asocio con king grass, según el mismo autor. Sin embargo, debido a que hubo necesidad de ajustar las fechas de poda buscando ocasionar el menor daño posible al pasto por causa del pisoteo o caída de las ramas del poró, la poda se efectuó con intervalo de  $112 \pm 7$  días (Cuadro 2).

A los árboles de poró se les podó en cuatro ocasiones. En diciembre de 1988 se hizo poda de uniformización y en abril, agosto y noviembre de 1989 se hicieron podas durante las cuales se aplicaron los tratamientos experimentales propuestos para el asocio.

La poda del poró se hizo a ras de copa, dejando un retoño tierno en cada árbol. En el intervalo entre el primero y el segundo corte experimental, el poró sufrió el ataque de un enrollador de la hoja (*Urbanus proteus*, Linnaeus) que afectó en su ataque más severo a un 30% de la plantación de árboles. También se presentaron, en los meses de mayo y julio, encharcamientos en las parcelas 1, 2 y 3 del bloque 1 y en las primeras de los bloques 2 y 3, debido a las altas precipitaciones caídas, a deficiencias en el drenaje del suelo y al depósito de follaje de poda, dado que éste

tiende a coadyuvar que el agua se retenga y a que la humedad aumente.

Durante el intervalo entre la segunda y tercera poda experimental se continuaron los encharcamientos, especialmente en los meses de septiembre y octubre. Es posible, que el exceso de agua en el suelo indujera el amarillamiento que se observó en un 20 a 40% de las hojas de los árboles de esas parcelas. Esto se explicaría por disminución en la absorción de nutrientes, detención en el crecimiento de las raíces, alteración del balance del agua en la planta y disminución en la fotosíntesis (Bronstein, G., 1984). En este mismo intervalo, se presentaron problemas de plagas especialmente chinches y ácaros, que agravaron la situación presentada por el exceso de agua en el suelo. No obstante, se considera que el ataque de plagas se exacerbó por el debilitamiento que sufrió el poró y que aumentó la susceptibilidad.

Entre las plagas observadas están los chinches de la familia Miridae. Estos se localizaban en las hojas, presentando amarillamiento y ligeros tonos blanquecinos por el haz, en correspondencia con áreas blancuzcas y deyecciones de los insectos por el envés. Las hojas más afectadas eran las bajas y medias del árbol y lo estaban en un 10 a 60% de su superficie. Los insectos se localizaban por el envés. Al momento del muestreo (diciembre/89) los árboles afectados eran un 10 a 15% del total, pero se observaron secuelas de un ataque más severo. También se observaron ácaros, entre los cuales estaban el ácaro blanco, perteneciente a la familia Tarsonemidae (*Polyphagotarsonemus latus*, Banks) que se localizaba en los rebrotes del árbol; los pertenecientes a la familia Tetranychidae o arañitas rojas como el *Tetranychus mexicanus*, Mc Gregor y el *Tetranychus ludeni*, Zacher que se localizaban en el envés de las hojas, formando colonias con abundante tela. Las hojas afectadas presentaban moteados

amarillentos que abarcaban un 10 a 80% de la lámina foliar, correspondiendo a un 20 a 25 % del follaje de los árboles atacados. Los árboles afectados se localizaban en parches dentro de la parcela experimental especialmente en el área correspondiente a todo el bloque 1 y a las primeras y terceras parcelas de los bloques 2 y 3. Las hojas más dañadas por efecto de los ácaros eran las medias y bajas.

Es posible que los ataques de insectos y ácaros hayan afectado el desarrollo de los árboles de poró, pues se considera que éstos retardan el crecimiento y deforman los rebrotes, produciendo incluso defoliación y pérdida de lámina foliar.

#### 4.1.2 Manejo del king grass

Los cortes del king grass se programaron para ser efectuados cada 70 días, pues este fue el intervalo promedio empleado en el experimento de Rodríguez, R., (1985). Sin embargo, debido al crecimiento desparejo del pasto y a que hubo necesidad de ajustar las épocas de corte para evitar daños al podar los árboles de poró, éste se hizo cada  $103 \pm 4$  días (Cuadro 2).

Se hicieron cuatro cortes de pasto, siendo el primero de ellos el corte de uniformización. Los tres cortes restantes, tuvieron el efecto de los tratamientos aplicados y se realizaron en julio y noviembre de 1989 y en febrero de 1990.

El método de corte se determinó inicialmente para hacerlo a ras del suelo y así se efectuó para el corte de uniformización y primer corte experimental. Sin embargo, debido a problemas observados por pudrición de los rebrotes y a la consecuente pérdida de material vegetativo, se determinó continuar con los cortes a una altura de 10 a 15 cm del suelo.

Para el primer corte se presentaron encharcamientos en algunas parcelas, especialmente en los meses de mayo y julio. Este factor, aunado al corte a ras de suelo y al depósito de follaje de poda que incentivó la pudrición de rebrotes, pudieron haber influido en la disminución de los rendimientos para los cortes sucesivos. Esto podría explicarse porque el exceso de agua en el suelo desplaza el aire de los poros no capilares e induce una deficiencia de oxígeno que puede causar la muerte de muchas raíces. La respiración normal de las raíces y de los microorganismos del suelo tienden a reducir la concentración de  $O_2$  y a aumentar la de  $CO_2$ . Cuando ambos factores se presentan en el suelo se causan daños a la raíz y se aumenta la susceptibilidad a padecer enfermedades radiculares (Bernal, E., 1988).

En el king grass, a nivel radicular se detectaron algunos insectos como el *Phyllophaga* sp (Col. Scarabacidae), llamado gallina ciega; el *Cyrtonevus bergi*, Froesner (Het. Cydnidae) o chinche de la raíz y el *Saccharicoccus sacchri* (Cockerell) o cochinilla. Al momento del muestreo (enero/90) las poblaciones observadas fueron bajas, pero se presume que la infestación fué mayor.

#### 4.2 El poró

En los Cuadros 1A y 2A se presentan las probabilidades alcanzadas para las fuentes de variación de los análisis de varianza, según las variables de calidad y producción estudiadas para el poró.

#### 4.2.1. Composición química del poró.

##### 4.2.1.1. Contenido de materia seca.

De los componentes del poró, la hoja presentó diferencia significativa para las interacciones de bloque por tratamiento y tratamiento por corte. La hoja y el tallo leñoso presentaron diferencia significativa para los cortes. En las pruebas de contrastes para el efecto del depósito de follaje en el suelo, el tallo leñoso tendió a presentar un efecto lineal ( $PR > 0.09$ ), y el tallo tierno una tendencia cuadrática ( $PR > 0.04$ ), tal como se observa en los Cuadros 1A, 2A, 3A, 4A y 5A. Esta situación corrobora los problemas presentados en algunas parcelas y en especial en el bloque 1, atribuibles a deficiencias en el drenaje interno de las mismas, que afectó el desarrollo de las copas de los árboles de poró después del primer corte y que indudablemente tuvo que tener efecto sobre el contenido de materia seca de la hoja, al disminuir la atenuación de la luz solar sobre el suelo con aumento de la evaporación. Aunque es de suponer, también, un efecto del material de poda depositado en el suelo sobre la intercepción del agua de lluvia, disminución de la evaporación del agua del suelo y freno al escurrimiento superficial (Bronstein, G., 1984). además, de que la materia orgánica del material de poda mejora la capacidad de retención del agua (Budowski, G., 1980; Fassbender, H., 1987). La diferencia en el contenido de materia seca de la hoja de poró entre cortes significó una disminución del 12% del contenido de materia seca de la biomasa comestible entre el primero y el tercer corte.

##### 4.2.1.2. Contenido de proteína cruda.

El tallo tierno presentó diferencia estadística significativa ( $PR < 0.01$ ), para la interacción tratamientos por corte y también entre cortes ( $PR < 0.01$ ), presentando una

tendencia cuadrática para el efecto del depósito de material de poda (Cuadros 1A y 3). La hoja no presentó diferencia estadística significativa para ninguna de las fuentes de variación estudiadas, ni para la prueba de contrastes (Cuadro 6A).

CUADRO 3. Contenido de proteína cruda (%) del tallo tierno de poró sembrado en asocio con King grass, según tratamientos de follaje y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	12.9	13.3	12.0	14.6	13.3 <sup>a</sup>
2	10.2	11.3	9.8	10.4	10.4 <sup>b</sup>
3	8.4	11.9	15.6	10.5	11.6 <sup>b</sup>
PROM.	10.5	12.2	12.5	11.8	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

El efecto de cortes sobre el contenido de proteína cruda, en el tallo tierno, podría explicarse debido a condiciones climáticas favorables para el primer corte. Mientras que en la interacción corte x tratamiento, además de los factores climáticos influyó el nivel de nutrientes aportados por el material de poda depositado.

El contenido de proteína cruda del tallo leñoso fue hallado por análisis practicados a muestras de los diferentes tratamientos, pero sólo para un corte. El promedio de los resultados obtenidos indicó un contenido de proteína de 8,4%. Este valor concuerda con lo reportado por Rodríguez,

R.,(1985) y fué tomado como constante, para efectos de contenido y producción de proteína.

#### 4.2.1.3. Digestibilidad in vitro de la materia seca del poró.

La DIVMS para la hoja de poró, presentó diferencia estadística significativa ( $F < 0.004$ ) entre podas, al comparar las dos primeras con la tercera (Cuadro 7A). La segunda poda alcanzó la menor DIVMS (43,3%) y la tercera la mayor (51,4%). Esto podría explicarse para la tercera poda, por lo tierno del material ante la deficiente recuperación del poró, lo que pudo haber facilitado la mayor succulencia de las hojas, con bajo contenido de elementos estructurales y mayor digestibilidad (Bronstein, G., 1984). El tallo tierno no presentó diferencia significativa para ninguna de las fuentes de variación en estudio (Cuadro 8A), pero los valores de DIVMS observados (promedio de 58.1%) fueron superiores a los obtenidos en hojas.

#### 4.2.2. Producción de materia seca del poró.

La materia seca producida por la hoja, tallo tierno y tallo leñoso de poró presentó diferencia significativa para las podas, pero no para las otras fuentes de variación, ni para las pruebas de contrastes (Cuadros 4, 2A, 9A, 10A, 11A). Los mayores rendimientos se obtuvieron en la primera poda, lo cual se explica por los problemas que se presentaron en la lenta y despareja recuperación de los árboles de poró después de cada poda, cuya causa podría atribuirse a las variaciones climáticas, los encharcamientos que debilitaron los árboles y al ataque de plagas, factores que en conjunto redujeron la producción.

La hoja redujo la producción de materia seca en 50% para la segunda poda y en 73% para la tercera, mientras que el tallo leñoso la disminuyó en 47 y 88% respectivamente.

El tallo tierno, disminuyó la producción de materia seca entre la segunda y tercera poda. La segunda poda mostró un incremento de 19% respecto a la primera, pero entre la segunda y tercera disminuyó en 43%. La menor reducción porcentual en la producción de materia seca de tallo tierno, frente a la hoja y tallo leñoso, se debió probablemente, al predominio de material joven, por la deficiente recuperación de los árboles de poró.

CUADRO 4. Producción de materia seca (kg/ha) depositada, exportada y total de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup> CORTE
	0 %	33 %	66 %	100 %	
1 Depósito	0	1134	3503	4960	2399
Export.	<u>5171</u>	<u>3874</u>	<u>1236</u>	<u>0</u>	<u>2570</u>
Total	5171	5008	4739	4960	4969 <sup>a</sup>
2 Depósito	0	789	1809	2810	1352
Export.	<u>2672</u>	<u>1773</u>	<u>707</u>	<u>0</u>	<u>1288</u>
Total	2672	2562	2516	2810	2640 <sup>b</sup>
3 Depósito	0	329	722	1395	612
Export.	<u>1139</u>	<u>605</u>	<u>277</u>	<u>0</u>	<u>505</u>
Total	1139	934	999	1395	1117 <sup>c</sup>
Depósito	0	2252	6034	9165	
Export.	<u>8982</u>	<u>6252</u>	<u>2220</u>	<u>0</u>	
TOTAL (año)	8982	8504	8254	9165	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

En promedio, para todos los tratamientos y con base en los datos aportados por los cuadros 4, 10A y 11A, se observó que las hojas, tallo tierno y tallo leñoso contribuyeron con

71, 4 y 25% de la biomasa total de poró producida, correspondiendo a la biomasa comestible (hoja y tallo tierno) el 75% de la biomasa total, lo cual supera el 64% (51% para la hoja y 13% para el tallo tierno) reportado por Rodríguez, R., (1985), en un asocio similar.

En el Cuadro 5, se indican las producciones de materia seca de los árboles de poró para cada tratamiento. Los árboles de los tratamientos de 0 y 100% de depósito de material de poda de poró, alcanzaron producciones de 1,8 kg/árbol/poda. Para los tratamientos 33 y 66% la producción por árbol fue de 1,6 kg /poda. Estas cifras concuerdan con los resultados alcanzados en el experimento de Rodríguez, R. (1985).

**CUADRO 5.** Producción de materia seca por árbol (kg/corte) y proporción de los componentes del follaje de poró según tratamientos.

COMP.	TRATAMIENTOS ASOCIADOS								PROMEDIO	
	0 %		33 %		66 %		100 %			
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Hoja <sup>1</sup>	1.04	59	1.03	63	0.99	62	1.08	59	1.04	61
T.T.	0.22	13	0.10	6	0.07	4	0.14	8	0.13	8
T.LÑ.	0.50	28	0.50	31	0.54	34	0.61	33	0.54	32
B.Cm.	1.26	72	1.13	69	1.06	66	1.22	67	1.17	69
Total	1.76		1.63		1.60		1.83		1.71	

<sup>1</sup> T.T.: Tallo tierno; T.LÑ.: Tallo leñoso;

B.Cm.: Biomasa Comestible (Hoja + Tallo tierno).

La materia seca del material de poda depositado en el suelo para cada tratamiento se observa en el Cuadro 4. Para el tratamiento que contó con el depósito del follaje del 33% de los árboles de la parcela bruta, el material de poda depositado en el suelo equivalió al 27% de la biomasa total. Para el tratamiento con depósito de follaje de poda perteneciente al 66% de los árboles, el material de poda de poró depositado significó el 73 % de la biomasa total.

#### 4.2.3. Producción de materia seca digestible del poró.

La producción de materia seca digestible de la hoja de poró presentó diferencia estadística ( $PR > 0.01$ ) entre la primera poda y las dos restantes, mientras que en el tallo tierno esta significancia tendió a no darse ( $PR > 0.095$ ). Esto se explica por la disminución en la producción de materia seca y en menor grado por las variaciones porcentuales de la digestibilidad in vitro (Cuadros 2A y 12A). Por otro lado, el nivel de retorno de follaje de poró no afectó la producción de materia seca digerible del poró.

#### 4.2.4. Producción de proteína cruda del poró.

Entre podas se presentó diferencia estadística para la producción de proteína cruda, tanto en la hoja como en los tallos tierno y leñoso del poró, no presentándose significancia para las otras fuentes de variación, ni para los contrastes. Esta situación es reflejo de la disminución en la producción postcorte de materia seca y de la merma en el contenido de proteína cruda de los componentes del poró (Cuadros 6, 2A, 13A, 14A y 15A).

La participación de la hoja en la biomasa comestible osciló entre un 88 y un 93%, y la del tallo tierno entre 7 y 12%, mientras que Rodríguez, R. (1985), reportó en un asocio similar, un 77% para la hoja y un 8% para el tallo tierno.

Una biomasa comestible con mayor participación porcentual de hojas favorece un mayor contenido proteico, pues ésta contiene en promedio 26% de proteína, en cambio desde el punto de vista de digestibilidad hay un efecto detrimental, pues los tallos tiernos poseen una mayor digestibilidad (58%), que las hojas (47%).

**CUADRO 6.** Proteína cruda depositada, exportada y total (Kg/ha) de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>a</sup> CORTE
	0 %	33 %	66 %	100 %	
1 Depósito	0	229	640	884	438
Export.	<u>1019</u>	<u>804</u>	<u>226</u>	<u>0</u>	<u>532</u>
Total	1019	1033	866	884	970 <sup>a</sup>
2 Depósito	0	142	328	498	242
Export.	<u>460</u>	<u>321</u>	<u>127</u>	<u>0</u>	<u>227</u>
Total	460	463	455	498	469 <sup>b</sup>
3 Depósito	0	70	163	295	132
Export.	<u>214</u>	<u>128</u>	<u>63</u>	<u>0</u>	<u>101</u>
Total	214	198	226	295	233 <sup>c</sup>
Depósito	0	441	1131	1677	
Export.	<u>1693</u>	<u>1253</u>	<u>416</u>	<u>1677</u>	
Total (año)	1693	1694	1547	1677	

<sup>a</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

#### 4.2.5. Contenido de nutrientes minerales del poró.

El contenido de minerales de la hoja, tallo tierno y tallo leñoso de poró no se afectó (P>0.05) por los niveles de depósito de follaje de poda de poró (Cuadros 7, 16A y 17A),

lo cual podría estar indicando que el material de poda retornado al suelo, en períodos cortos, no tiene efecto sobre estas variables.

**CUADRO 7.** Contenido de minerales (%) de la hoja de poró sembrado en asocio con King grass según tratamientos.

Mineral	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM.
	0 %	33 %	66 %	100 %	
N	4.1	4.2	4.2	4.1	4.2
P	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
K	1.8	2.2	1.7	1.9	1.9
Ca	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
Mg	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6

#### 4.2.6. Extracción y depósito de nutrientes por el poró.

Por efecto de las podas, en todos los tratatmientos, se produjo reducción en la extracción y reposición de minerales. Para la reposición en el suelo esta disminución fué para el nitrógeno de 45 y 70%, para el fósforo de 37 y 70%, para el potasio de 57 y 64%, para el calcio de 40 y 69% y para el magnesio de 51 y 81% (Cuadros 8,9,10,11 y 18A).

El depósito de follaje de poda no tuvo efecto efecto sobre la producción de nitrógeno y fósforo por parte del poró, mientras que para el potasio se produjo diferencia entre el tratamiento de 0% de depósito y el de 66%. Para el calcio se dió la mayor producción en el tratamiento de 100% de depósito, estadísticamente diferente a la de los otros tratamientos. La producción de magnesio presentó diferencia para el tratamiento de 66% de depósito, ya que produjo menos que los otros tratamientos.

CUADRO 8. Nitrógeno depositado, exportado y total (kg/ha) proveniente del poró sembrado en asocio con King grass según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Depósito	0.0	36.5	102.6	140.3	69.9
Export.	<u>163.5</u>	<u>126.5</u>	<u>36.4</u>	<u>0.0</u>	<u>81.6</u>
Total	163.5	163.0	139.0	140.3	151.5 <sup>a</sup>
2 Depósito	0.0	22.2	52.6	78.6	38.4
Export.	<u>72.8</u>	<u>50.6</u>	<u>20.2</u>	<u>0.0</u>	<u>35.9</u>
Total	72.8	72.8	72.8	78.6	74.3 <sup>b</sup>
3 Depósito	0.0	11.0	26.2	46.7	21.0
Export.	<u>34.4</u>	<u>20.2</u>	<u>10.1</u>	<u>0.0</u>	<u>16.2</u>
Total	34.4	31.2	36.3	46.7	37.2 <sup>b</sup>
Depósito	0.0	69.7	181.4	265.6	
Export.	<u>270.7</u>	<u>197.3</u>	<u>66.7</u>	<u>0.0</u>	
Total (año)	270.7	267.0	248.1	265.6	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

CUADRO 9. Fósforo depositado, exportado y total (kg/ha) proveniente del poró sembrado en asocio con King grass según tratamientos y cortes experimentales

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Depósito	0.0	2.4	7.5	12.9	5.7
Export.	<u>13.5</u>	<u>8.4</u>	<u>2.7</u>	<u>0.0</u>	<u>6.2</u>
Total	13.5	10.8	10.2	12.9	11.9 <sup>a</sup>
2 Depósito	0.0	2.7	4.1	7.4	3.6
Export.	<u>6.5</u>	<u>6.1</u>	<u>1.7</u>	<u>0.0</u>	<u>3.6</u>
Total	6.5	8.8	5.8	7.4	7.2 <sup>b</sup>
3 Depósito	0.0	1.0	1.9	4.0	1.7
Export.	<u>3.2</u>	<u>1.8</u>	<u>0.7</u>	<u>0.0</u>	<u>1.4</u>
Total	3.2	2.8	2.6	4.0	3.1 <sup>c</sup>
Depósito	0.0	6.1	13.5	24.3	
Export.	<u>23.2</u>	<u>16.3</u>	<u>5.1</u>	<u>0.0</u>	
TOTAL (año)	23.2	22.4	18.6	24.3	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

CUADRO 10. Potasio depositado, exportado y total (kg/ha) proveniente del poró sembrado en asocio con King grass según tratamientos y cortes experimentales

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Depósito	0.0	15.4	48.1	76.2	34.9
Export.	<u>78.2</u>	<u>73.8</u>	<u>17.5</u>	<u>0.0</u>	<u>36.9</u>
Total	78.2	89.2	65.6	76.2	71.8 <sup>a</sup>
2 Depósito	0.0	14.0	27.5	38.4	20.0
Export.	<u>43.7</u>	<u>31.8</u>	<u>10.6</u>	<u>0.0</u>	<u>21.5</u>
Total	43.7	45.8	38.1	38.4	41.5 <sup>b</sup>
3 Depósito	0.0	9.2	11.1	29.9	12.6
Export.	<u>23.9</u>	<u>16.9</u>	<u>4.3</u>	<u>0.0</u>	<u>11.3</u>
Total	23.9	26.1	15.4	29.9	23.9 <sup>c</sup>
Depósito	0.0	38.6	86.7	144.5	
Export.	<u>145.8</u>	<u>101.2</u>	<u>31.9</u>	<u>0.0</u>	
TOTAL (año) <sup>1</sup>	145.8 <sup>a</sup>	139.8 <sup>a,b</sup>	118.6 <sup>b</sup>	144.5 <sup>a,b</sup>	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

**CUADRO 11.** Calcio depositado, exportado y total (Kg/ha) proveniente del poró sembrado en asocio con King grass según tratamientos y cortes experimentales

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Depósito	0.0	9.6	31.0	46.8	21.9
Export.	<u>42.4</u>	<u>33.1</u>	<u>11.0</u>	<u>0.0</u>	<u>21.6</u>
Total	42.4	42.7	42.0	46.8	43.5 <sup>a</sup>
2 Depósito	0.0	7.6	16.1	29.1	13.2
Export.	<u>25.5</u>	<u>17.3</u>	<u>6.2</u>	<u>0.0</u>	<u>12.3</u>
Total	25.5	24.9	22.3	29.1	25.5 <sup>b</sup>
3 Depósito	0.0	2.8	8.5	15.4	6.7
Export.	<u>11.2</u>	<u>5.2</u>	<u>3.4</u>	<u>0.0</u>	<u>5.0</u>
Total	11.2	8.0	11.9	15.4	11.7 <sup>c</sup>
Depósito	0.0	20.0	55.6	91.3	
Export.	<u>79.1</u>	<u>55.6</u>	<u>20.6</u>	<u>0.0</u>	
TOTAL (año)	79.1 <sup>b</sup>	75.6 <sup>b</sup>	76.2 <sup>b</sup>	91.3 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

#### 4.3. Suelo de la parcela experimental.

##### 4.3.1. Análisis de suelo.

En el Cuadro 12 (a y b), se presentan los contenidos de materia orgánica, minerales y pH del suelo a 0-20 cm de profundidad. Se muestran los resultados del análisis previo

a la siembra del King grass (diciembre de 1988) y después de terminada la fase experimental (Junio de 1990).

Se observó, de manera general, que los contenidos de nitrógeno y fósforo son mayores en el suelo procedente del asocio poró-King grass. El contenido de potasio es mayor en el suelo del tratamiento testigo. El calcio, el magnesio, el cobre y el zinc presentan resultados variables.

El contenido de materia orgánica del suelo, según la clasificación de Hardy, referida por Aguirre, V. (1971), es alto. No obstante, en el último muestreo se observó algo de reducción con respecto al primer muestreo. Esto podría explicarse por la gran velocidad en el proceso de transformación que sufren los restos vegetales, al registrarse una actividad acelerada de los microorganismos descomponedores (Fassbender, H., 1987).

CUADRO 12a. Características químicas del suelo antes y después del experimento de asociación de poró y King grass según tratamientos.

TRATAMIENTO		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm
T	PRE <sup>1</sup>	5.8	5.65	0.29	8.91	0.16	5.54	1.37
	POST <sup>2</sup>	5.3	5.43	0.30	10.00	0.16	6.46	1.53
0 %	PRE	5.8	6.37	0.33	16.94	0.14	5.60	1.60
	POST.	5.2	5.22	0.32	10.33	0.10	6.58	1.53
33 %	PRE.	5.9	5.65	0.30	9.21	0.12	5.80	1.45
	POST.	5.3	5.66	0.32	12.00	0.08	6.83	1.60
66 %	PRE.	5.8	5.90	0.31	13.40	0.14	5.87	1.57
	POST.	5.2	5.70	0.32	9.67	0.08	5.46	1.32
100 %	PRE	5.8	5.47	0.29	11.72	0.19	6.29	1.43
	POST.	4.9	4.90	0.31	11.00	0.09	6.17	1.39

CUADRO 12b. Características químicas del suelo antes y después del experimento de asociación de poró y King grass según tratamientos.

TRATAMIENTO		Ac.Ext	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	NH <sub>4</sub> sol <sup>a</sup>	NH <sub>4</sub> min <sup>b</sup>
T	PRE <sup>1</sup>	0.57	18.9	3.73	8.0		
	POST <sup>2</sup>	0.50	10.5	2.60	15.0	0.8	71.7
0 %	PRE	0.70	21.5	5.64	10.7		
	POST.	0.60	9.9	4.40	15.7	1.2	64.8
33 %	PRE.	0.53	19.1	3.68	9.5		
	POST.	0.63	10.7	2.80	17.5	0.8	75.6
66 %	PRE.	0.63	20.5	4.62	12.0		
	POST.	0.90	8.3	1.90	14.7	1.0	67.5
100 %	PRE	0.35	23.8	5.09	6.7		
	POST.	0.97	8.8	4.00	15.9	0.8	69.1

<sup>1</sup> Análisis efectuados en diciembre /88

<sup>2</sup> Analisis efectuados en junio/ 90

<sup>a</sup>) NH<sub>4</sub> soluble

<sup>b</sup>) NH<sub>4</sub> mineralizado

El nitrógeno se incrementó ligeramente en el segundo muestreo para todos los tratamientos. En el suelo correspondiente a los tratamientos asociados poró-King grass, esta situación podría considerarse como un efecto del aporte de nitrógeno por la caída natural de hojas, el follaje de poda depositado en el suelo, la mortalidad de raíces y la fijación de nitrógeno atmosférico, pues entre un 95 % y un 98 % del nitrógeno total del suelo está asociado a sustancias orgánicas, siendo el resto inorgánico. Además, las

condiciones climáticas propias del trópico húmedo, alternando humedad y secamiento, propician una mineralización de la materia orgánica más rápida (Fassbender, H., 1987; Salas, G. De las., 1987).

El contenido de fósforo en el suelo del área experimental presentó variaciones tanto al inicio como al final del experimento, lo cual ha sido corroborado para las áreas tropicales por Fassbender y Bornemisza (1987). En términos generales, los contenidos de fósforo del suelo de tratamientos asociados (poró + King grass) superan al del testigo. Esto podría explicarse porque los residuos vegetales, que pasan al suelo, tienen alto contenido de fósforo orgánico y éste representa entre el 40 y el 80% del fósforo total (Fassbender, H., 1987; Salas, G. De las., 1987).

El contenido de potasio en el suelo fue el que más disminuyó durante el período experimental, pues solamente en el tratamiento testigo (king grass solo) tendió a mantenerse en su nivel inicial, mientras que en los tratamientos asociados hubo una reducción drástica. Esto está ligado estrechamente a la producción de pasto, ya que el King grass extrae cerca del 80 % del potasio exportado del sistema y a que las cantidades de potasio en los residuos vegetales provienen originalmente del suelo, por lo que, a largo plazo, se está dando una extracción notable de potasio del suelo (Fassbender, H., 1987). La situación se agrava con las pérdidas de potasio debidas al lavado por aguas lluvias, erosión de la capa superficial del suelo por escorrentía y percolación profunda (Salas, G. DE las., 1987). No obstante a que el retorno de potasio con los residuos vegetales provenientes del follaje de poró es considerable, ante las altas tasas de extracción hechas por el pasto, se tiende a utilizar gran parte de las reservas disponibles en el suelo (Fassbender, H., 1987).

El pH del suelo tendió a disminuir con el tiempo, llegando a un nivel promedio de 5,2, lo cual lo cataloga como un suelo fuertemente ácido. Es posible que esta disminución se esté dando como resultante de la extracción de nutrimentos, porque los sitios de absorción que se desocupan en las arcillas son llenados por iones hidronio y a que la mineralización de los residuos vegetales produce acidificación progresiva. Esto concuerda con que el tratamiento del 100% de depósito de follaje de poda fue el que presentó mayor acidez (Bernal, E., 1988; Fassbender, H., 1987).

Es de anotar que siendo el suelo un "sistema", donde los procesos hidricos, químicos y bióticos del suelo interactúan entre sí, formando una unidad, es muy difícil realizar análisis de sus componentes por separado. Es posible, entonces, que las pérdidas de potasio y las variaciones obtenidas en los otros elementos estén asociadas a la acidificación del suelo y que ésta, esté influida por la presencia del árbol y por el depósito del follaje de poda. La relación estrecha que existe entre el clima, la planta y el suelo, hace difícil analizar cada miembro como variable independiente. Las plantas se desarrollan bajo determinadas condiciones de clima y suelo, pero al mismo tiempo influyen sobre ellos modificándolos de alguna manera (Alvarado, H., 1985; Hart, R., 1985). Sin embargo, como no es el objetivo específico de este estudio analizar estas interacciones no se van a tratar aquí, pero conviene plantearlas para nuevas investigaciones que permitan mejorar el asocio poró con King grass .

#### 4.3.2. Nitrógeno mineralizado en el suelo.

En el Cuadro 12 (b), se observan los índices de mineralización de nitrógeno. Las pocas diferencias

observadas entre tratamientos podría explicarse en el sentido de que el nitrógeno disponible en el suelo no presenta mayores variaciones y a que los suelos donde se llevó a cabo el experimento, tenían contenido de nitrógeno alto, debido a que son suelos húmicos con 5,2% de materia orgánica. También influye que en condiciones como las de Turrialba, los residuos vegetales se transforman rápido y la mineralización se acelera, formándose  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$ , formas inorgánicas de nitrógeno del suelo que son absorbidas por las plantas o fácilmente lixiviadas (Fassbender, H., 1987).

#### 4.4. El pasto king grass.

En el Cuadro 19A se muestran las probabilidades para las fuentes de variación de los análisis de varianza con respecto a las variables evaluadas para el pasto king grass.

##### 4.4.1. Contenido de materia seca del king grass.

El contenido de materia seca de la hoja, tallo y planta total de pasto King grass, no difiere estadísticamente ( $P > 0.05$ ) entre el monocultivo y el tratamiento asociado con poró sin depósito de follaje de poda, tal como se observa en los Cuadros 22A, 23A y 24A. Estos contenidos (25% para la hoja, 16% para el tallo y 20% para la planta total) de materia seca, son inferiores a los reportados por Rodríguez, R. (1985) quien encontró valores en la hoja de 26% para el promedio de los tratamientos asociados, 19% para el tallo y 22% para la planta total.

El contenido de materia seca de la planta total de pasto presentó diferencia estadística ( $P < 0.03$ ) entre el primer corte y los dos restantes (Cuadro 24A). Para el primer corte el contenido de materia seca (17.7%) fué menor que para los cortes segundo y tercero (19.3 y 21.6%,

respectivamente). Esto podría explicarse por la disminución en el depósito de material de poda del poró a partir del primer corte y por el menor crecimiento o desarrollo de los árboles con una menor interferencia de radiación solar, lo cual facilita una mayor evaporación de la humedad del suelo y una más alta evapotranspiración de la planta con las consabidas pérdidas de agua.

#### 4.4.2. Contenido de proteína cruda del king grass.

El contenido de proteína cruda del pasto King grass presenta diferencia estadística significativa entre el pasto sólo y el pasto cultivado en asocio con árboles de poró. El King grass en asocio con árboles de poró tiene mayores contenidos de proteína cruda que el pasto en monocultivo. (Cuadros 13 y 19A). Estos datos concuerdan con estudios anteriores que reportan mayores contenidos de proteína en las pasturas establecidas bajo árboles (Bronstein, G., 1984; Daccaret y Blydenstein, J., 1968; Rodríguez, R., 1985).

El contenido de proteína cruda del pasto asociado presentó una respuesta lineal ( $P < 0.07$ ), al efecto del depósito de follaje de poda (Cuadro 19A), presentando el tratamiento asociado con 100% de depósito de follaje los mayores contenidos de proteína en cada corte. Por otro lado, el promedio de proteína cruda del tratamiento asociado sin depósito, superó en 19% el contenido de proteína del pasto solo y el tratamiento asociado con 100% de depósito tuvo 31% más proteína que el testigo.

El mayor contenido de proteína cruda del King grass asociado con árboles de poró, se explica por el efecto conjunto de la atenuación de la radiación solar y de la mayor disponibilidad de nutrientes, pues la intensidad de luz que recibe una pastura modifica la composición química del forraje, estando las altas intensidades relacionadas con

incrementos de los carbohidratos solubles y con disminución de la proteína cruda (Bronstein, G., 1984; Daccaret, M. y Blydenstein, J., 1968; Odum, E., 1972; Pezo, D., 1981).

**CUADRO 13.** Contenido de proteína cruda (%) del pasto king-grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>3</sup>	CORTE	TRATAMIENTO TEST.	
	0 %	33 %	66 %	100 %			0 %	
1	7.7	7.5	7.6	8.1	7.7 <sup>a</sup>			
2	6.8	6.4	6.4	8.2	7.0 <sup>b</sup>			
3	5.5	5.9	5.9	7.1	6.1 <sup>b</sup>			
PROM. <sup>2</sup>	6.7	6.6	6.6	7.8			5.4 <sup>1</sup>	6.7

<sup>1</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes ( $P < 0.04$ ).

<sup>2</sup> Efecto lineal significativo por prueba de contraste ( $P < 0.07$ ).

<sup>3</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $P < 0.01$ ).

#### 4.4.3. Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) del king grass.

La DIVMS del King grass no presentó diferencia significativa entre el pasto sólo y el pasto cultivado en asocio con árboles de poró. (Cuadros 14 y 19A).

Por efecto de los cortes, se presentó diferencia estadística significativa, entre el primer corte comparado con los otros dos. El primer corte presentó una DIVMS menor

(51 %) que el segundo (56.9%) y el tercer corte (60 %). Es posible, entonces, que las muestras tomadas para planta total de King grass en el tercer corte, hayan tenido una mayor proporción de hoja que de tallo. Esto se podría relacionar con una menor elongación de la planta producto de la mayor cantidad de luz recibida al disminuir el desarrollo de los árboles de poró. Las hojas de gramíneas contienen menores fracciones fibrosas que los tallos lo cual incrementa la digestibilidad (Pézo, D., 1981; Ulate Montero, R., 1975).

**CUADRO 14.** Digestibilidad in vitro de la materia seca (%) del King-grass, sembrado en asocio con poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS					PROM. <sup>a</sup>
	TEST	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	49.5	50.7	50.6	51.3	53.2	51.5 <sup>a</sup>
2	54.8	57.3	58.6	56.1	55.6	56.9 <sup>b</sup>
3	61.8	58.3	61.4	58.2	58.2	59.0 <sup>a</sup>
PROM.	55.4	55.4	58.6	55.2	55.7	

<sup>a</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.01$ )

#### 4.4.4. Contenido de nutrientes minerales del king grass.

En el Cuadro 15, se observa el contenido de nutrientes minerales del King grass y en el Cuadro 20A, las probabilidades de las diferentes fuentes de variación para estas variables. Para el contenido de nitrógeno se presentó diferencia estadística a favor del pasto asociado con poró. La explicación es la misma que la mencionada para el contenido de proteína cruda, ya que ésta se calcula con base en el contenido de nitrógeno de la planta.

**CUADRO 15.** Contenido de minerales (%) del King-grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje de poró y cortes experimentales.

MINERAL	TRATAMIENTO ASOCIADO				PROM.	TRATAMIENTO TEST.	
	0 %	33 %	66 %	100 %		0 %	0 %
N	1.07	1.06	1.06	1.25	1.11	0.86	1.07 <sup>±</sup>
P	0.17	0.20	0.18	0.20	0.19	0.22	0.17 <sup>±</sup>
K	1.92	2.27	2.09	2.51	2.20	2.16	1.92
Ca	0.32	0.33	0.32	0.37	0.34	0.34	0.32
Mg	0.52	0.45	0.50	0.47	0.49	0.47	0.52

<sup>±</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes ( $p < 0.05$ )

Para el contenido de fósforo se presentó diferencia significativa entre el pasto solo y el asociado con árboles de poró, observándose para el pasto en monocultivo un mayor contenido que para el pasto en asocio con poró. Esto podría explicarse en el sentido de que las tasas de transferencia del fósforo con los residuos vegetales y la tasa de absorción por la vegetación es baja (Fassbender, H., 1987).

Los contenidos de potasio, calcio y magnesio del King grass no presentaron diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ) entre el pasto solo y el pasto asociado con poró.

#### 4.4.5. Extracción de nutrientes minerales por el King grass.

Las extracciones de minerales por parte del pasto king grass se presenta en los cuadros 16,17,18,19 y 20A. Para la extracción de nitrógeno se presentó diferencia significativa entre el pasto solo y el asociado con árboles de poró

(Cuadro 16) ,observándose que el monocultivo es el que efectúa la menor extracción de este mineral y que a medida que se incrementan los niveles de depósito de material de poda, también se aumentan las extracciones de nitrógeno. Para los demás minerales también se observó que la menor extracción la efectúa el pasto solo y que ésta se aumenta a medida que se incrementa el depósito de follaje de poda.

El depósito en el suelo de follaje de poda de poró adiciona nutrientes al mismo. Para el caso del nitrógeno el material depositado en el suelo es mineralizado con liberación de  $\text{NH}_4^+$  y conversión a  $\text{NO}_3^-$ , las cuales son formas disponibles de nitrógeno para las plantas. Los restos orgánicos, también, representan una fuente de apatita, fitina y fosfatos que activan el proceso del ciclo de fósforo, siendo la traslocación de potasio con la poda del poró considerable. La biomasa constituye el principal reservorio de calcio y magnesio y para el poró se presentan los mayores índices de circulación de estos elementos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el King grass como pasto de corte, extrae estos nutrientes sin reposición de su parte, lo cual conlleva a la utilización de gran parte de las reservas disponibles en el suelo (Fassbender, H., 1987).

CUADRO 16. Extracción de nitrógeno (kg/ha) por el king-grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje de poró y cortes experimentales.

CORTE	TESTIGO	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM <sup>2</sup>
		0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	68.1	107.5	123.8	119.2	161.1	127.9
2	24.8	67.1	57.1	81.2	116.2	80.4
3	20.2	53.5	40.7	77.2	98.3	67.4
TOTAL <sup>1</sup>	113.1 <sup>a</sup>	228.1 <sup>c</sup>	221.6 <sup>c</sup>	277.6 <sup>b</sup>	375.6 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ). Total anual.

<sup>2</sup> No incluye al testigo.

CUADRO 17. Extracción de fósforo (kg/ha) del king grass según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TESTIGO	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>2</sup>
		0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	13.6	16.1	16.5	15.9	26.0	18.6 <sup>a</sup>
2	6.8	9.8	12.0	13.8	16.1	12.9 <sup>b</sup>
3	5.8	10.1	9.5	18.0	17.9	13.9 <sup>b</sup>
TOTAL <sup>1</sup>	26.2 <sup>bc</sup>	36.0 <sup>bc</sup>	38.0 <sup>bc</sup>	47.7 <sup>ab</sup>	60.0 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ). Total anual.

<sup>2</sup> No incluye al testigo.

CUADRO 18. Extracción de potasio (kg/ha) del king grass sembrado en asocio con poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TEST.	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>2</sup> CORTE
		0 %	33 %	66 %	100 %	
1	120.5	174.7	206.4	195.7	340.8	229.4 <sup>a</sup>
2	77.4	109.9	135.5	188.5	183.2	154.3 <sup>b</sup>
3	56.0	118.8	110.8	171.5	243.0	161.0 <sup>b</sup>
TOTAL <sup>1</sup>	253.9 <sup>c</sup>	403.4 <sup>b=c</sup>	452.7 <sup>b</sup>	555.7 <sup>b</sup>	767.0 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05). Total anual.

<sup>2</sup> No incluye al testigo.

CUADRO 19. Extracción de calcio (kg/ha/año) por el king grass sembrado en asocio con poró según según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TEST.	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>2</sup> CORTE
		0 %	33 %	66 %	100 %	
1	24.5	26.0	38.2	27.8	44.6	34.2 <sup>a</sup>
2	9.9	17.7	16.6	24.4	29.5	22.1 <sup>b</sup>
3	8.8	23.2	15.8	31.7	36.6	26.8 <sup>b</sup>
TOTAL <sup>1</sup>	43.2 <sup>c</sup>	66.9 <sup>b=c</sup>	70.6 <sup>b=c</sup>	83.9 <sup>b=c</sup>	110.7 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

<sup>2</sup> No incluye al testigo.

#### 4.4.6. Producción de materia seca por el pasto King grass.

El Cuadro 20, muestra las producciones de materia seca alcanzadas por el pasto King grass. Estas producciones, fueron ajustadas por covarianza, tomando como covariable la producción del corte de uniformización. Se presentó diferencia significativa entre la producción de materia seca del pasto solo y la alcanzada por el pasto asociado con árboles de poró, dándose un incremento significativo de la producción, con tendencia lineal, por efecto del depósito en el suelo de material de poda del poró. La desviación de la tendencia en el tratamiento del 33% de depósito, puede deberse a que las parcelas pertenecientes a este tratamiento (Figura 1), fueron las más afectadas durante el experimento por problemas de encharcamiento, debilitamiento de los árboles de poró y ataque de plagas.

CUADRO 20. Producción de materia seca (kg/ha) de pasto King-grass sembrado en asociación con poró, según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM <sup>1</sup>	TRATAMIENTO	
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE	TEST	0 %
1	8958	10320	9936	12394	10402 <sup>a</sup>		
2	6104	5715	8124	8938	7220 <sup>b</sup>		
3	5942	4522	8577	8935	6994 <sup>b</sup>		
TOTAL	21004	20557	26637	30267 <sup>a</sup>		12424 <sup>c</sup>	21004

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente. P<0.001

<sup>2</sup> Efecto lineal significativo por prueba de contraste (P<0.02).

<sup>3</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes (P<0.03)

La producción de materia seca del King grass se incrementó entre un 66 y un 144% en los tratamientos asociados con poró. Esta situación corrobora los reportes de la literatura científica que indican que las gramíneas asociadas con árboles leguminosos incrementan las producciones de materia seca por unidad de superficie, en comparación con las gramíneas solas (Bronstein, G., 1984; Budowski, G., 1980 y 1981; Rodríguez, R., 1985; Russo, R., 1983).

La mayor producción de materia seca del king grass cultivado en asocio con el poró, se dió en el tratamiento con 100% de depósito de follaje (30267 kg/ha/año), estando esto relacionado principalmente, con el aporte de nutrientes (Bronstein, G., 1984). Este aporte de nutrientes ocurre básicamente por dos vías, a saber: a) por la materia orgánica con alto contenido de nitrógeno que es aportada al suelo procedente de las hojas caídas naturalmente y del material de poda del poró depositado en el suelo y b) por la fijación simbiótica del nitrógeno hecha por el poró, tomándose como tal, el proceso de nodulación y la fijación propiamente dicha (Russo, R., 1983).

La producción de materia seca del King grass presentó diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) entre el primer corte y los dos restantes. Al segundo y tercer corte se disminuyeron las producciones de materia seca en 35 y 39%, comparativamente con el primer corte que fué el de mayor producción. La disminución entre cortes varía según los tratamientos estudiados. Este aspecto se verá más adelante en el epígrafe de sostenibilidad del sistema.

La tendencia a disminuir con el tiempo la producción de materia seca del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), del

cual procede el king grass, ha sido puesta de manifiesto en el área de Turrialba, en estudios anteriores. Este fenómeno se ha atribuido de manera general a las variaciones en las condiciones climáticas, en especial de la precipitación, a la falta de fertilización y a los cortes frecuentes (Guerrero, R. et al, 1970; Muñoz, H., 1960; Rincón, E., 1966; Roux, H., 1961).

Según estudios realizados en Puerto Rico, se ha concluido que el *Pennisetum purpureum*, necesita fuertes aplicaciones de potasio para alcanzar rendimientos altos. Cuando no se suministra este nutrimento se observan síntomas de severas carencias, bajan los rendimientos y el pasto muere lentamente. Los suelos de las regiones húmedas suplen a los forrajes cantidades no superiores a 100 kg de K /ha/año, aporte que se estabiliza a partir del tercero o cuarto año de cultivo (Vicente Chandler, J., 1983). Según Rodríguez, R. (1985) la extracción de este mineral no es compensada debidamente por el efecto de los árboles, ni por el depósito de material de poda del poró. En el Cuadro 20 puede observarse la extracción de potasio hecha por el pasto y en el Cuadro 11 la restitución del mismo elemento por parte del material de poda del poró. El potasio que se restituyó al depositar todo el follaje de poda del poró, equivalió a un 17 % del potasio extraído por el king grass.

En el primer corte se tuvo una mayor producción posiblemente por la mayor disponibilidad de nutrientes, por efecto de los árboles de poró plantados desde hacía tres años y por la fertilización inicial. Las fuertes extracciones de minerales, en particular las de potasio, pudieron haber afectado las producciones de los cortes siguientes (Rodríguez, R., 1985). En este experimento, las restituciones máximas por abono verde procedente del material de poda del poró, llegan a un 71% para el nitrógeno, 41% para el fósforo, 82% para el calcio y a un 48% para el magnesio.

Otro factor que pudo haber influido en la disminución de la producción de materia seca del King grass fué la altura del corte, pues para el corte de uniformización y primer corte experimental la altura de corte fue a ras del suelo, lo que incidió en pérdida de algunas macollas y probablemente de varias yemas. Este problema fue superado en gran parte al modificarse a 15 cm la altura de corte del pasto.

#### 4.4.7. Producción de materia seca digestible (MSD) por el pasto king grass.

La producción de materia seca digestible (MSD) del pasto presentó diferencias ( $P < 0.06$ ) a favor del King grass cultivado en asocio con poró. La tendencia en la producción de MSD por efecto del depósito de material de poda del poró, según la prueba de contrastes, fue lineal ( $P < 0.04$ ) (Cuadros 19A, 27A).

El incremento de la materia seca digestible del pasto asociado con poró respecto al King grass solo, varía entre un 71 y un 153%. Esto podría considerarse como resultante del mayor aporte de nutrientes hecho por el árbol y por el depósito del material de poda.

Siendo la materia seca digestible (MSD) del pasto, resultante de la producción de biomasa (MS) y de la digestibilidad (DIVMS), la merma en la producción de MSD con los cortes, se explica por las disminuciones que sufrió la producción de MS, las cuales fueron tan fuertes que no pudieron ser compensadas por la mayor digestibilidad del forraje cosechado (Cuadro 14). Entre cortes se presentó diferencia estadística significativa ( $P < 0.0001$ ).

#### 4.4.8. Producción de proteína cruda por el King grass.

La producción de proteína cruda del king grass tendió a ser inferior ( $P < 0.09$ ) cuando el pasto se cultivó solo, comparado con el asociado con árboles de poró. El pasto cultivado en asocio con poró produjo entre 98 y 233% más que el king grass en monocultivo. Estos datos concuerdan con estudios anteriores que reportan mayores producciones de biomasa y más altos contenidos de proteína en las pasturas establecidas bajo árboles (Bronstein, G., 1984; Rodríguez, R., 1985). La tendencia de la producción de proteína cruda del king grass, por efecto del depósito de material de poda del poró fue lineal, según la prueba de contrastes (Cuadros 21 y 19A).

**CUADRO 21.** Producción de proteína cruda (Kg/ha/año) del pasto King-grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTO				FROM. <sup>2</sup>	CORTE	TRATAMIENTO	
	0 %	33 %	66 %	100 %	TEST.		0 %	
1	690	774	755	1004	806 <sup>a</sup>			
2	415	366	520	733	508 <sup>b</sup>			
3	327	267	506	634	434 <sup>c</sup>			
TOTAL <sup>1</sup>	1432	1407	1781	2371		712 <sup>2</sup>	1432	

<sup>1</sup> Efecto lineal significativo por prueba de contraste ( $P < 0.04$ ).

<sup>2</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes ( $P < 0.09$ ).

<sup>3</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $P < 0.01$ )

Los cortes afectaron la producción de proteína cruda del King grass, siendo esta diferencia significativa ( $P < 0.0001$ ). La disminución, con respecto al rendimiento del primer corte, fué de 41 y 52% para el segundo y tercer corte respectivamente. Esta situación corrobora los problemas detallados anteriormente para el sistema, pues la producción de proteína cruda es un parámetro apropiado para medir el rendimiento de una pastura. Cuando los factores involucrados en la producción de las plantas se hallan en niveles apropiados, la producción de biomasa y el contenido porcentual de proteína suelen aumentar, y con ellos la producción de proteína cruda. Si los factores están en desequilibrio, se afecta la producción de biomasa y se disminuyen en proporción algunos minerales o materiales proteicos. Siendo entonces, la producción de proteína cruda un parámetro que ofrece un balance entre la cantidad de biomasa y la concentración de sus constituyentes, la mayor producción de proteína cruda del primer corte, se explica, probablemente, por una conjunción de factores favorables tales como mayor disponibilidad de nutrientes, mejores condiciones climáticas y un estado de desarrollo adecuado. La disminución en la fertilidad del suelo como consecuencia de los cortes sucesivos, debido a una tasa de extracción mayor que la de reposición, podría considerarse como una de las principales causas de la disminución progresiva de la producción de proteína cruda del King grass (Bronstein, G., 1984; Devlin, R., 1970).

#### 4.5. El sistema asociado (Poró + King grass).

En el Cuadro 25A se indican las probabilidades de las fuentes de variación según los andevas de las principales variables medidas en el asocio de poró y king grass.

#### 4.5.1. Extracción de minerales en el sistema asociado.

La extracción de nutrientes minerales por la biomasa del sistema asociado es significativamente mayor que la del pasto solo y se incrementa a medida que aumentan los niveles de depósito del material de poda del poró. Proporcionalmente el elemento que muestra un mayor aumento en la extracción es el potasio y el mágnese el menor. Los incrementos entre tratamientos sin y con depósito de material de poda son de 28% para el nitrógeno, 42% para el fósforo, 66% para el potasio, 38% para el calcio y 20% para el magnesio. Esto, si bien es un indicador de que el follaje del poró depositado en el suelo está colocando nutrientes a disposición del pasto, también es un indicio de que las fuertes extracciones pueden causar disminuciones severas en las reservas del suelo (Cuadros 22,23,24,25 y 28A).

Las probabilidades de las fuentes de variación para la extracción de minerales por parte del sistema asociado se presentan en el Cuadro 25A.

CUADRO 22. Nitrógeno depositado, exportado y total (kg/ha) de la asociación de poró y pasto según tratamientos y cortes experimentales.

NITROGENO	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>±</sup> CORTE
	0 %	33 %	66 %	100 %	
1 Depósito	0	37	103	140	70 <sup>a</sup>
Export.	<u>271</u>	<u>250</u>	<u>156</u>	<u>161</u>	<u>210</u>
Total	271	287	259	301	280
2 Depósito	0	22	53	79	38 <sup>b</sup>
Export.	<u>140</u>	<u>108</u>	<u>101</u>	<u>116</u>	<u>116</u>
Total	140	130	154	195	154
3 Depósito	0	11	26	47	21 <sup>b</sup>
Export.	<u>88</u>	<u>61</u>	<u>97</u>	<u>98</u>	<u>86</u>
Total	88	72	125	145	107
Depósito	0	70	182	266	
Export.	<u>499</u>	<u>419</u>	<u>354</u>	<u>376</u>	
TOTAL (año)	499	489	536	642	

TEST. T O %
113      499 <sup>±</sup>

<sup>±</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

<sup>±</sup> Diferencia estadística significativa (P<0.05)

CUADRO 23. Fósforo depositado, exportado y total (kg/ha) de la asociación de poró y pasto según tratamientos y cortes experimentales.

FOSFORO	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. CORTE <sup>1</sup>	TRATAMIENTO TEST. 0 %	
	0 %	33 %	66 %	100 %			
1 Depósito	0	2.4	7.5	12.9	5.7		
Export.	<u>29.6</u>	<u>24.9</u>	<u>18.6</u>	<u>20.0</u>	<u>24.8</u>		
Total	29.6	26.3	26.1	22.9	29.5 <sup>a</sup>		
2 Depósito	0	2.7	4.1	7.4	3.6		
Export.	<u>16.3</u>	<u>18.1</u>	<u>15.5</u>	<u>16.1</u>	<u>16.5</u>		
Total	16.3	20.8	19.6	23.5	19.1 <sup>a</sup>		
3 Depósito	0	1.0	1.9	4.0	1.7		
Export.	<u>13.3</u>	<u>11.3</u>	<u>18.7</u>	<u>17.9</u>	<u>15.3</u>		
Total	13.3	12.3	20.6	21.9	17.0 <sup>b</sup>		
Depósito	0.0	6.1	13.5	24.3			
Export.	<u>59.2</u>	<u>54.3</u>	<u>52.8</u>	<u>60.0</u>			
TOTAL(año)	59.2	60.4	66.3	84.3		26.2	59.2 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

<sup>2</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes (P<0.05)

CUADRO 24. Potasio depositado, exportado y total (kg/ha) por la asociación de poró y King grass según tratamientos y cortes experimentales.

POTASIO	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM.1 CORTE	TRATAMIENTO	
	0 %	33 %	66 %	100 %		TEST	0 %
1 Depos.	0.0	15.4	48.1	76.2	34.9 <sup>a</sup>		
Export	252.9	258.9	212.7	340.8	266.3		
Total	252.9	273.3	260.8	417.0	301.2		
2 Depos.	0	14.0	27.5	38.4	20.0 <sup>b</sup>		
Export	153.6	167.3	199.1	183.2	175.8		
Total	153.6	181.3	226.6	221.6	195.8		
3 Depos.	0	9.2	11.1	29.9	12.6 <sup>b</sup>		
Export	142.7	127.7	175.8	243.0	172.3		
Total	142.7	136.9	186.9	272.9	184.9		
Depos.	0.0	38.6	86.7	144.5			
Export	549.2	553.9	587.6	767.0			
TOTAL2	549.2 <sup>b</sup>	592.5 <sup>b</sup>	674.3 <sup>b</sup>	911.5 <sup>a</sup>		253.9	549.2 <sup>c</sup>

1 Diferencia significativa incluyendo testigo ( $P < 0.05$ )

2 Letras diferentes implican diferencia significativas ( $P < 0.05$ ). Total/año.

3 Diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ )

CUADRO 25. Calcio depositado, exportado y total (Kg/ha/año) de la asociación de poró y King grass según tratamientos y cortes experimentales.

CALCIO	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>	TRATAMIENTO	
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE	TEST	0 %
1 Depósito	0	9.6	31.0	46.8	21.9		
Export.	68.4	71.3	38.8	44.6	55.8		
Total	68.4	80.9	69.8	91.4	77.7 <sup>a</sup>		
2 Depósito	0	7.6	16.1	29.1	13.2		
Export.	43.2	33.9	30.6	29.5	34.3		
Total	43.2	41.5	36.7	58.6	47.5 <sup>b</sup>		
3 Depósito	0	2.8	8.5	15.4	6.7		
Export.	34.4	21.0	35.1	36.6	31.8		
Total	34.4	23.8	43.6	52.0	38.5 <sup>b</sup>		
Depósito	0.0	20.0	55.6	91.3			
Export.	146.0	126.2	104.5	110.7			
TOTAL(año)	146.0	146.2	160.1	202.0		43.2	146.0 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

<sup>2</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes (P<0.05)

En el asocio (poró + King grass), el pasto participa en promedio, con el 79% de la extracción de potasio y con 67% de la extracción total de fósforo y magnesio. Estos datos concuerdan con lo reportado por Rodríguez, R., (1985), en un asocio similar; sin embargo, las extracciones de nutrientes observadas en este estudio, superan las obtenidas en dicho experimento, excepto para el fósforo. Como se trata de un

pasto de corte, la extracción implica una exportación de éstos elementos, por lo cual, al comparar la acumulación de minerales en la biomasa de los árboles de poró que es retornada al suelo, con la exportación de los mismos hecha por el pasto, se observa que la gramínea extrae del suelo cantidades notables de fósforo, potasio y magnesio (Cuadros 23, 24 y 28A).

En cuanto a la extracción de nitrógeno y calcio se presenta casi un balance entre las extracciones hechas por el King grass y el poró. El pasto extrae, en promedio para ambos elementos el 51 % y el poró el 49% restante. Esta situación indica que la reposición de estos minerales por parte del material de poda depositado en el suelo, podría reemplazar, casi en su totalidad, la extracción de N y Ca hecha por el pasto. En el caso del nitrógeno deben considerarse las fuentes adicionales de ingreso como son la fijación de nitrógeno en las raíces y hojas del poró, así como la lluvia y sus transferencias por el escurrimiento foliar y de tallos (Fassbender, H., 1987; Russo, R., 1983; Salas, G. De las., 1987). Para el calcio, es de anotar que el poró acumula mayor cantidad que otros árboles de sombra y que la hoja del mismo contiene 1.3% de este elemento, por lo que es de esperar restituciones altas con el material de poda, aunque la mayor reserva de éste se encuentra en el suelo (Fassbender, H., 1987).

Al comparar el promedio de los contenidos de nutrimentos minerales depositados en el suelo por el follaje de poró a manera de restitución y la extracción hecha por el pasto, se observa que el poró provee por este medio el 49% del nitrógeno, 33% del fósforo, 21% del potasio, 49% del calcio y 33% del magnesio.

#### 4.5.2. Producción de materia seca total por el asocio.

Se obtuvo diferencia significativa en la producción de materia seca a favor de los tratamientos asociados con árboles de poró, al compararlos con el pasto solo. La producción de materia seca por efecto del depósito de material de poda tiende a ser lineal, según la prueba de contrastes (Cuadros 26 y 26A). El incremento en la producción de materia seca total de los tratamientos asociados, comparados con el testigo, varía entre 134 y 217%. Estos incrementos superan los 21 a 49% alcanzados por Rodríguez, R., (1985), en un asocio similar, sin restitución de material de poda.

Entre cortes, se detectaron diferencias estadísticas, siendo el primer corte el de mayor producción. Para el segundo corte la reducción fué del 38% y para el tercero de 47% con respecto al corte inicial. En el asocio, la mayor reducción provino del poró que disminuyó en 78% su producción, mientras que el King grass la redujo en 33%. Esto pone en evidencia los problemas discutidos para la producción del poró y que afectaron todo el sistema.

Del total de materia seca producida por el sistema asociado (poró + King grass), por razón de los tratamientos aplicados se depositó en el suelo 0, 8, 17 y 23% de esa biomasa, siendo el material depositado, perteneciente en su totalidad a follaje de poda de poró.

Del total de materia seca exportada, corresponde al King grass el 70, 71, 76 y 77%, para los tratamientos de 0, 33, 66 y 100% de árboles cuyo follaje se depositó en el suelo. El restante porcentaje de biomasa total, corresponde a material de poda de poró no depositado en el suelo.

CUADRO 26. Materia seca depositada, exportada y total (kg/ha) de la asociación de pasto y poró, según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Depos.	0	1134	3503	4960	2400 <sup>a</sup>
Export.	<u>14129</u>	<u>14194</u>	<u>11172</u>	<u>12394</u>	<u>12972</u>
Total	14129	15328	14675	17354	15372
2 Depos.	0	789	1809	2810	1102 <sup>b</sup>
Export.	<u>8776</u>	<u>7488</u>	<u>8831</u>	<u>8938</u>	<u>8508</u>
Total	8776	8277	10640	11748	9610
3 Depos.	0	329	722	1395	612 <sup>c</sup>
Export.	<u>7081</u>	<u>5127</u>	<u>8854</u>	<u>8935</u>	<u>7499</u>
Total	7081	5456	9576	10330	8111
Depos.	0	2252	6034	9165	
Export.	<u>29986</u>	<u>26809</u>	<u>28857</u>	<u>30267</u>	
TOTAL <sup>2</sup>	29986	29061	34891	39432	

TEST	T. 0 %
12424	29986 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

<sup>2</sup> Efecto lineal significativo por prueba de contraste (P<0.08). TOTAL/año.

<sup>3</sup> Diferencia significativa según prueba de contraste (P<0.002)

En cuanto a materia seca total exportada, se observó que el tratamiento asociado en el que se depositó todo el follaje de poda de poró exportó más que todos los demás, pero la eficiencia relativa medida en materia seca producida por kg de materia seca de poró depositada fué menor ( Cuadro 27).

**CUADRO 27.** Relación entre la materia seca producida (total / exportada) con la materia seca depositada de poró (Kg Prod/Kg dep), según tratamientos experimentales.

Parámetro	TRATAMIENTOS ASOCIADOS			
	0 %	33 %	66 %	100 %
Exportada	- 11.9	4.8	3.3	
Total	- 12.9	5.8	4.3	

La producción de materia seca por macolla presentó diferencia significativa entre bloques, lo que se explica por los problemas presentados en algunas parcelas, especialmente del bloque uno, que fue el de menor rendimiento. Para la prueba de contrastes se presentó diferencia estadística a favor del king grass asociado con poró, que aumentó su producción por macolla a medida que se incrementaba el depósito de follaje de poda, lo cual podría deberse a una mayor disponibilidad de nutrientes aportados por dicho follaje (Cuadro 28).

La materia seca producida por el King grass asociado con poró, vá ganando mayor participación porcentual en la biomasa total, por efecto del depósito de material de poda. En el tratamiento uno (0% de depósito), la participación es del 70 % y en el tratamiento cuatro (100% de depósito), lo es del

77%. Esto se explica por un incremento de la producción del King grass por efecto del depósito en el suelo de material de poda.

**CUADRO 28.** Producción de materia seca por macolla (g MS) de King-grass según tratamientos y bloques experimentales.

BLOQUE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>	TRATAMIENTO	
	0 %	33 %	66 %	100 %	BLOQUE	TEST	0 %
1	208.2	162.2	228.8	361.6	213.0		
2	285.8	233.0	543.5	627.1	356.3		
3	496.3	324.3	630.0	641.8	444.1		
FROM	330.1	239.8	467.4	543.5		108.2 <sup>2</sup>	330.1

<sup>1</sup> Diferencias significativas entre bloques ( $p < 0.01$ )

<sup>2</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes ( $p < 0.01$ ).

#### 4.5.3. Producción de materia seca digestible total

La producción de materia seca digestible fué superior ( $P < 0.002$ ) en el tratamiento asociado en comparación con el testigo (Cuadros 29A). El depósito de material de poda provocó un incremento lineal para la producción de materia seca digestible. El incremento de la materia seca digestible, como consecuencia de la restitución del follaje de poró, comparando la alcanzada por el testigo varió entre 110 y 193%.

Entre cortes se presentó diferencia estadística significativa entre el primer corte y los dos restantes (Cuadro 29A). La producción de materia seca digestible del sistema asociado se redujo en promedio 29 y 33%, en el segundo y tercer cortes, respectivamente, con relación a la producción del primer corte, como consecuencia de las reducciones en la producción de ambos componentes.

**Cuadro 29.** Participación relativa (%) del King grass y el poró en la producción de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y materia seca digestible (MSD) según tratamientos.

VARIABLE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS			
	0 %	33 %	66 %	100 %
MS Pasto (%)	70	71	76	77
MS Foró (%)	30	29	24	23
PC Pasto (%)	46	45	54	23
PC Foró (%)	54	55	46	41
MSD Pasto (%)	81	82	86	86
MSD Foró (%)	19	18	14	14

#### 4.5.4. Producción de proteína cruda total.

Se presentó diferencia significativa para la producción de proteína cruda a favor del tratamiento asociado con árboles de poró, comparado con el pasto solo (Cuadro 30). Por efecto del asocio con árboles y del depósito de follaje de poda se produjo un incremento de la producción de proteína cruda entre 336 y 469% comparado con el testigo. A medida

que se elevaba el nivel de depósito del material de poda del poró, el pasto King grass fué ganando participación porcentual en la producción de proteína cruda total del sistema. Esto se explica porque el King grass incrementó su contenido de proteína y su producción de materia seca por efecto del asocio con el poró, además de que al restituir cada vez más poró, disminuyó la contribución de este componente de la producción proteica del sistema.

**CUADRO 30.** Proteína cruda depositada, exportada y total (Kg/ha/año) de la asociación de pasto y poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTO ASOCIADO				PROM. <sup>1</sup>	TRATAMIENTO	
	0 %	33 %	66 %	100 %		CORTE	TEST. 0 %
1 Depósito	0	229	640	884	438 <sup>a</sup>		
Export.	1709	1578	981	1004	1422		
Total	1709	1807	1621	1888	1860		
2 Depósito	0	142	328	498	242 <sup>b</sup>		
Export.	875	687	647	733	736		
Total	875	829	975	1231	978		
3 Depósito	0	70	163	295	132 <sup>c</sup>		
Export.	541	395	569	634	535		
Total	541	465	732	729	667		
Depósito	0	441	1131	1677			
Export.	3125	2660	2197	2371			
TOTAL	3125	3101	3328	4048		712	3125 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

<sup>2</sup> Diferencia significativa según prueba de contraste (P<0.0002)

Para la interacción corte x tratamiento se presentó diferencia estadística significativa (Cuadro 30). La disminución relativa de la proteína cruda, entre cortes, se hizo cada vez menor a medida que se incrementó el depósito de follaje de poda (Cuadro 31). Para el segundo corte la disminución fué de 54 a 35% y para el tercer corte de 71 a 51%. Del promedio total por corte, la mayor reducción provino del poró que disminuyó su producción en 76%, mientras que el King grass la mermó en 46 %. Esto se debió a la disminución en la producción del poró por problemas presentados en su recuperación postcorte y que fueron analizados anteriormente.

El depósito de proteína cruda provino en su totalidad del material de poda del poró, el cual representó el 0, 14, 34 y 41% de la biomasa total, para los tratamientos 0, 33, 66 y 100%, respectivamente. Del total de proteína extraída para cada tratamiento asociado, el poró aportó el 54, 40, 13 y 0%, respectivamente.

#### **4.6. Productividad y sostenibilidad del sistema poró asociado con king grass**

Para analizar la productividad y la sostenibilidad de los diferentes tratamientos del sistema asociado se deben interrelacionar las variables estudiadas teniendo en cuenta que los objetivos del mismo son la producción de forraje de buena calidad con destino a la alimentación animal, la utilización de la menor cantidad de insumos importados al sistema, el mantenimiento de producciones estables en el tiempo y el mejoramiento o estabilidad de la fertilidad del suelo.

Para proteína cruda se observó que el tratamiento 0% es el que exporta la mayor cantidad, siendo la exportación entre un 15 y un 30% mayor que la de los demás tratamientos en asocio. Sin embargo, entre cortes, la disminución relativa fué mayor que la de los tratamientos 66 y 100%, por lo que la exportación de PC en el tercer corte, fué inferior a la de estos tratamientos (Cuadro 31).

**Cuadro 31.** Rendimiento relativo (%), entre cortes, de la proteína cruda exportada por el sistema asociado de poró y king grass según tratamientos experimentales.

CORTE	TRATAMIENTO			
	0	33	66	100
1	100	100	100	100
2	49	57	34	27
3	68	75	42	37

En producción de materia seca, los tratamientos 0% y 100% fueron los que alcanzaron la mayor exportación, pero el tratamiento 0% disminuyó en mayor proporción relativa entre cortes, por lo que en los cortes segundo y tercero los tratamientos 66 y 100%, superaron la exportación del tratamiento 0%, siendo el tratamiento 66% el que presentó la menor disminución relativa. Entre los cortes segundo y tercero, los tratamientos 66 y 100% mantuvieron sus niveles de exportación de MS constantes (Cuadro 32).

**Cuadro 32.** Rendimiento relativo (%), entre cortes, de la materia seca exportada por el sistema asociado de poró y king grass según tratamientos experimentales.

CORTE	TRATAMIENTO			
	0	1	2	3
1	100	100	100	100
2	38	47	21	28
3	50	64	21	28

La extracción de minerales aunque tiende a incrementarse a medida que se deposita material de poda de poró, tiene un efecto de reciclaje importante para el tratamiento de 100% de depósito, especialmente para el Ca y el N que superan el 70% de reposición. No obstante el reciclaje de minerales efectuado con el depósito de follaje de poda, el potasio solamente se restituye en un 19% cuando el depósito es total; siendo la restitución del fósforo y el magnesio cercana al 50% para el tratamiento 100% (Cuadro 33).

Para los contenidos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo del suelo, el tratamiento 33% presentó las mejores condiciones al comparar los análisis previo y posterior al experimento, pues incrementó los valores iniciales, mientras que el tratamiento 0% fué el que presentó las mayores disminuciones. Para el potasio, el tratamiento 100% presentó el mayor descenso en la solución del suelo, presentándose una disminución del 53%, siendo el tratamiento 0% el que decreció en menor proporción (29%). El pH del suelo presentó su mayor grado de acidificación en el tratamiento 100%, siendo un 6% más ácido que el resto de tratamientos asociados (Cuadro 34).

**Cuadro 33.** Reposición (%) de minerales hecha por el depósito de follaje de poda para cada tratamiento.

MINERAL	T R A T A M I E N T O			
	0	1	2	3
N	0.0	17	51	71
P	0.0	11	26	41
K	0.0	7	15	19
Ca	0.0	16	53	83
Mg	0.0	11	22	49

Para la relación número de macollas/peso de macollas el tratamiento 100%, presenta el mejor resultado (4.7g/macolla), pues mientras el número de macollas es inferior al de todos los demás tratamientos, el peso en materia seca de las mismas es superior al del resto de tratamientos para igual comparación (Cuadro 28 y 30A), con lo cual se evidencia un mayor desarrollo de las macollas de este tratamiento.

Con base en lo anterior, se tiene que a nivel de materia seca y proteína cruda exportadas, los tratamientos 66 y 100% presentan las menores reducciones relativas entre cortes, lo cual los coloca como los más "sostenibles" entre los tratamientos experimentales, pero la mayor restitución de minerales y la mejor relación entre el número y el peso de las macollas para el tratamiento 100%, pueden ser determinantes para su escogencia como el tratamiento de mayor "sostenibilidad". No obstante, se considera que la disminución de la exportación promedio entre cortes es muy grande (30%) y que deben acometerse mejoras en el manejo de la plantación asociada y en la reposición de los minerales

deficitarios para tratar de controlar estos descensos en los rendimientos.

Para el aspecto de productividad, habría que tener en cuenta que el tratamiento 0% es el mayor exportador de proteína cruda, fundamentalmente por el aporte hecho por el poró, lo cual podría ser importante en explotaciones ganaderas, en donde la fuente proteica sea escasa o por lo menos costosa. La producción de materia seca exportada, potencialmente utilizable en alimentación animal, no presenta mayores diferencias entre los diferentes tratamientos. Queda entonces, la opción alternativa de escoger entre los diferentes tratamientos, dependiendo de los intereses particulares de cada explotación y de los objetivos que se pretenda alcanzar.

**Cuadro 34.** Variación numérica entre los análisis pre y post experimento para algunas características químicas del suelo.

VARIABLE	T R A T A M I E N T O				
	TESTIGO	0	1	2	3
pH	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
MD	-0.22	-1.15	+0.01	-0.2	-0.57
N	+0.01	-0.01	+0.02	+0.01	+0.02
P	+1.09	-6.61	+2.79	-3.73	-0.72
K	0.0	-0.04	-0.04	-0.06	-0.10

#### 4.7. Regresiones.

Se hicieron análisis de regresión, buscando expresar en ecuaciones la relación existente entre las variables más

representativas del sistema (Caballero, W., 1985). Las variables independientes seleccionadas fueron:

Materia seca de poró depositada.

Nitrógeno depositado, proveniente del poró.

Las variables dependientes fueron:

Materia seca del pasto King grass

Materia seca digestible del King grass.

Contenido de MS del pasto.

Contenido de PC del King grass.

DIVMS del pasto.

Materia seca exportada total (poró + King grass)

En los cuadros 35 y 36, se muestran los resultados de los análisis de regresión, especificando las variables relacionadas, la prueba de "F" para la ecuación, la ecuación de la regresión, la prueba de "T" para los parámetros, el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el coeficiente de variación

Para todas las variables se presenta la ecuación de regresión lineal o del tipo  $Y = a + bx$ , pero para las producciones de proteína cruda también se incluye la ecuación de regresión cuadrática por considerar que se ajusta mejor. Para cada ecuación lineal, además del valor del intercepto, se establece el coeficiente de regresión que es el cambio de b unidades de la variable dependiente por cada unidad de cambio de la variable independiente (Caballero, W., 1985; Little, J., y Hills, F., 1976).

Al analizar las ecuaciones de regresión para las variables independientes con respecto a la producción de materia seca observamos que todas presentan un valor de intercepto muy similar, sin embargo, el coeficiente de

regresión es mayor para el nitrógeno depositado, lo cual indica que este elemento causa un mayor impacto. Situación similar se presenta para la producción de proteína cruda y materia seca digestible que son las variables que resultaron significativas estadísticamente ( $P < 0.05$ ). Lo anterior podría explicarse en el sentido de que el nitrógeno es el nutrimento de las plantas que con mayor frecuencia limita los rendimientos en el trópico (Sánchez, P., 1981).

**CUADRO 35.** Ecuaciones de regresión sobre el efecto de la materia seca de poró depositada (% restitución, X)\*, sobre el comportamiento de diferentes variables medidas en el King-grass.

VARIABLE DEPEND.	P>F ECUA.	ECUACION	PR> T  King grass	R <sup>2</sup>	C.V
Prod. MS kg	0.04	$Y = 19767 + 1.11X$	a = 0.01 b = 0.04	0.93	6.2
Prod. PC kg	0.06	$Y = 1293 + 0.10 X$	a = 0.01 b = 0.06	0.89	10.6
Prod. PC kg	0.03	$Y = 1424 - 0.03X + 1.5X^2$	a = 0.01 b <sub>0</sub> = 0.24 b <sub>1</sub> = 0.06	0.999	1.4
Prod MSD kg	0.03	$Y = 10836 + 0.63X$	a = 0.01 b = 0.03	0.94	6.0
% PC	0.25	$Y = 6.5 + 0.0001X$	a = 0.01 b = 0.25	0.56	6.9

\* Materia seca depositada en el suelo y correspondiente al material de poda del 0, 33, 66 y 100% de los árboles de la parcela experimental.

CUADRO 36. Ecuaciones de regresión sobre el efecto del nitrógeno del poró depositado (% restitución, X)\* sobre el comportamiento de diferentes variables medidas en el King-grass.

VARIABLE DEPEND.	P>F ECUA.	ECUACION	PR> T	R <sup>2</sup>	C.V
Prod. MS kg	0.04	$Y = 19690 + 37.9X$	a = 0.004 b = 0.04	0.92	6.5
Prod. FC kg	0.07	$Y = 1289 + 3.5X$	a = 0.02 b = 0.07	0.87	11.5
Prod. PC kg	0.006	$Y = 1431 - 1.65X + 0.02X^2$	a = 0.002 b = 0.03 b <sub>2</sub> = 0.01	0.99	0.3
Prod. MSD kg	0.04	$Y = 10793 + 21.3X$	a = 0.004 b = 0.04	0.93	6.3
% PC	0.27	$Y = 6.5 + 0.0036X$	a = 0.004 b = 0.27	0.53	7.1

\* Nitrógeno presente en el material de poda depositado en el suelo y que corresponde al 0, 33, 66 y 100% de los árboles de la parcela experimental.

## 5. Conclusiones

En el sistema de producción agroforestal de King grass asociado con poró, donde se evaluó el efecto de depositar en el suelo diferentes niveles de material de poda de poró, es necesario abordar la interpretación de sus resultados bajo un enfoque integral. La interacción que se da entre los diversos componentes del sistema, como los factores ambientales, edáficos, fisiológicos, de aporte de nutrientes esenciales y de manejo, ameritan que éstos sean conocidos debidamente para que contribuyan en la mejor interpretación de los resultados. Como aspectos importantes de esta investigación se detallan:

### 5.1. Calidad del pasto King grass.

5.1.1. El contenido de Proteína cruda del pasto asociado con poró fué mayor que el del pasto solo, incrementándose éste por efecto del depósito en el suelo de follaje de poró.

5.1.2. La DIVMS no presentó diferencias entre el pasto asociado con poró y el pasto solo.

5.1.3 El contenido de materia seca del pasto no se vió afectado por el asocio con poró, aunque tendió a ser menor que la del pasto solo.

5.1.4. El contenido de nutrientes minerales esenciales no presentó diferencias entre el pasto solo y el asociado con poró. Sin embargo, se observó que el nitrógeno y el magnesio tuvieron mayor contenido en la biomasa del pasto asociado que recibió depósito de follaje, mientras que el fósforo, potasio y calcio fue mayor en el pasto solo.

## 5.2. Producción de biomasa del King grass

5.2.1. El King grass establecido en asocio con poró tuvo mayor producción de materia seca, materia seca digestible y proteína cruda que el pasto solo, incrementándose éstas por efecto del depósito de follaje de poró.

5.2.1.1. La materia seca del king grass a partir de una producción de 20 ton/ha/año se incrementó en 1,1 Kg por cada kilo de materia seca de poró depositado.

5.2.1.2 La materia seca digestible, a partir de una producción de 11 toneladas, se incrementó en 21 kilos por cada kilo de materia seca de poró depositado.

5.2.1.3. La proteína cruda del King grass se incrementó en 0.1 kilo por cada kilo de materia seca de poró depositado, a partir de una base de producción de 1.300 Kg de PC/ha/año.

## 5.3 Extracción, reposición de nutrientes y su efecto en el suelo.

5.3.1. La extracción de nutrientes minerales esenciales fué mayor en el King grass asociado con poró que en el pasto solo, incrementándose ésta por efecto del depósito en el suelo de follaje de poda de poró; siendo el potasio el elemento que más incrementó su extracción.

5.3.2. El contenido de potasio en la solución del suelo disminuyó drásticamente durante la fase experimental, haciendo suponer que la extracción de este mineral agota las reservas del suelo con perjuicio notable sobre la producción del pasto.

5.3.3 El pH del suelo aumentó su grado de acidez, lo que hace suponer un efecto negativo sobre los procesos químicos y biológicos que allí se suceden y que son vitales para las plantas.

## 6. RECOMENDACIONES

6.1. Continuar estudios en este tipo de sistemas, bajo una óptica integral del mismo, teniendo en cuenta la restitución de los nutrientes deficitarios y el manejo de la plantación.

6.2. Revisar la densidad de población de los árboles de poró, pues la actual dificulta el manejo del pasto asociado e intensifica el uso de mano de obra.

6.3 Revisar la actual frecuencia de poda de poró, pues parece estar ocasionando problemas en el desarrollo de los árboles

6.4 Planificar el corte de pasto de manera que no sea afectado por el pisoteo y caída de ramas al momento de la poda del poró, buscando también que su calidad nutricional sea la mejor y que el contenido de minerales en la biomasa no lo haga tan extractivo

6.5 Integrar el componente socioeconómico a esta investigación para determinar las expectativas del usuario frente al sistema, con miras a la adopción de la tecnología generada y a un posible reenfoque de la misma.

6.6 Evaluar el potencial de los sistemas de asocio de árboles leguminosos con gramíneas, utilizando el follaje arbóreo como abono verde, en otras especies de leguminosas arbóreas y de gramíneas.

## 7. Bibliografía

1. AGUIRRE A., V. 1971. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA, OEA. 138 p.
2. ALVARADO, H. A. 1985. El origen de los suelos. CATIE, Turrialba, C. R. 54 p. (Serie Materiales de Enseñanza Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Nº 24).
3. AYALA, J. R. ; SISTACHS, M ; TUERO, R. 1983. 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 de Ciencia Agrícola 17(2): 179-189.
4. BEER, J. W. 1980. *Erythrina poeppigiana* con pasto. CATIE, Turrialba, C. R. 4p.
5. BENAVIDES, J. E. 1983. Utilización de forrajes de origen arbóreo en la alimentación de rumiantes menores. CATIE, Turrialba, C. R. 11 p.
6. \_\_\_\_\_. 1983. Investigación en árboles forrajeros. Turrialba, Costa Rica. Trabajo presentado en el curso corto sobre Técnicas Agroforestales celebrado en el CATIE, Turrialba, C. R., Nov.8-18, 1983. 27 p.
7. BERNAL, E. J. 1988. Pastos y forrajes tropicales: Producción y manejo. Bogotá, Colombia. Depto. Publicaciones, Banco Ganadero. 500 p.
8. BRONSTEIN, G. E. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., Programa UCR/ CATIE. 110 p.
9. BUDOWSKI, G. 1980. *Erythrina poeppigiana* (poró) and other *Erythrina*, as very versatile trees ideally adapted to land use systems for the humid tropics. Proposal. CATIE, Turrialba, C. R. 6 p.
10. \_\_\_\_\_. 1981. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. Trad. del inglés por E. Somarriba. CATIE, Turrialba, C. R. 8 p.

11. \_\_\_\_\_ . 1981. Cuantificación de las prácticas agroforestales tradicionales y de las parcelas de investigación controlada en Costa Rica. Trad. por E. Somarriba. Trabajo presentado a la reunión consultiva sobre investigación en plantas y agroforestería, ICRAF, Nairobi, Kenia, 8-15 abril, 1981. CATIE, Turrialba, C. R. 26 p.
12. Caballero, W. 1985. Introducción a la estadística. San José, C. R., IICA. p. 256-268.
13. COMBE, J; GEWALD, N. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. CATIE, Turrialba, C. R. 378 p.
14. \_\_\_\_\_ ; Budowski, G. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales: Una revisión de literatura. In Taller sistemas agroforestales en América latina, Turrialba, Costa Rica. Actas Edit. por G. de las Salas. CATIE, Turrialba, C. R. p 17-48.
15. DACCARETT, M.; BLYDENSTEIN, J. 1968. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba. (C R) 18 (4): 405-408.
16. DEVLIN, R. M. 1970. Fisiología vegetal. Trad. del Inglés por Xavier LLiona Pagés. Barcelona, Omega. 614 p.
17. DIAZ ROMEU, R. 1977. Determinación de nitrógeno total en el suelo: método semi-microkjeldahl. CATIE, Turrialba, C. R. 2 p.
18. \_\_\_\_\_ ; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal de investigación en invernadero. CATIE, Turrialba, C.R. Proyecto Centro Americano de Suelos. 62p.
19. ESCALANTE, G.; HERRERA, R; ARANGUREN, J. 1984. Fijación de nitrógeno en árboles de sombra (*Erythrina poeppigiana*) en cacaotales del norte de Venezuela. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 19: 223-230.
20. ESPINOZA, J, E. 1984. Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de madero negro (*Gliricidia sepium*) y poró (*Erythrina poeppigiana*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., Programa UCR-CATIE. 90 p.
21. FASSBENDER, H. W. 1987. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. CATIE, Turrialba, C. R. Depto de Recursos Renovables. 475 p. (Serie materiales de enseñanza, CATIE. No 29).

22. FRIBOURG, H. A ; EDWARDS, N.C ; KARL, M. B. 1971. In vitro drymatter digestibility of "midland" bermuda grass grown a several levels of N fertilization. Agronomy Journal (USA) 63: 786-788.
23. GUERRERO, R; FASSBENDER, H W; BLYDENSTEIN, J. 1970. Fertilización del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en Turrialba, Costa Rica. I. Efecto de dosis crecientes de nitrógeno. Turrialba (C.R) 20(1): 53-58.
24. GUTIERREZ ORELLANA, M. A. 1981 Comparación de dos métodos intensivos de utilización de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus* (k. Schum) Pilger) en la producción de leche. Tesis Mag Sc. Turrialba, C. R., Programa CATIE. 71 p.
25. HART, R. D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. CATIE, Turrialba, C. R., CATIE. 160 p. (Serie Materiales de Enseñaza CATIE. No 1).
26. HOLDRIDGE, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, C. R., IICA. p 1-68.
27. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA. 1985. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. Redacción de referencias bibliograficas: Normas oficiales del IICA. 3ª ed. rev. San José, C. R: IICA-CIDIA. 57 p.
28. KANG, B. T. 1981. Alley cropping maize (*Zea mays* l.) and *Leucaena leucocephala* in Southern Nigeria. Plant et Soil 63: 165-179.
29. KASS, M. L; RODRIGUEZ, G. 1989. Evaluación nutricional de forrajes. Laboratorio de Nutrición Animal, CATIE. Turrialba, C. R. 43 p
30. LITTLE, J. M; HILLS, F. J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Edit. Trillas. p. 145-162.
31. MARES, M. V. 1981. Bases fisiológicas para el manejo de pasturas tropicales. In CATIE. Producción y utilización de forrajes en el trópico. Compendio. Turrialba, C. R. p. 21-38.
32. MUÑOZ, H. 1960. Efecto del corte y la fertilización en el crecimiento estacional del zacate elefante (*P. purpureum*, Schum ). Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA. 76 p.

33. ODUM, E. P. 1972. Ecología. Trad. del inglés por C. G. Ottenwaelder. 3ª ed. México, Interamericana. 639 p.
34. PEZO, D. 1981. La calidad nutritiva de los forrajes. In Producción y utilización de forrajes en el trópico. CATIE, Turrialba, C. R. p 70-102.
35. PRESTON, T. R; LENG, R.R. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Cali Colombia. Ed. por Consultorias para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico (Condrít). 312 p.
36. RAMIREZ PEREZ, A. 1974. Efectos del ciclo de uso, la presión de pastoreo y la fertilización nitrogenada en la producción de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilger). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., IICA. 111p.
37. RINCON, E. 1966. Estudio sobre el crecimiento del pasto elefante (*P. purpureum*, Schumach). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R, IICA. 56 p.
38. RODRIGUEZ F., R. A. 1985. Producción de biomasa de poró gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook) y king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del poró. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., Programa U.C.R./ CATIE. 96 p.
39. RUSSO, R.O. 1983. Efecto de 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, C. R., Programa UCR/CATIE. 108 p.
40. ROUX, H. 1961. Efectos estacionales de edad y fertilización en el crecimiento y aceptación por el ganado del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica. IICA. 76 p.
41. SALAS, G. De las. 1987. Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América Tropical. San José, Costa Rica, IICA. 450 p. (Colección libros y materiales educativos/IICA, No 80).
42. SANCHEZ, P. A. 1981. Los suelos del trópico: características y manejo. Trad. del inglés por E. Camacho. San José, C. R., IICA. 634 p.

43. STEEL, R. G. D; TORRIE, J. H. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. y rev. por Ricardo Martínez B. y Jesús María Castaño. México, D. F. Mc Graw-Hill. p 368-390.
44. ULATE MONTERO, R. 1975 Efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento, composición química y digestibilidad *in vitro* de cinco forrajes tropicales. Tesis Ing. Agr., San José, C. R., U.C.R. 89 p.
45. VENEGAS T, L. 1971. Resumen sobre algunos aspectos silviculturales del *Alnus jorullensis* H. B. K. III Foro de Corporaciones Forestales, Manizales, Colombia. 5 p.
46. VICENTE CHANDLER, J . 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. U de Pto Rico, Estación Experimental Agrícola. Boletín 271. 226 p.
47. WARING, S. A; BREMMER, J. M. 1964. Ammonium production in soil under water logged conditions as an index of nitrogen availability. Nature (USA) 201: 951-952.

**B. APENDICE**

CUADRO 1A. Probabilidades según las fuentes de variación de los análisis de varianza para las variables de contenido de MS,FC y DIVMS de poró en asocio con king grass.

FUENTE VARIACION	(PR>F)							
	% MS			% FC			DIVMS	
	Hoja	TT	TL	Hoja	TT	Hoja	TT	
Bloque	0.701	0.428	0.749	0.625	0.107	0.453	0.186	
Trat.	0.133	0.482	0.403	0.879	0.143	0.898	0.284	
B x T	0.025	0.817	0.902	0.680	0.585	0.795	0.927	
Corte	0.004	0.003	0.371	0.402	0.006	0.004	0.309	
T x C	0.029	0.701	0.108	0.314	0.012	0.102	0.532	
C.lineal	0.279	0.094	0.696	0.732	0.129	0.419	0.163	
C.Cuad.	0.616	0.861	0.039	0.385	0.074	0.787	0.032	

TT : Tallo tierno de poró      TL : Tallo leñoso de poró

CUADRO 2A. Probabilidades según las fuentes de variación de los análisis de varianza para las variables de producción de poró en asocio con king grass.

FUENTE VARIACION	PRODUCCION (PR > F)								
	M S			F C			H S D		
	Hoja	T.T	TL	Hoja	TT	TL	Hoja	TT	
Bloque	0.173	0.114	0.476	0.379	0.160	0.476	0.240	0.168	
Tratam.	0.929	0.193	0.732	0.893	0.115	0.732	0.906	0.215	
B x T	0.318	0.504	0.457	0.304	0.331	0.457	0.256	0.457	
Corte	0.001	0.092	0.001	0.001	0.059	0.001	0.001	0.095	
C x T	0.860	0.445	0.996	0.662	0.397	0.996	0.760	0.509	
Lineal	0.815	0.763	0.594	0.714	0.812	0.594	0.706	0.911	
Cuadr.	0.788	0.103	0.399	0.917	0.139	0.399	0.656	0.114	

CUADRO 3A. Contenido de materia seca (%MS) de la hoja de poró, sembrado en asocio con king grass, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	23.1	22.9	21.6	19.1	21.7 <sup>a</sup>
2	20.8	20.9	21.0	19.7	20.6 <sup>a</sup>
3	21.0	16.3	18.1	20.4	19.0 <sup>b</sup>
FROM	21.6	20.1	20.2	19.7	

1 Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.01)

CUADRO 4A. Contenido de materia seca (%) del tallo tierno de poró sembrado en asocio con king grass, según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM.
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	14.6	12.0	12.7	17.2	14.1
2	16.5	16.4	17.4	12.5	15.7
3	17.1	13.3	14.2	16.6	15.3
FROM	16.1	13.9	14.8	15.4	

CUADRO 5A. Contenido de materia seca (%) del tallo leñoso del poró sembrado en asocio con King grass según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	20.0	21.2	22.2	19.8	20.8 <sup>ab</sup>
2	22.8	23.1	25.7	25.2	24.2 <sup>a</sup>
3	20.0	18.5	19.5	21.7	19.9 <sup>b</sup>
PROM.	20.9	20.9	22.4	22.2	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

CUADRO 6A. Contenido de proteína cruda (%) de la hoja de poró, sembrado en asocio King grass, según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM.
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	27.7	27.3	26.0	25.1	26.5
2	25.0	24.6	24.8	26.3	25.2
3	23.5	26.4	28.0	25.8	25.9
PROM.	25.4	26.1	26.3	25.7	

CUADRO 7A. Digestibilidad in vitro de la materia seca (%) de la hoja de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	47.0	44.8	46.2	44.2	45.5 <sup>a</sup>
2	46.7	37.2	45.7	43.6	43.3 <sup>b</sup>
3	48.5	58.0	49.6	49.2	51.4 <sup>a</sup>
PROM.	47.4	46.7	47.1	45.7	

<sup>1</sup> Letras diferentes implican diferencia estadística ( $P < 0.05$ )

CUADRO 8A. Digestibilidad in vitro de la materia seca (%) del tallo tierno de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM.
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1	57.8	58.8	61.3	62.1	60.0
2	57.3	54.4	58.4	55.2	56.3
3	52.9	60.5	63.9	54.8	58.0
PROM.	56.0	57.9	61.2	57.4	

Cuadro 9A. Materia seca depositada, exportada y total (kg/ha/año) de hoja de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Depos.	0	693	1946	2734	1343
Export.	3062	2432	692	0	1547
Total	3062	3125	2638	2734	2890
2 Depos.	0	447	1070	1426	736
Export.	1384	1124	406	0	729
Total	1384	1571	1476	1426	1465
3 Depos.	0	227	512	994	433
Export.	781	411	198	0	348
Total	781	638	710	994	781
Depos.	0	1367	3528	5154	
Export.	5227	3967	1296	0	
TOTAL	5227	5334	4824	5154	

**Cuadro 10A.** Materia seca depositada, exportada y total (kg/ha/año) de tallo tierno de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Depos.	0	26	116	190	332
Export.	<u>169</u>	<u>89</u>	<u>42</u>	0	<u>300</u>
Total	169	115	158	190	632 <sup>ab</sup>
2 Depos.	0	74	55	190	319
Export.	<u>226</u>	<u>82</u>	<u>22</u>	0	<u>340</u>
Total	226	156	77	190	659 <sup>a</sup>
3 Depos.	0	31	41	158	230
Export.	<u>127</u>	<u>55</u>	<u>17</u>	0	<u>119</u>
Total	127	86	58	158	349 <sup>b</sup>
Depos.	0	131	212	538	881
Export.	<u>522</u>	<u>226</u>	<u>81</u>	0	<u>929</u>
TOTAL	522	357	293	538	810

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (p<0.09)

**Cuadro 11A.** Materia seca (Kg/ha/año) depositada, exportada y total de tallo leñoso de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup> CORTE
	0 %	33 %	66 %	100 %	
1 Depósito	0	415	1441	2036	973
Export.	<u>1940</u>	<u>1353</u>	<u>502</u>	<u>0</u>	<u>949</u>
Total	1940	1768	1943	2036	1922 <sup>a</sup>
2 Depósito	0	268	684	1194	537
Export.	<u>1062</u>	<u>567</u>	<u>279</u>	<u>0</u>	<u>477</u>
Total	1062	835	963	1194	1014 <sup>b</sup>
3 Depósito	0	71	169	243	121
Export.	<u>231</u>	<u>139</u>	<u>62</u>	<u>0</u>	<u>108</u>
Total	231	210	231	243	229 <sup>c</sup>
Depósito	0	754	2294	3473	
Export.	<u>3233</u>	<u>2059</u>	<u>843</u>	<u>0</u>	
TOTAL	3233	2813	3037	3473	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.01$ )

CUADRO 12A. Producción de materia seca digestible (Kg/ha/año) de hoja, tallo tierno y total de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Hoja	1439	1400	1218	1208	1316
T.Tierno	<u>98</u>	<u>68</u>	<u>97</u>	<u>118</u>	<u>95</u>
Total	1537	1468	1315	1326	1411 <sup>a</sup>
2 Hoja	647	547	674	622	623
T.tierno	<u>129</u>	<u>139</u>	<u>45</u>	<u>105</u>	<u>105</u>
Total	776	686	719	725	728 <sup>b</sup>
3 Hoja	379	370	352	489	398
T.tierno	<u>67</u>	<u>52</u>	<u>37</u>	<u>87</u>	<u>61</u>
Total	446	422	389	576	459 <sup>c</sup>
Hoja	2465	2317	2244	2319	
T.tierno	<u>294</u>	<u>259</u>	<u>179</u>	<u>310</u>	
Total	2759	2576	2423	2629	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente

Cuadro 13A. Proteína cruda (Kg/ha/año) depositada, exportada y total de hoja de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Depósito	0	190	507	685	345
Export.	<u>834</u>	<u>678</u>	<u>180</u>	<u>0</u>	<u>423</u>
Total	834	868	687	685	768 <sup>a</sup>
2 Depósito	0	111	264	378	188
Export.	<u>348</u>	<u>253</u>	<u>101</u>	<u>0</u>	<u>176</u>
Total	348	364	365	378	364 <sup>b</sup>
3 Depósito	0	60	143	258	115
Export.	<u>184</u>	<u>107</u>	<u>55</u>	<u>0</u>	<u>87</u>
Total	184	169	198	258	202 <sup>c</sup>
Depósito	0	361	914	1321	
Export.	<u>1366</u>	<u>1040</u>	<u>336</u>	<u>0</u>	
TOTAL	1366	1401	1250	1321	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (p<0.01)

Cuadro 14A. Proteína cruda (Kg/ha/año) depositada, exportada y total de tallo tierno de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM. <sup>1</sup> CORTE
	0 %	33 %	66 %	100 %	
1 Depósito	0	4	12	28	11
Export.	<u>22</u>	<u>12</u>	<u>4</u>	<u>0</u>	<u>10</u>
Total	22	16	16	28	21 <sup>a</sup>
2 Depósito	0	8	6	20	9
Export.	<u>23</u>	<u>20</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	<u>11</u>
Total	23	28	8	20	20 <sup>a</sup>
3 Depósito	0	4	6	17	7
Export.	<u>11</u>	<u>7</u>	<u>3</u>	<u>0</u>	<u>5</u>
Total	11	11	9	17	12 <sup>b</sup>
Depósito	0	16	24	65	
Export.	<u>56</u>	<u>39</u>	<u>9</u>	<u>0</u>	
TOTAL	56	55	33	65	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (p<0.06)

Cuadro 15A. Proteína cruda (kg/ha/año), depositada, exportada y total de tallo leñoso de poró según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM. <sup>1</sup> CORTE
	0 %	33 %	66 %	100 %	
1 Depósito	0	35	121	171	82
Export.	<u>163</u>	<u>114</u>	<u>42</u>	<u>0</u>	<u>80</u>
Total	163	149	163	171	162 <sup>a</sup>
2 Depósito	0	23	58	100	45
Export.	<u>89</u>	<u>48</u>	<u>24</u>	<u>0</u>	<u>40</u>
Total	89	71	82	100	85 <sup>b</sup>
3 Depósito	0	6	14	5	10
Export.	<u>19</u>	<u>12</u>	<u>5</u>	<u>0</u>	9 <sup>c</sup>
Total					
Depósito	0	64	193	291	
Export.	<u>271</u>	<u>174</u>	<u>71</u>	<u>0</u>	
Total	271	238	264	291	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (p<0.01)

CUADRO 16A. Contenido de minerales (%) del tallo tierno de poró sembrado en asocio con King-grass según tratamientos.

Mineral	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM.
	0 %	33 %	66 %	100 %	
N	1.7	1.9	2.0	1.9	1.9
P	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3
K	2.0	2.5	2.3	2.6	2.4
Ca	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8
Mg	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5

CUADRO 17A. Contenido de minerales del tallo leñoso de poró sembrado en asocio con King grass según tratamientos experimentales.

Mineral	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. CORTE
	0 %	33 %	66 %	100 %	
N	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
P	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
K	1.6	1.3	0.9	1.0	1.2
Ca	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5
Mg	0.9	0.8	0.5	1.0	0.8

CUADRO 18A. Magnesio (kg/ha/año) depositado, exportado y total por el poró sembrado en asocio con King grass, según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE
1 Depósito	0.0	6.8	20.2	40.8	17.0 <sup>a</sup>
Export.	<u>42.6</u>	<u>23.1</u>	<u>7.2</u>	<u>0.0</u>	<u>18.2</u>
Total	42.6	29.9	27.4	40.8	35.2
2 Depósito	0.0	5.2	8.1	20.2	8.4 <sup>b</sup>
Export.	<u>19.5</u>	<u>11.7</u>	<u>3.2</u>	<u>0.0</u>	<u>8.6</u>
Total	19.5	16.9	11.3	20.2	17.0
3 Depósito	0.0	1.7	3.5	7.6	3.2 <sup>c</sup>
Export.	<u>6.4</u>	<u>3.1</u>	<u>1.3</u>	<u>0.0</u>	<u>2.7</u>
Total	6.4	4.8	4.8	7.6	5.9
Depósito	0.0	13.7	31.8	68.6	
Export.	<u>68.5</u>	<u>37.9</u>	<u>11.7</u>	<u>0.0</u>	
TOTAL	68.5 <sup>a</sup>	51.6 <sup>a,b</sup>	43.5 <sup>b</sup>	68.6 <sup>a</sup>	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

CUADRO 19A. Probabilidad de las fuentes de variación de los análisis de varianza para las variables de contenido de MS,FC,DIVMS y producción de MS; FC y MSD del king grass en asocio con poró.

FUENTES VARIACION	CONTENIDO (PR>F)			PRODUCCION		
	MS	FC	DIVMS	MS	FC	MSD
Bloque	0,310	0,591	0,701	0,056	0,006	0,001
Trat.	0,765	0,004	0,658	0,031	0,001	0,001
B x T	0,940	0,468	0,058		0,022	0,072
Corte	0,005	0,002	0,001		0,001	0,001
T x C	0,599	0,949	0,227		0,833	0,327
Covariable				0,099		
Test vs T 0%	0,551	0,038	0,979	0,031	0,089	0,058
Lineal	0,651	0,071	0,873	0,017	0,042	0,040

CUADRO 20A. Probabilidad de las fuentes de variación de los análisis de varianza para las variables de contenido de minerales del king grass en asocio con poró.

FUENTES VARIACION	CONTENIDO MINERALES (PR>F)				
	N	P	K	Ca	Mg
Bloque	0,095	0,006	0,475	0,132	0,622
Trat.	0,001	0,151	0,680	0,616	0,989
B x T	0,075	0,632	0,734	0,059	0,926
Corte	0,001	0,268	0,831	0,049	0,682
T x C	0,152	0,669	0,931	0,821	0,989
Test vs T 0%	0,038	0,022	0,473	0,681	0,573
Lineal	0,071	0,296	0,161	0,472	0,719

CUADRO 21A. Probabilidad de los contrastes testigo vs tratamiento 0% y de respuesta lineal al efecto del depósito de follaje de poda, correspondientes a la extracción de minerales por el king grass.

CONTRASTE	EXTRACCION MINERALES				
	N	P	K	Ca	Mg
Test. vs Tr 0%	0.001	0.127	0.074	0.110	0.013
C. lineal	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

CUADRO 22A. Contenido de materia seca (% MS) de la hoja de King-grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM. CORTE	TESTIGO
	0 %	33 %	66 %	100 %		
1	23.9	24.3	21.5	23.7	23.3	24.1
2	25.8	22.3	26.8	22.4	24.3	26.7
3	26.7	26.5	24.5	23.3	25.2	28.7
PROM.	26.1	25.5	24.4	24.3		26.5

CUADRO 23A. Contenido de materia seca (%) del tallo de King-grass sembrado en asoció con poró, según niveles de depósito de follajé y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>	TESTIGO
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE	
1	12.4	15.7	14.0	14.7	14.2 <sup>b</sup>	16.6
2	16.9	18.4	14.9	13.9	16.0 <sup>ab</sup>	18.9
3	17.5	16.6	20.1	18.5	18.2 <sup>a</sup>	17.4
PROM.	15.6	16.9	16.4	15.7		17.6

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

CUADRO 24A. Contenido de materia seca (%MS) de la planta total de King-grass sembrado en asoció con poró, según niveles de depósito de follaje de poró y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>	TESTIGO
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE	
1	16.7	18.1	17.8	18.8	17.7 <sup>b</sup>	19.5
2	20.6	19.3	19.8	17.6	19.3 <sup>ab</sup>	20.4
3	22.6	19.4	22.5	21.7	21.6 <sup>a</sup>	21.4
PROM.	20.0	18.9	19.8	19.4		20.4

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

CUADRO 25A. Probabilidades de las fuentes de variación de los análisis de varianza, según variables de estudio del asocio poró x king grass.

FTE VARIACION	PRODUCCION ( PR>F )		
	MS	MSD	FC
Bloque	0,001	0,001	0,017
Trat.	0,001	0,001	0,001
B x T	0,013	0,021	0,133
Corte	0,001	0,001	0,001
C x T	0,129	0,204	0,018
Test. vs T 0%	0,002	0,005	0,001
Lineal	0,079	0,075	0,128

CUADRO 26A. Extracción de magnesio (kg/ha/año) por el king grass sembrado en asocio con poró según según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TEST.	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. CORT
		0 %	33 %	66 %	100 %	
1	30.6	35.8	43.3	44.7	59.5	42.8 <sup>a</sup>
2	9.9	36.6	21.7	40.6	42.9	30.7 <sup>b</sup>
3	8.8	32.7	24.9	47.2	38.4	31.6 <sup>b</sup>
TOTAL	56.7	105.1 <sup>2</sup>	89.9	132.5	140.8 <sup>3</sup>	

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

<sup>2</sup> Testigo vs Trat. 0%, significativo estadísticamente (P<0.01)

<sup>3</sup> Efecto lineal, significativo estadísticamente (P<0.01)

CUADRO 27A. Producción de materia seca digestible (Kg/ha/año) de King-grass sembrado en asocio con poró, según niveles de depósito de follaje de poró y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>3</sup>	TRATAMIENTO	
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE	TEST.	0 %
1	4543	5220	5095	6597	5364 <sup>a</sup>		
2	3498	3346	4554	4971	4092 <sup>b</sup>		
3	3464	2775	4992	5198	4107 <sup>b</sup>		
TOTAL <sup>1</sup>	11505	11341	14641	16766		6627 <sup>2</sup>	11505

<sup>1</sup> Efecto lineal significativo por prueba de contraste ( $P < 0.04$ ).

<sup>2</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes ( $P < 0.06$ ).

<sup>3</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $P < 0.01$ ).

CUADRO 28A. Magnesio depositado, exportado y total (Kg/ha/año) de la asociación de poró y King-grass según tratamientos y cortes experimentales.

MAGNESIO	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM.†	TRATAMIENTO	
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE	TEST.	0 %
1 Depos.	0.0	6.8	20.2	40.8	17.0		
Export	<u>78.4</u>	<u>66.4</u>	<u>51.9</u>	<u>59.5</u>	<u>64.1</u>		
Total	78.4	73.2	72.1	100.3	81.1 <sup>a</sup>		
2 Depos.	0	5.2	8.1	20.2	8.4		
Export	<u>56.1</u>	<u>33.4</u>	<u>43.8</u>	<u>42.9</u>	<u>44.1</u>		
Total	56.1	38.6	51.9	63.1	52.5 <sup>b</sup>		
3 Depos.	0	1.7	3.5	7.6	3.2		
Export	<u>39.1</u>	<u>28.0</u>	<u>48.5</u>	<u>38.4</u>	<u>38.5</u>		
Total	39.1	29.7	54.0	46.0	40.7 <sup>b</sup>		
Depos.	0.0	13.7	31.8	68.6			
Export	<u>173.6</u>	<u>127.8</u>	<u>144.2</u>	<u>240.8</u>			
TOTAL <sup>§</sup>	173.6	141.5	176.0	209.4		56.7	173.6 <sup>²</sup>

† Valores con igual letra no difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ )

² Contraste significativo ( $P < 0.001$ ).

³ Contraste significativo ( $P < 0.001$ ).

CUADRO 29A. Producción de materia seca digestible (kg/ha/año) del poró y pasto sembrados en asociación según tratamientos y cortes experimentales.

CORTE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				PROM. <sup>1</sup>	TRATAMIENTO	
	0 %	33 %	66 %	100 %	CORTE	TEST	0 %
1	6080	6688	6410	7923	6775 <sup>a</sup>		
2	4274	4032	5273	5698	4819 <sup>b</sup>		
3	3910	3197	5381	5774	4566 <sup>b</sup>		
TOTAL	14264	13917	17064	19395 <sup>2</sup>		6627	14264 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Valores con igual letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

<sup>2</sup> Efecto lineal significativo por prueba de contraste (P<0.06)

<sup>3</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes (P<0.002)

CUADRO 30A. Numero de macollas de King-grass sembrado en asocio con poró, según tratamientos y bloques experimentales.

BLOQUE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM. <sup>1</sup> BLOQUE	TRATAMIENTO TEST. 0 %	
	0 %	33 %	66 %	100 %			
1	159	192	145	135	180		
2	167	161	115	123	156		
3	115	136	106	92	137		
PROM <sup>2</sup>	147 <sup>bc</sup>	163 <sup>b</sup>	122 <sup>cd</sup>	117 <sup>d</sup>		242 <sup>2</sup>	147

<sup>1</sup> Diferencias significativas entre bloques ( $p < 0.01$ ).

<sup>2</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes ( $p < 0.01$ ).

<sup>3</sup> Efecto lineal significativo por prueba de contraste ( $p < 0.01$ ).

CUADRO 31A. Distancia promedio (cm) entre macollas de King-grass sembrado en asocio con poró, según tratamientos y bloques experimentales.

BLOQUE	TRATAMIENTOS ASOCIADOS				FROM. <sup>1</sup> BLOQUE	TRATAMIENTO TEST. 0 %	
	0 %	33 %	66 %	100 %			
1	34.1	25.2	36.9	44.4	30.9	14.1	34.1
2	30.4	35.3	46.6	44.3	34.8	17.3	30.4
3	52.1	42.8	56.0	64.9	46.2	15.2	52.1
PROM <sup>2</sup>	38.9 <sup>bc</sup>	34.4 <sup>c</sup>	46.5 <sup>ab</sup>	51.2 <sup>a</sup>		15.5 <sup>2</sup>	38.9

<sup>1</sup> Diferencias significativas entre bloques (0.01)

<sup>2</sup> Diferencia significativa según prueba de contrastes (0.01).

<sup>3</sup> Efecto lineal significativo por prueba de contraste (0.01).