

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

UTILIZACION DEL FOLLAJE DE PORO (*Erythrina poeppigiana*)  
EN LA ALIMENTACION DE TERNEROS DE LECHERIA

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

*Magister Scientiae*

por

OSMIN DE JESUS PINEDA MELGAR

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Departamento de Producción Animal  
Turrialba, Costa Rica  
1986

## DEDICATORIA

A Dios, por guiarme espiritualmente en todas las decisiones tomadas.

A Rosa María, Cinthia María y Alejandro Enrique, quienes considero como coautores simbólicos de este trabajo.

A mis padres, hermanos, familiares y amigos sinceros por el apoyo moral que me brindaron.

A Guatemala

A todos los pueblos que luchan incansablemente por obtener su independencia económica

## AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que hicieron posible la realización de mis estudios:

Gobierno Británico y Centro Regional Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por el apoyo económico que permitió llevar a feliz término mis estudios.

Dra. María L. Kass, Ing. Jorge Benavides, Dr. Carlos Chaves, Dr. Germán Sánchez y Dr. Pedro Ferreira, por la orientación científica que le brindaron a este trabajo.

Personal de Laboratorio y la Estación Experimental de Producción Animal del CATIE.

Proyecto Erythrina, por el apoyo financiero proporcionado al trabajo de Tesis.

Mayela Alvarado y Rita Abarca, por el apoyo mecanográfico que le dieron al texto.

Romeo Martínez Rodas, Matthew O'Callaghan y Carlos Reiche, por su colaboración incondicional y oportuna.

## BIOGRAFIA

El autor nació el 12 de febrero de 1950 en Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala.

Cursó estudios primarios en la Escuela Tipo Federación de Chiquimulilla, y secundarios en la Escuela Normal Central para Varones, donde obtuvo el título de Maestro de Educación Primaria Urbana en 1968.

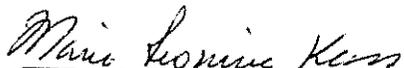
Ingresó a la Escuela de Zootecnia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y obtuvo en 1976 el título de Licenciado en Zootecnia.

Desde 1978 hasta la fecha, trabaja para la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente dentro del Programa de Centros Regionales Universitarios.

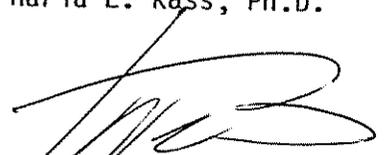
En abril de 1985 ingresó como estudiante graduado al Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), para obtener el grado de Magister Scientiae en Producción Animal, en setiembre de 1986.

Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito para optar al grado de

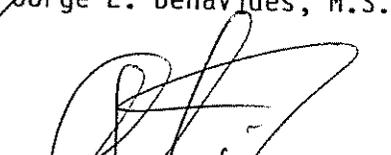
Magister Scientiae

  
María L. Kass, Ph.D.

Profesor Consejero

  
Jorge E. Benavides, M.S.

Miembro del Comité

  
Germán Sánchez, Ph.D.

Miembro del Comité

  
Carlos Chávez, Ph.D.

Miembro del Comité

  
José F. Di Stefano, Ph.D.

Director Programa Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, UCR-CATIE

  
Luis Estrada N., Ph.D.

Decano Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica

  
Osmin de J. Pineda Melgar

Candidato

# CONTENIDO

	<u>Página</u>
INDICE.....	vi
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	x
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1 El uso de follajes arbóreos en la alimentación de rumiantes.....	3
2.2 Producción y valor nutritivo del follaje de poró.....	6
2.3 Utilización del follaje de poró en la alimenta- a    ción de animales.....	8
3. MATERIALES Y METODOS.....	10
3.1 Localización del experimento.....	10
3.2 Animales.....	10
3.3 Recursos alimentarios.....	11
3.4 Tratamientos y diseño experimental.....	11
3.5 Procedimiento general.....	13
3.5.1 Fase pre-experimental.....	13
3.5.2 Fase experimental.....	15
3.6 Variables en estudio y análisis estadístico....	17
3.6.1 Consumo de materia seca total y materia seca del pasto "king grass".....	17
3.6.2 Ganancia diaria de peso.....	17
3.6.3 Conversión alimenticia.....	18

3.6.4 Digestibilidad de la materia seca y de la pared celular.....	19
3.7 Análisis económico.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	20
4.1 Calidad nutritiva de los alimentos.....	20
4.2 Consumo.....	22
4.3 Ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.....	25
4.4 Digestibilidad.....	37
4.5 Análisis económico.....	42
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
5.1 Conclusiones.....	45
5.2 Recomendaciones.....	46
6. LITERATURA CITADA.....	48
7. APENDICE.....	55

PINEDA, O. 1986. Utilización del follaje de poró (Erythrina poeppigiana) en la alimentación de terneros de lechería. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 65 p.

## UTILIZACION DEL FOLLAJE DE PORO (Erythrina poeppigiana) EN LA ALIMENTACION DE TERNEROS DE LECHERIA

Palabras claves: follaje de poró, harina de soya, ganancia diaria, consumo, terneros, proteína cruda.

### RESUMEN

El poró (Erythrina poeppigiana) es una leguminosa arbórea de uso múltiple, ampliamente distribuida en el trópico y cuyo follaje representa una fuente potencial de proteína para alimentar rumiantes.

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental y el Laboratorio de Nutrición del Departamento de Producción Animal del CATIE, Turrialba, Costa Rica. Tuvo como objetivo evaluar cuatro niveles de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda del follaje de poró (0, 33, 67 y 100 por ciento), en dietas para terneros de lechería con peso inicial promedio de 48 kg y donde la soya como tratamiento testigo, aportaba el 65 por ciento de los requerimientos de proteína.

El ensayo duró 108 días, divididos en 10 de adaptación y 98 para recolección de datos. Se utilizaron 20 animales (8 hembras y 12 machos) de diferentes cruces de Jersey x Criollo Lechero, los cuales se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Las dietas se balancearon para energía con melaza y se suministraron de acuerdo a un porcentaje del peso vivo de los animales, según tratamientos. Todos los tratamientos recibieron pasto "king grass" (Pennisetum purpureum x P. typhoides) a libre voluntad.

Ganancia diaria de peso, digestibilidad de la materia seca y la pared celular, consumo, eficiencia alimenticia y eficiencia económica fueron las variables evaluadas.

En cuanto a ganancia de peso se obtuvo valores entre 0,410 y 0,294 kg/día, que corresponden al testigo y 100 por ciento de sustitución, respectivamente. No hubo significancia entre tratamientos ( $p > 0,10$ ), pero al correlacionar consumos de poró con ganancia de peso se observó una asociación lineal negativa ( $Y = 0,412 - 0,130X$ ;  $r^2 = 0,84$ ;  $p < 0,10$ ) entre ambas variables.

Para digestibilidad de la materia seca se observó valores entre 58,2 y 62,5 por ciento que corresponden a los tratamientos 100 y 0 por ciento de reemplazo, respectivamente. Hubo significancia ( $p < 0,10$ ) entre

tratamientos; la digestibilidad tiende a disminuir a medida que se incrementa el nivel de poró en la dieta ( $Y = 62,041 - 4,755X$ ;  $r^2 = 0,83$ ;  $p < 0,10$ ).

La digestibilidad de la pared celular mostró alta significancia entre tratamientos ( $p < 0,01$ ). Los valores oscilaron entre 62,2 y 53,2 por ciento, que correspondieron al testigo y 100 por ciento de reemplazo, respectivamente. Existió una correlación negativa entre el consumo de poró ( $Y = 54,528 - 0,176 \ln X$ ;  $r^2 = 0,94$ ;  $p < 0,05$ ) y los datos observados para digestibilidad de la pared celular

Los niveles de consumo de poró (0, 0,26, 0,52 y 0,79 kg/100 kg de peso vivo) mostraron una relación lineal negativa altamente significativa con los consumos de "king grass" ( $Y = 2,181 - 0,487X$ ;  $r^2 = 0,99$ ;  $p < 0,01$ ). Sin embargo, con los consumos de materia seca total mantuvieron una asociación positiva que demuestra el efecto aditivo del follaje de poró sobre el consumo de materia seca total ( $Y = 3,502 + 0,274X$ ;  $r^2 = 0,94$ ;  $p < 0,05$ ).

Los beneficios económicos netos diarios por grupo, obtenidos con base en el análisis de presupuesto parcial variaron entre \$0,38 y \$0,63 (grupo control y 67 por ciento de sustitución, respectivamente). A pesar de que con el tratamiento a base de soya se obtuvo las mayores ganancias de peso resultó ser el de los ingresos netos más bajos como consecuencia del costo que tiene la soya con respecto al follaje de poró. Con la sustitución parcial del 67 por ciento de la proteína de soya por proteína del poró, se obtuvo el beneficio económico más alto, que casi duplicó el valor alcanzado con el testigo.

El follaje de poró puede utilizarse como fuente proteínica en las dietas para terneros de lechería a partir de los tres meses de edad, sin que se afecte significativamente su desarrollo, aún cuando el follaje aporte el 65 por ciento de los requerimientos totales de proteína.

PINEDA, O. 1986. Utilization of poro (Erythrina poeppigiana) foliage as feed for dairy calves. Mag. Sc. Thesis, Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 65 p.

## UTILIZATION OF PORO (Erythrina poeppigiana) FOLIAGE AS FEED FOR DAIRY CALVES

Key words: poro foliage, soybean meal, daily weight gain, consumption, calves, crude protein.

### SUMMARY

Poro, Erythrina poeppigiana, is a multiple use leguminous tree, well distributed in the tropics and whose foliage represents a potential source of protein feed for ruminant.

This study, conducted in the Experimental Station and Animal Nutrition Laboratory of the Animal Production Department of CATIE at Turrialba, Costa Rica, deals with the use of poro foliage in dairy calves feeding.

Its objective was to evaluate the substitution of soybean meal crude protein by poro foliage crude protein in dairy calves feeding, in four different levels (0, 33, 67 and 100% of substitution). As control, a whole soybean meal representing 65% of the total protein requirement, was used. The average initial weight of calves was 48 kg.

The trial lasted 108 days arranged in two periods: the first ten days for adaptation and then 98 days of actual data gathering. Twenty animals (8 females and 12 males) were used. They corresponded to different crosses of Jersey with milking native breeds. A complete random block design was used.

The diets were balanced for energy with molasses, which were supplied according to the lived weight of calves. King grass (Pennisetum purpureum x P. typhoides) was offered ad libitum to all calves.

Daily weight gain, dry matter and cell wall digestibility, consumption, feed efficiency and economic efficiency were evaluated in the study.

Daily weight gains of 0.410 and 0.294 kg/day were obtained from the control and the 100% substitution treatment, respectively. There were no significant differences between poro consumption and daily weight gain ( $Y=0.412-4.755X$ ;  $r^2=0.94$ ;  $p < 0.10$ ).

Values of 58.2% and 62.5% of dry matter digestibility were observed for the 100% and 0% substitution treatments, respectively. There were significant differences between treatments ( $p < 0.10$ ) in digestibility,

with decreasing digestibility as the level of poro in the diet increased ( $Y = 62.401 - 4.755X$ ;  $r^2 = 0.94$ ;  $p < 0.05$ ).

Cell wall digestibility showed a highly significant difference between treatments ( $p < 0.01$ ); values varied between 62.2 and 53.2% from the control to 100% substitution treatment, respectively. A negative correlation between poro consumption and cell wall digestibility was observed ( $Y = 54.528 - 0.1761nX$ ;  $r^2 = 0.94$ ;  $p < 0.05$ ).

The levels of poro consumption (0, 0.26, 0.52 and 0.79 kg/100 kg live weight) showed a very significant negative correlation with the consumption of king grass ( $Y = 2.181 - 0.487X$ ;  $r^2 = 0.99$ ;  $p < 0.01$ ); nevertheless, they maintained an additive positive effect on the consumption of total dry matter ( $Y = 3.502 + 0.274X$ ;  $r^2 = 0.94$ ;  $p < 0.05$ ).

The daily net economic benefits of groups, obtained by partial budget analysis, varied between \$0.38 and \$0.63 (control group and 67% of substitution, respectively). In spite of the best weight gains on the treatment based on soybean meal, the net return was relatively low due to the high cost of the soybean meal compared with poro. At 67% substitution of soybean meal by poro, the highest net return was obtained. Its value was almost the double of the control.

Poro foliage can be used as a protein source in the diet of dairy calves from three months and up without affecting their development, even if the level of poro foliage levels reaches 65% of the total protein requirements of the calves.

## LISTA DE CUADROS

<u>En el texto</u>	<u>Página</u>
Cuadro No.	
1 Composición química preliminar de los ingredientes que integraron las dietas experimentales.....	12
2 Composición porcentual en base seca y aportes estimados de los componentes del suplemento.....	14
3 Consumo voluntario de follaje de poró ( <u>Erythrina poeppigiana</u> ) en terneros de lechería.....	16
4 Valor nutricional de los alimentos utilizados en las dietas, en base seca.....	21
5 Promedios de consumo total observado y niveles recomendados para materia seca, proteína cruda y energía metabolizable.....	23
6 Consumos promedio de los alimentos utilizados.....	26
7 Promedios de ganancia diaria de peso, consumo de materia seca total e índices de conversión alimenticia durante el período experimental.....	28
8 Digestibilidad promedio de la materia seca y de la pared celular.....	38
9 Análisis de presupuesto parcial de las dietas experimentales.....	43

<u>En el apéndice</u>	<u>página</u>
1A Solubilidad en borato fosfato del nitrógeno contenido en los tallos tiernos, hojas y pecíolos de <u>E. poeppigiana</u> a dos edades de rebrote.....	57
2A Descripción de los animales utilizados en el ensayo.....	58
3A Crecimiento promedio observado y estimado de los terneros, durante la fase experimental..	59
4A Análisis de varianza para ganancia diaria, con covariable peso inicial.....	60
5A Análisis de varianza para digestibilidad de la materia seca.....	61
6A Análisis de varianza para digestibilidad de la pared celular.....	62
7A Prueba de Duncan para comparación de medias del porcentaje de digestibilidad de la materia seca.....	63
8A Prueba de Duncan para comparación de medias del porcentaje de digestibilidad de la pared celular.....	64
9A Consumo promedio diario, por catorcena y bloque-tratamiento.....	65

## LISTA DE FIGURAS

<u>En el texto</u>		<u>Página</u>
Figura No.		
1	Consumo de materia seca total en relación al consumo de follaje de poró.....	24
2	Consumo de materia seca de "king grass" en relación al consumo de follaje de poró.....	27
3	Ganancia diaria de peso en relación al consumo de follaje de poró.....	29
4	Curva de crecimiento de los terneros durante la fase experimental, según tratamientos....	33
5	Indices de conversión alimenticia para materia seca, proteína cruda y energía durante el período experimental.....	35
6	Índice de conversión alimenticia en relación al consumo de materia seca total.....	36
7	Digestibilidad <u>in vivo</u> de la materia seca en relación al consumo de follaje de poró.....	39
8	Digestibilidad <u>in vivo</u> de la pared celular en relación al consumo de follaje de poró...	41
 <u>En el apéndice</u>		
1A	Estándares para calibración de concentraciones de óxido de cromo.....	56

## I. INTRODUCCION

La crianza y, fundamentalmente, la alimentación de terneros de lechería implica altos y restrictivos niveles de inversión para los productores de escasos recursos económicos. Por una parte, el consumo de gramíneas forrajeras resulta insuficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales en crecimiento y por otra, el costo de los alimentos concentrados utilizados como fuentes tradicionales de proteína es elevado.

Por su alto contenido de nitrógeno, algunos follajes arbóreos producidos a nivel de finca pueden representar una alternativa económica como suplemento proteínico en dietas de rumiantes jóvenes. Entre dichos follajes destaca el de poró (Erythrina poeppigiana) que es una leguminosa arbórea de uso múltiple, ampliamente distribuida en áreas tropicales y cuyo follaje constituye una fuente potencial de proteína.

No existe información sobre el follaje de poró en cuanto al consumo, digestibilidad y ganancia de peso en terneros, por lo que se necesita evaluar biológicamente su uso para incorporarlo en la elaboración de raciones que satisfagan económicamente las necesidades nutricionales de los becerros.

Como respuesta a lo anteriormente expuesto, se planteó esta investigación cuyos objetivos fueron:

General:

- Evaluar el uso del follaje de poró (Erythrina poeppigiana) como fuente proteínica en la alimentación de bovinos lecheros, durante la etapa de crecimiento.

Específicos:

- Determinar la respuesta animal a diferentes niveles de sustitución de la proteína de harina de soya por proteína del follaje de poró.
- Cuantificar los beneficios netos de las dietas suplemento utilizadas en la investigación

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 El uso de follajes arbóreos en la alimentación de rumiantes.

En los sistemas de producción animal intensivos de Indonesia y en muchas partes del mundo tropical, las hojas de árboles leguminosos y no leguminosos son un complemento importante de la alimentación animal y ofrecen un potencial en explotaciones de menor intensidad, donde pueden usarse como suplemento a las pasturas de baja calidad (12). No obstante, estas fuentes de alimentación han recibido poca atención en comparación con las leguminosas herbáceas utilizadas como forraje en regiones tropicales (44, 53, 82).

Los árboles y arbustos constituyen un elemento normal en casi todos los pastizales africanos, donde el material de ramoneo representa una fuente cualitativa importante en la alimentación del ganado (51). Aún cuando el follaje de árboles y arbustos constituye un recurso alimenticio ampliamente disponible, la mayor parte de la información que existe es sobre la composición química de estos alimentos, pues son pocas las especies que han sido evaluadas a nivel agronómico y en términos de respuesta animal (79).

Benavides (8) señala que en Centro América muchos productores utilizan el follaje de numerosas especies de árboles para alimentar a sus animales, y que estos follajes poseen cualidades nutritivas iguales o superiores a los pastos y alimentos concentrados de uso tradicional.

Devendra y Gohl (20) determinaron la composición química de diferentes especies de pastos, plantas y subproductos agroindustriales útiles para alimentar ganado en el área del Caribe; sobresale el dato de

proteína cruda señalado para el follaje de Gliricidia sepium (30 por ciento) en comparación con varios pastos de uso común. Lindsay (37) confirma y amplía lo anterior al encontrar, en vacunos, valores de digestibilidad de la materia seca de este mismo follaje hasta del 57,7 por ciento.

En un estudio realizado en México con carneros Peligüey de 35 kg de peso vivo, Yerena y colaboradores (83) encontraron valores de 59,7 y 67,1 por ciento para digestibilidad de la materia seca de Leucaena y ramón (Brosimum alicastrum), respectivamente.

En contra de la tesis sustentada en un informe de Mahadevan (39) realizado en la India sobre la poca apetecibilidad, en Islas Vírgenes (48) como en Sri Lanka (16) mencionan que el follaje de G. maculata tiene buena aceptabilidad por vacunos y ovinos, después de suministrarlo en grandes cantidades durante largos períodos. Por otro lado, Mora (40) observó que en el Pacífico Seco de Costa Rica dicho follaje se usa como sustituto al concentrado para alimentar terneros entre 3 semanas y 8 meses de edad, mezclado en una proporción del 25 por ciento con pasto napier (Pennisetum purpureum) sin observarse problemas de crecimiento en los animales.

En un ensayo de alimentación con ovejas preñadas, la utilización de diferentes niveles del follaje de G. maculata (0, 25, 50 y 75 por ciento) mezclado con pasto Brachiaria mulliformis aumentó significativamente el consumo, la ganancia de peso y el porcentaje de supervivencia de ovejas y corderos. Los mejores resultados se obtuvieron con las mezclas en comparación a la dieta de solo pasto (15).

El follaje de Leucaena se utiliza ampliamente para alimentar rumiantes (45, 46) y es el más evaluado hasta el momento en términos de

respuesta animal. Blom (10), en una descripción detallada del género, muestra los resultados de un ensayo realizado en India con toretes en el cual se obtuvo mayores ganancias de peso cuando la Leucaena se ofreció a libre voluntad que cuando se restringió el consumo.

Otros resultados experimentales confirman el valor de Leucaena como suplemento de los forrajes pobres en proteína, al obtener ganancias de peso hasta de 600 gramos/cabeza/día, cuando se ofreció como suplemento a raciones de caña de azúcar picada (33). Saucedo y colaboradores (70), al suministrar forraje de Leucaena a terneros Pardo Suizo x Holstein de 3 a 4 meses de edad a un nivel de 2,5 por ciento del peso vivo (base fresca), obtuvieron ganancias de peso de 0,681 kg/animal/día.

Baez y colaboradores (5) trabajaron con becerros Holstein x Cebú para evaluar el uso del follaje de Leucaena al 3 por ciento del peso vivo, cortada o en pastoreo. Obtuvieron mayores ganancias de peso cuando ésta se suministró cortada que cuando se pastoreó (0,535 y 0,430 kg/animal/día, respectivamente).

Hullman y Preston (29), cuando suplementaron con follaje de Leucaena a bovinos en crecimiento que recibían una dieta a base de caña de azúcar, obtuvieron una ganancia diaria de peso de 197 gramos/animal al usar como nivel de Leucaena fresca el tres por ciento del peso vivo. Tanto en Malasia como en Filipinas, cuando se suplementó con follaje de Leucaena a cabras en un 75 por ciento de la ración, se obtuvo ganancias de peso vivo de 55,8 y 36,4 gramos/día/animal, respectivamente (22).

Los resultados citados en la literatura, demuestran que los follajes arbóreos representan una alternativa para alimentar rumiantes en el

trópico, principalmente en las regiones donde las condiciones climáticas restringen la producción de forrajes.

## 2.2 Producción y valor nutritivo del follaje de poró.

Erythrina poeppigiana, más conocido como poró gigante, es un árbol leguminoso de crecimiento rápido. Desde 1900 se comenzó a usar en Costa Rica como sombra para plantaciones de café y cacao; actualmente también es común su uso en cercas vivas en el trópico húmedo (65, 66).

La producción de biomasa del poró es variable, dependiendo del sistema y manejo que se le dé a la plantación. Russo (63), al evaluar la poda de un total de 48 árboles plantados como sombra de café a una distancia de 6 m x 6 m, obtuvo un promedio de 6,46 kg de materia seca de biomasa comestible/árbol (68 por ciento de láminas y 32 por ciento de pecíolos). El mismo autor (64), en un estudio complementario sobre la misma plantación, encontró rendimientos de 11,70 y 13,93 kg/árbol de materia seca de hojas en una y dos podas anuales, respectivamente.

Espinoza (24), al podar los árboles de una cerca viva sembrados a 1,25 metros de distancia, observó valores promedio de 0,96 y 1,18 kg/árbol/poda de materia seca de biomasa forrajera para frecuencias de 3 y 5 meses, respectivamente. Estos resultados son similares a los que obtiene Rodríguez (59) en una evaluación de la producción de biomasa de árboles intercalados con pasto "king grass" (Pennisetum purpureum x P. typhoides). Los mejores resultados fueron encontrados bajo una densidad de 3 m x 2 m y una frecuencia de cuatro meses (1,5 kg de materia seca/árbol/poda), sin obtener diferencias significativas con respecto a otras combinaciones de densidad y frecuencia.

Referente al valor nutritivo del follaje de poró, análisis realizados en los laboratorios de Nutrición Animal del CATIE muestran valores para proteína cruda de 25,40, 26,50, 34,40 y 27,60 por ciento (7, 59, 60, 68). Como complemento, Espinoza (24) señala que en rebrotes de cinco meses, las hojas ubicadas en los niveles superior e intermedio mostraron los mayores valores de proteína cruda (32,8 y 31,5 por ciento, respectivamente) en comparación con las hojas de posición inferior cuyo valor fue de 26,5 por ciento.

Al analizar detalladamente los resultados obtenidos por Espinoza (24) en las diferentes fracciones de la biomasa comestible del poró a dos edades de rebrote, se evidencia la mayor proporción de nitrógeno no proteico con relación al porcentaje tan pequeño de proteína verdadera; así como la forma en que se incrementa el nitrógeno total y la proteína verdadera al aumentar la edad de rebrote. Otro aspecto importante es la disminución del nitrógeno soluble y el nitrógeno no proteico tanto en tallo tierno como en hojas, a medida que se reduce la frecuencia de poda (Cuadro 1A).

En cuanto a la digestibilidad in vitro de la materia seca del poró se han encontrado valores de 59,80 y 47,86 por ciento (7, 68), que varían de acuerdo a la fracción de biomasa de que se trate y la posición que ocupa en la rama, ya que las láminas son menos digestibles que los pecíolos, y las partes jóvenes más digestibles que las maduras (66).

Roldán (60), en otro estudio con dicho follaje determinó como tiempo medio de digestión ruminal de la proteína cruda 1,5 horas, y 54,4 por ciento para la solubilidad de la proteína cruda en licor ruminal autoclaveado, la cual está correlacionada con la tasa de degradación ruminal in situ de la fracción proteínica que se cataloga como de tipo

medio, en comparación con la de los follajes de camote y yuca que muestran valores superiores.

La evaluación agronómica y química de la biomasa comestible de poró conduce a formular hipótesis sobre el potencial forrajero que posee dicha leguminosa arbórea, las cuales posteriormente deben comprobarse con ensayos que incluyan al componente animal.

### 2.3 Utilización del follaje de poró en la alimentación de animales.

Estudios realizados en el CATIE indican que el follaje de Erythrina poeppigiana es bien apeticido por lo caprinos, ya que se han observado consumos de 3,2 kg de materia seca/100 kg de peso vivo/día (8).

El primer ensayo realizado en el CATIE para evaluar la aceptabilidad del follaje de poró es con cabras secas estabuladas. Se comparó con un tratamiento testigo a base de Dolichos lablab y se obtuvo consumos de materia seca de 3,2 y 3,4 por ciento del peso vivo, respectivamente (8). En esta prueba los animales recibieron el follaje de dichas especies como dieta exclusiva.

En otro estudio de alimentación de corderos, al suplementar el follaje de poró ad libitum con diferentes fuentes energéticas (melaza, banano verde y ñame), no se presentaron problemas de aceptabilidad o toxicidad. Los resultados indican consumos de follaje de poró que variaron entre 2,99 y 3,45 kg de materia seca/100 kg de peso vivo sin que la adición del suplemento energético afectara significativamente el consumo, excepto cuando se usó ñame (Dioscorea alata). Las mayores ganancias de peso se obtuvieron cuando el almidón fue la base de la fuente energética (9).

Los resultados que se señalan en un estudio posterior al evaluar en cabritos varios follajes arbóreos suplementados con banano maduro de desecho, muestran que las mejores ganancias de peso se obtuvieron al usar Erythrina berteroana y Gliricidia sepium (54 y 60 gramos/animal/día, respectivamente) y no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre ambos tratamientos. Sin embargo, al usar E. poeppigiana se obtuvo ganancias significativamente menores ( $p < 0,05$ ), que pueden atribuirse al menor consumo de materia seca del follaje y a la menor tasa de digestibilidad in vitro que esta especie arbórea tiene con respecto a las dos primeras (9).

Samur (68), al evaluar la producción de leche en cabras alimentadas con "king grass" y follaje de poró, encontró diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) cuando usó banano verde en relación al banano maduro como suplemento energético. No obstante, para ambas formas del banano, la eficiencia de utilización de las raciones fue menor a la esperada probablemente por el tipo de nitrógeno del poró (24), por la presencia de factores anticualitativos en el follaje de poró (8, 67) o porque los altos niveles de banano tienden a reducir considerablemente la digestibilidad y eficiencia de utilización de los forrajes (55).

A juzgar por los resultados obtenidos en caprinos y ovinos, con el follaje de poró como fuente proteínica en las dietas para rumiantes menores se obtienen resultados satisfactorios, en cuanto a ganancia de peso y producción de leche.

### 3.1 Localización del experimento.

Este estudio se realizó en la Estación Experimental y el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Producción Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

Turrialba pertenece a la zona de vida denominada Bosque Muy Húmedo Premontano (23). Se localiza a una elevación de 602 msnm, con temperatura promedio anual de 21,4 °C, 1.954 mm de precipitación y 88,9 por ciento de humedad relativa (14).

### 3.2 Animales.

Se utilizaron 20 terneros (8 hembras y 12 machos) de diferentes cruces de Jersey x Criollo Lechero Centroamericano, con una edad y peso inicial promedio de 4,5 meses y 48 kg, respectivamente.

En el período pre-experimental los animales fueron criados hasta los dos meses (destete) en becerreras individuales con piso elevado y rejillado de madera. Acá recibieron un suplemento a base de harina de soya y maíz molido (21 por ciento de proteína cruda), a razón de 0,5 kg/animal/día y leche íntegra al diez por ciento del peso vivo; durante seis horas diarias se manejaron a pastoreo en potreros con pasto estrella (Cynodon nlemfuensis). Después del destete se ubicaron en corrales colectivos con piso de cemento donde se les suministró el concentrado, y el período de pastoreo se aumentó a ocho horas diarias.

El ensayo se llevó a cabo en completa estabulación en una instalación con pisos elevados y rejillados de madera con comederos tipo cepo. Los animales se distribuyeron en bloques de acuerdo al sexo y se conformaron ocho grupos-tratamiento, cada uno de los cuales se ubicó en un corral con una superficie de dos m<sup>2</sup> por animal. El agua y sales minerales se suplieron a libre voluntad.

### 3.3 Recursos alimentarios.

Para formular las raciones se utilizó biomasa de poró picada (lámina y peciolo) con un promedio de tres meses de edad después de la poda. El material se obtuvo de una plantación establecida como sombra para un cultivo de café.

La gramínea de corte ofrecida fue "king grass" (Pennisetum purpureum x P. typhoides) con dos meses de rebrote, fertilizado con nitrato de amonio (33,5 por ciento de nitrógeno ) y una fórmula completa (10-30-10), en dosis de 90 kg de cada uno por ha/corte.

La harina de soya y el follaje de poró constituyeron las fuentes de proteína del suplemento, y la melaza de caña sirvió para balancear energéticamente las dietas en estudio. En el Cuadro 1 se presentan los resultados de una evaluación preliminar sobre la composición química de los alimentos utilizados, los que sirvieron de base para formular las dietas experimentales.

### 3.4 Tratamientos y diseño experimental.

Como tratamientos se utilizaron cuatro niveles de sustitución de la proteína aportada por la harina de soya (65 por ciento de los requerimientos totales), por proteína proveniente del follaje de poró; los

Cuadro 1. Composición química preliminar de los ingredientes que integraron las dietas experimentales.

	Valores nutricionales <u>a/</u>				EM (Mcal/kg MS) <u>b/</u>
	MS (%)	PC (%)	DIVMS (%)		
Pasto "king-grass"	23,1	8,6	57,0		2,06
Follaje de poró	25,4	23,5	51,2		1,85
Melaza de caña	76,9	2,9	-		2,98 <u>c/</u>
Harina de soya	93,1	46,7	88,2		3,19

a/ Análisis realizados en el Laboratorio de Nutrición del Departamento de Producción Animal del CATIE en el período pre-experimental.

b/ EM= Energía metabolizable estimada a partir de la fórmula:  $EM = \frac{\% \text{ DIVMS} \times 4,409 \times 0,82}{100}$ ;

c/ Valor tomado de las tablas del NRC (43)

MS= Materia seca; PC= Proteína cruda; DIVMS= Digestibilidad *in vitro* de la MS

niveles fueron 0, 33, 67 y 100 por ciento. Las raciones se calcularon para cubrir los requerimientos de mantenimiento y una ganancia diaria de peso de 0,300 kg/animal (4, 43).

En todas las dietas la melaza sirvió para regular los niveles energéticos entre los tratamientos, mientras que el "king grass" se ofreció a libre voluntad después que el suplemento había sido consumido. En el Cuadro 2 se describe la composición porcentual de las raciones y los aportes estimados en energía y proteína cruda por cada 100 kg de peso vivo.

Los animales fueron distribuidos por sexo en un diseño de bloques completos al azar (41, 58, 74), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones ( 2 hembras y 3 machos) por tratamiento. La aleatorización de las unidades experimentales y tratamientos se efectuó dentro de cada bloque.

### 3.5 Procedimiento general

#### 3.5.1 Fase pre-experimental

Con el objetivo de definir los tratamientos experimentales se efectuó una observación previa sobre el consumo del follaje de poró, lo que permitió determinar el máximo nivel de ingesta en los terneros. Se utilizaron cuatro animales similares a los del ensayo experimental, distribuidos en dos categorías de acuerdo al peso vivo. La prueba tuvo una duración de quince días con diez para adaptación y cinco para recolección de datos sobre consumo.

En términos generales se manifestó buena aceptación del follaje y no se observaron desórdenes fisiológicos en los animales. Hubo variación en

Cuadro 2. Composición porcentual en base seca y aportes estimados de los componentes del suplemento.

Tratamiento a/	Alimentos (% de los componentes del suplemento)		Consumo total estimado de MS <sup>b/</sup> (% PV)	Aportes estimados	
	Poró	Soya Melaza		Energía Mcal EM/100 kg PV	Proteína g PC/100 kg PV
0,00	0,00	29,19 70,81	1,71	5,20	261
33,33	16,93	17,91 65,16	1,85	5,23	258
66,67	31,74	8,16 60,10	2,01	5,30	259
100,00	44,18	0,00 55,82	2,16	5,36	259

a/ Niveles de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda del follaje de poró (%)

b/ Los suplementos se suministraron de acuerdo a un porcentaje del peso vivo de los animales

MS= Materia seca; PV= Peso vivo; EM= Energía metabolizable; PC= Proteína cruda.

el consumo de acuerdo a las categorías de peso vivo conformadas, como puede apreciarse en el Cuadro 3.

### 3.5.2. Fase experimental

El periodo experimental tuvo una duración de 108 días de los cuales diez fueron para la adaptación de los animales a las dietas respectivas y 98 para recolección de datos. Los terneros permanecieron confinados y las raciones diarias del suplemento se suministraron de acuerdo a un porcentaje del peso vivo de los animales, según tratamientos.

La harina de soya se proporcionó a las 6,30 horas, el follaje de poró picado y la mitad de melaza entre las 7,00 y 9,30 horas; por último se ofreció el pasto "king grass" en dos porciones, una a las 10,30 horas junto con el resto de melaza y la otra a las 13,00 horas. Para garantizar el consumo ad libitum de pasto se previó un mínimo de 20 por ciento de rechazo (50, 71)

Diariamente se pesó y muestreó el rechazo de "king grass" por grupo-tratamiento así como el follaje de poró y pasto "king grass" ofrecido, con el objeto de elaborar muestras compuestas para cada 14 días (81) y determinar su composición porcentual en materia seca y proteína cruda (71), así como digestibilidad in vitro de acuerdo al método de Tilley y Terry (77). Para la harina de soya y melaza solo se hicieron dos veces los mismos análisis de laboratorio.

Los animales se pesaron cada 14 días para hacer ajustes en cuanto al suministro de las dietas y obtener los pesos promedio por tratamiento, en cada periodo. En la fase final del ensayo se efectuó una prueba de digestibilidad in vivo con el total de animales, mediante el uso de óxido

Cuadro 3. Consumo voluntario de follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) en terneros de lechería <sup>a/</sup>.

Categoría <sup>b/</sup> (kg de PV)	Consumo (kg de MS/100 kg de PV)		Total
	Concentrado	Follaje de poró	
35 - 45	0,37	1,58	1,95
50 - 60	0,50	2,13	2,63
Promedio	0,44	1,86	2,29

<sup>a/</sup> Resultados de una observación previa realizada en la Estación Experimental del CATIE

<sup>b/</sup> Dos animales por categoría de peso

MS= Materia seca; PV= Peso vivo

de cromo como marcador (71). La prueba tuvo una duración de 15 días divididos en diez de adaptación y cinco para recolección de heces, con las cuales se formaron muestras compuestas por animal para ser analizadas posteriormente en el laboratorio a través del método de colorimetría y estimar la producción fecal (75, 81).

El óxido de cromo se suministró en dos dosis diarias de cuatro gramos cada una, con un intervalo de diez horas. Luego se tomaron tres muestras de heces por día (7,00, 12,00 y 17,00 horas) con el objetivo de disminuir la variabilidad en la excreción del indicador (30, 56).

Antes de ingresar al ensayo, todos los terneros fueron desparasitados internamente con un producto a base de levamisol y externamente con otro producto cloro-fosforado; el tratamiento se repitió a los 21 días. Así mismo, se aplicó un complejo vitamínico (A, D, E) al inicio y a los 45 días del experimento.

### 3.6 Variables en estudio y análisis estadístico.

#### 3.6.1 Consumo de materia seca total y materia seca del pasto "king grass"

Con los resultados de consumo promedio/100 kg de PV/día se efectuaron comparaciones entre tratamientos. Además se determinó el grado de correlación existente con respecto a los niveles de consumo del follaje de poró observados.

#### 3.6.2 Ganancia diaria de peso

Inicialmente se calculó para cada animal como la pendiente de regresión lineal de los pesos cada 14 días con relación al tiempo en días

(26), pero en vista que todos los coeficientes de determinación de las regresiones fueron superiores a 0,90, se optó por calcularla por diferencia mediante el uso de la fórmula siguiente:

$$\text{Ganancia de peso (kg/animal/día)} = \frac{\text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (kg)}}{84 \text{ días}}$$

El crecimiento de los animales a lo largo del ensayo se determinó a través de funciones exponenciales para cada tratamiento. Los datos se analizaron de acuerdo al modelo matemático para un diseño de bloques completos al azar con peso inicial como covariable (3, 74):

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \beta X_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = Ganancia de peso del animal  $k$  en el tratamiento  $i$  y en bloque  $j$  ( $k=1, 2, \dots, 20$ ;  $i= 1, 2, \dots, 4$  y  $j= 1, 2$ )

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del tratamiento

$B_j$  = Efecto del bloque (sexo)

$\beta$  = Coeficiente de regresión de la covariable

$X_{ij}$  = Peso inicial

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental

### 3.6.3 Conversión alimenticia.

Se calculó para cada una de las dietas, a través de la relación establecida entre la cantidad total de materia seca consumida y la ganancia total de peso obtenida durante el ensayo. Para ello se utilizó la

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{MS total consumida (kg)}}{\text{Ganancia de peso total (kg)}}$$

Con el uso de la fórmula anterior también se determinaron resultados de conversión energética y proteínica para las cuatro dietas-suplemento.

#### 3.6.4 Digestibilidad de la materia seca y de la pared celular

El análisis de los resultados obtenidos para las dos variables se hizo mediante el uso del siguiente modelo matemático para un diseño de bloques incompletos al azar:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij} ; \text{ donde:}$$

$Y_{ijk}$  = Coeficiente de digestibilidad del animal k en el tratamiento i y en el bloque j (k = 1,2, ...20; i = 1,2, ...4 y j = 1,2 )

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del tratamiento

$B_j$  = Efecto del bloque

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

#### 3.7 Análisis económico.

Como aspecto fundamental se efectuó un estudio económico comparativo de las dietas utilizadas en el ensayo a través del método de presupuesto parcial (2), con el fin de determinar el comportamiento económico de las mismas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Calidad nutritiva de los alimentos.

En el Cuadro 4 se presentan los contenidos promedio de materia seca y proteína cruda, así como los valores de digestibilidad in vitro y energía metabolizable estimada para cada uno de los alimentos utilizados en el experimento.

La variabilidad encontrada en el poró con respecto al análisis inicial y los resultados que se mencionan en la literatura (9, 60, 68), son explicables si se toma en cuenta que en esta especie la materia seca, proteína cruda y digestibilidad varían según la edad, el componente de la biomasa y la posición que ocupe dicho componente dentro de la rama (8, 24). Para el caso particular de la digestibilidad de la materia seca, es posible que otros factores ajenos a la muestra, y que intervienen en el proceso, sean coparticipes de tal variabilidad (19).

El contenido promedio de proteína cruda del pasto "king grass" (6,37 por ciento), fue inferior al valor encontrado antes de iniciar el ensayo y presentó la mayor variabilidad entre todos los alimentos, lo que puede atribuirse a la variación climática de la época en que se realizó el trabajo. Samur (68) y Benavides (7) observaron valores superiores, mientras que Rodríguez (59) encontró resultados aún más bajos.

Se observó un alto grado de selectividad por parte de los animales, que se pone de manifiesto al comparar los contenidos nutricionales del pasto ofrecido y rechazado; esto evidencia que la calidad del pasto consumido fue superior a la del ofrecido.

Cuadro 4. Valor nutricional de los alimentos utilizados en las dietas, en base seca a/.

	MS (%)	PC (%)	DIVMS (%)	EM (Mcal/kg de MS)
Harina de soya	85,56 ± 1,24	45,20 ± 0,20	88,20 ± 0,40	3,19 ± 0,01
Follaje de poró	20,30 ± 0,78	24,52 ± 1,18	48,80 ± 2,82	1,77 ± 0,10
Melaza	76,90 ± 0,60	2,90 ± 0,20	- - -	2,98 <u>b/</u>
"King-grass" ofrecido	21,47 ± 1,00	6,37 ± 1,24	53,16 ± 3,13	1,92 ± 0,11
"King-grass" rechazado	17,86 ± 1,58	2,89 ± 0,80	42,60 ± 7,46	1,54 ± 0,27

a/ Análisis realizados en el Laboratorio de Nutrición del Departamento de Producción Animal

b/ Valor tomado de las tablas del NRC (43)

MS= Materia seca; PC= Proteína cruda; DIVMS= Digestibilidad *in vitro* de la materia seca;

EM= Energía metabolizable estimada según la fórmula:

$$EM = \frac{\% \text{ DIVMS} \times 4,409 \times 0,82}{100}$$

## 4.2 Consumo

Los consumos promedio de materia seca total, proteína cruda y energía metabolizable por tratamiento se muestran en el Cuadro 5. Al establecer comparación con los niveles recomendados por el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (43) para las ganancias de peso observadas como para las estimadas, se aprecia que estos sobrepasaron los requerimientos para las tres variables, como consecuencia de que el pasto hizo un aporte mayor al que se previó inicialmente (35 por ciento de las necesidades proteínicas).

Los consumos de proteína cruda y energía metabolizable descienden, aunque no significativamente, a medida que los niveles de sustitución de la proteína cruda de la soya son mayores. Este fenómeno es explicable por el consumo decreciente que se observó en el "king grass", así como por la variabilidad nutricional que mostró el follaje de poró en comparación con la harina de soya.

En la Figura 1 se aprecia que el consumo de materia seca total se proyectó en forma lineal creciente ( $Y=3,502 + 0,274X$ ;  $r^2=0,94$ ;  $p < 0,05$ ) a medida que los niveles de consumo de poró eran mayores; 3,61 por ciento del peso vivo fue el promedio entre tratamientos con una amplitud que varió entre 3,51 y 3,74 que corresponden a 0 y 100 por ciento de reemplazo, respectivamente.

Esta tendencia ya se había encontrado en trabajos anteriores donde se utilizaron animales y alimentos similares (18, 29, 61, 78). Es justificada porque a medida que se incrementa la sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda del poró, los animales necesitan mayor volumen de materia seca para cubrir sus demandas nutricionales. A pesar de

Cuadro 5. Promedios de consumo total observado y niveles recomendados para materia seca, proteína cruda y energía metabolizable.

Tratamiento <sup>a/</sup>	MST (kg/100 kg de PV/día)		PC (kg/100 kg de PV/día)		EM (Mcal/100 kg de PV/día)			
	Consumo	Reales <sup>b/</sup> / Estimados <sup>c/</sup>	Consumo	Reales / Estimados	Consumo	Reales / Estimados		
0,00	3,51 ± 0,10	2,80	0,368 ± 0,03	0,338	0,317	8,65 ± 0,31	6,82	6,27
33,33	3,58 ± 0,14	2,80	0,362 ± 0,02	0,330	0,317	8,49 ± 0,30	6,61	6,27
66,67	3,61 ± 0,09	2,80	0,344 ± 0,02	0,331	0,317	8,28 ± 0,30	6,64	6,27
100,00	3,74 ± 0,12	2,80	0,346 ± 0,02	0,317	0,317	8,31 ± 0,52	6,27	6,27
Promedio	3,60 ± 0,11		0,355 ± 0,02			8,43 ± 0,17		

<sup>a/</sup> Niveles de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda del follaje de poró (%)

<sup>b/</sup> Niveles recomendados por el NRC para animales en crecimiento, de acuerdo a las ganancias diarias de peso observadas

<sup>c/</sup> Niveles recomendados por el NRC para animales en crecimiento con una ganancia diaria de peso de 0,300 kg

MST= Materia seca total; PC= Proteína cruda; EM= Energía metabolizable; PV= Peso vivo

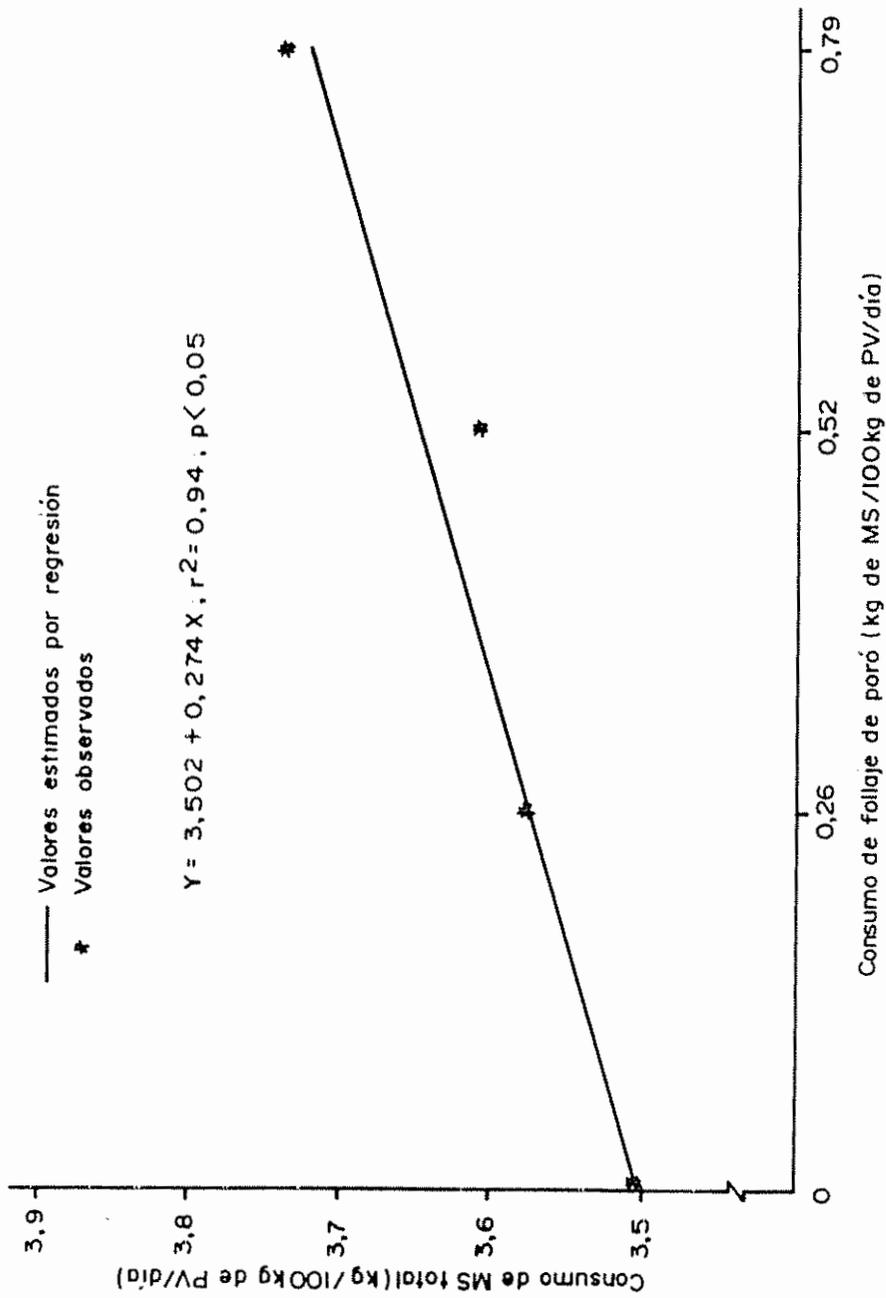


Figura 1. Consumo de materia seca total en relación al consumo de follaje de poró

ello hay ocasiones en que el consumo puede ser limitado por la baja palatabilidad de los alimentos o por el mecanismo de distensión ruminal, que opera cuando las dietas poseen altas concentraciones de fibra (18). Esto se observa cuando interviene más de un forraje en la ración, lo que provoca en el animal un mecanismo de sustitución.

En el Cuadro 6 se presenta el fraccionamiento de la materia seca ingerida. Es evidente la forma como decrece el consumo de "king grass" al aumentar el nivel de poró en la dieta. La Figura 2 muestra la tendencia lineal ( $Y=2,181 - 0,487X$ ;  $r^2=0,99$ ;  $p < 0,01$ ) que sigue esta variable a través de los tratamientos, como consecuencia de un efecto sustitutivo del poró sobre el pasto. Resultados con la misma tendencia encontraron Hullman y Preston (29) al usar en terneros caña de azúcar con diferentes niveles de Leucaena, así como Esnaola y Ríos, citados por Benavides (8), al trabajar con cabras lactantes estabuladas alimentadas con varios niveles de hojas de poró.

En términos generales en cuanto a consumo, el follaje de poró tuvo un efecto sustitutivo sobre el consumo de "king grass" y un efecto aditivo sobre la ingesta de materia seca total. Al establecer comparaciones del consumo en relación a los requerimientos para las ganancias de peso observadas, se reducen los excesos de consumo en materia seca, proteína cruda y energía metabolizable como consecuencia de que se observó una ganancia diaria mayor que la esperada.

#### 4.3 Ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

El Cuadro 7 y la Figura 3 muestran el comportamiento de los animales en cuanto a ganancia diaria de peso. El promedio entre tratamientos fue de 0,360 kg, con valores que oscilaron entre 0,410 y 0,294 kg que corresponden

Cuadro 6. Consumos promedio de los alimentos utilizados a/.

	Tratamientos <u>b/</u>		
	0,00 %	33,33 %	66,67 %
Total	3,51 ± 0,10	3,58 ± 0,14	3,61 ± 0,09
Harina de soya	0,46	0,31	0,15
Follaje de poró	0,00	0,26	0,52
Melaza	0,86	0,97	1,01
"King-grass"	2,19 ± 0,11	2,04 ± 0,16	1,93 ± 0,10
			1,80 ± 0,13

a/ Expresados en términos de kg de materia seca/100 kg de peso vivo/dfa

b/ Niveles de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda contenida en el follaje de poró.

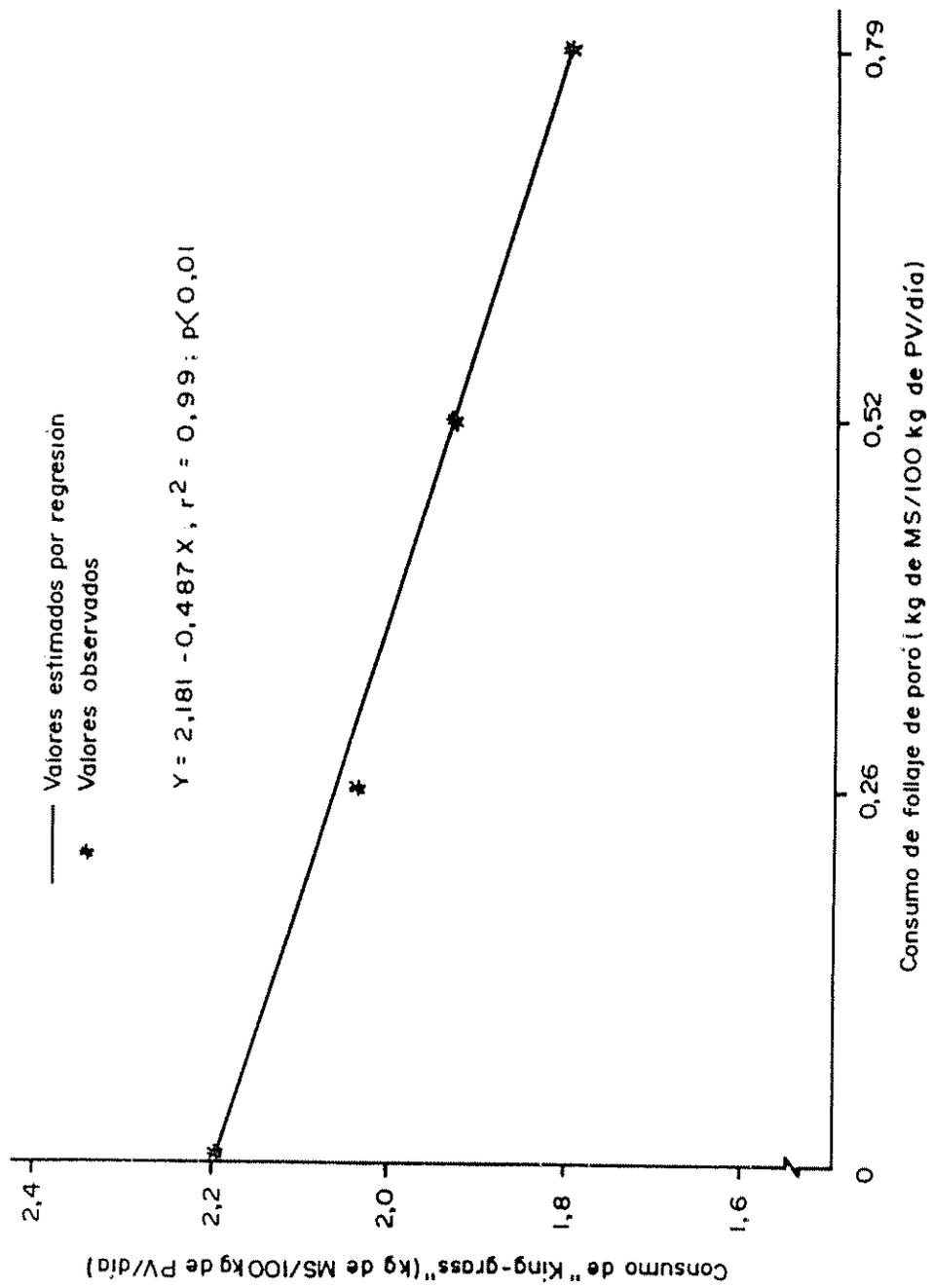


Figura 2. Consumo de materia seca de "King-gross" en relación al consumo de follaje de poró

Cuadro 7. Promedios de ganancia diaria de peso, consumo de materia seca total e índices de conversión alimenticia durante el período experimental.

Número de animales	Tratamientos <sup>a/</sup>			Promedio	C. V.
	0,00 % 5	33,33 % 5	66,67 % 5		
Peso inicial (kg)	46,4	47,8	51,2	48,4 ± 4,99	10,31
Peso final (kg)	78,8	78,2	84,7	78,6 ± 11,23	14,28
Ganancia diaria sin ajustar (kg)	0,386	0,363	0,400	0,360 ± 0,09	25,77
Ganancia diaria ajustada (kg) <sup>b/</sup>	0,410 a	0,366 a	0,372 a	0,360 ± 0,05	13,90
Consumo total de materia seca (Porcentaje del peso vivo)	3,51	3,58	3,61	3,61 ± 0,10	2,66
Índices de conversión alimenticia					
-Materia seca (kg de MS/kg de ganancia de peso)	6,20	6,60	6,50	6,88 ± 0,90	13,08
-Proteína cruda (kg de PC/kg de ganancia de peso)	0,64	0,68	0,63	0,68 ± 0,06	8,72
-Energía (Mcal de EM/kg de ganancia de peso)	15,02	15,93	15,26	16,16 ± 1,56	9,63

<sup>a/</sup> Niveles de sustitución de la proteína de la harina de soja por proteína del follaje de poró

<sup>b/</sup> Datos ajustados por el peso inicial como covariable

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (p > 0,10)

MS= Materia seca; PC= Proteína cruda; EM= Energía metabolizable

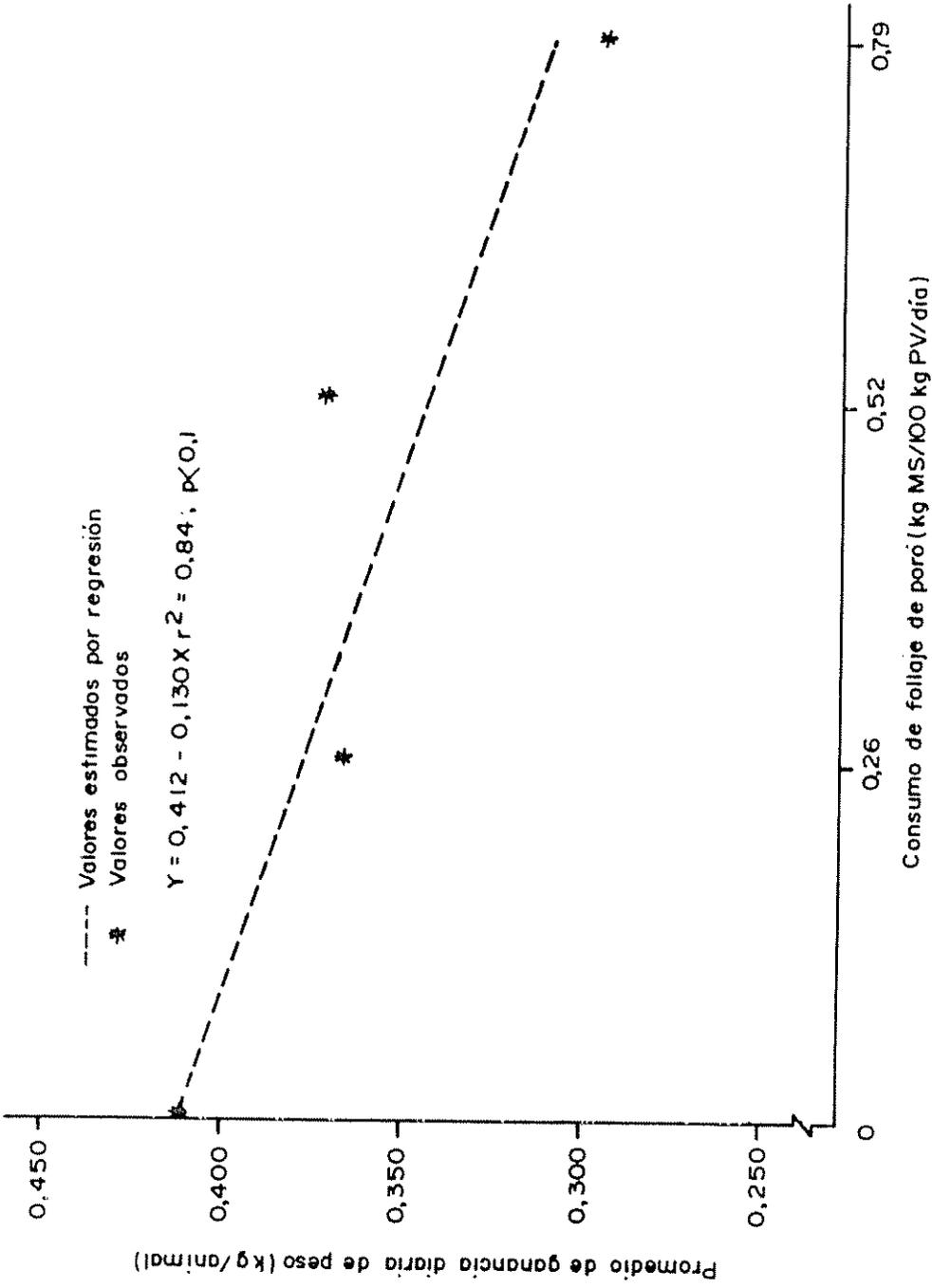


Figura 3. Ganancia diaria de peso en relación al consumo de follaje de poró

a los tratamientos testigo y 100 por ciento de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya, respectivamente.

En vista de que el consumo sobrepasó los niveles estimados, la media general para ganancia diaria de peso también superó al valor estimado de 0,300 kg que sirvió de base para formular las dietas. Bajo condiciones similares de experimentación, Hullman y Preston (29) así como Torre (78) y Chik (18) obtuvieron resultados más bajos al trabajar con las razas Holstein y Jersey, respectivamente.

Otras investigaciones mencionan ganancias ligeramente superiores en animales de razas similares pero con mayor peso (27, 31). Navarro (47) al usar en terneros Holstein diferentes niveles de heno de alfalfa en la dieta, también observó mayores ganancias de peso.

A pesar de que no hubo significancia entre tratamientos ( $p > 0,10$ ), la ganancia diaria decreció a medida que la proporción de follaje de poró era mayor en la dieta-suplemento ( $Y=0,412 - 0,130X$ ;  $r^2=0,84$ ;  $p < 0,10$ ), tendencia también observada por Bas y Goodrich (6) al usar el follaje de álamo (Populus tremuloides) en la alimentación de ovinos. Esto pareciera indicar que los animales hacen un uso menos eficiente de los productos terminados de la digestión, cuando se aumenta el nivel de poró.

Los altos consumos de materia seca con porcentajes elevados de fibra tienen un efecto depresivo sobre la tasa de pasaje de los alimentos, y como consecuencia reducen la eficiencia en cuanto a utilización de la proteína microbiana (18, 76). Si este mecanismo se asocia a la reducida proporción de proteína verdadera y el alto contenido de nitrógeno no proteico del follaje de poró (24), posiblemente explique parcialmente las menores tasas

de ganancia de peso que se obtuvieron al aumentar la proporción del poró en la dieta.

El aprovechamiento real de los compuestos nitrogenados presentes en los alimentos está ligado a la degradabilidad y solubilidad a nivel ruminal; estos parámetros determinan las cantidades de proteína sobrepasante y el nitrógeno disponible para el crecimiento de la población microbiana (36, 49, 52, 57, 72), que a su vez requiere un contenido adecuado de energía fermentable en la ración (11, 25).

La alta solubilidad del nitrógeno no proteico contenido en el follaje de poró, la baja densidad de la población microbiana en el rumen de los terneros (76) y el grado de fermentación rápida que posee la melaza, son probablemente los responsables directos del uso menos eficiente de los compuestos nitrogenados del poró al reducirse la síntesis de proteína microbiana a partir del amoníaco. Cuando este compuesto se encuentra en concentraciones mayores a los requerimientos de las bacterias, es absorbido a nivel ruminal y excretado por la orina en forma de urea (28, 35, 69, 72).

La harina de soya, por el contrario, posee un buen porcentaje de nitrógeno insoluble aunque altamente degradable (54) que logra pasar a tramos posteriores del aparato digestivo para su degradación enzimática. Así mismo, por poseer mayor tasa de pasaje que el follaje de poró como consecuencia del menor tamaño de la partícula, y por la protección que sufre la proteína durante el proceso de industrialización (34, 36, 57, 76), permitió que los terneros hicieran una mejor utilización de los nutrimentos, que se reflejó en la buena tasa de ganancia diaria observada en este tratamiento.

Al correlacionarse el consumo de materia seca total con la ganancia diaria de peso en cada tratamiento, se encontró un alto grado de asociación lineal negativa ( $Y=2,1473 - 0,4950X$ ;  $r^2 = 0,97$ ;  $p < 0,01$ ) entre ambas variables. Esto permite explicar, en parte, el efecto deprimente que tuvo el consumo sobre la tasa de recambio y consecuentemente sobre la eficiencia de utilización de las dietas-suplemento.

En la Figura 4 y en el Cuadro 3A se aprecia que los animales de los cuatro tratamientos presentaron un crecimiento exponencial a lo largo del período experimental.

Posiblemente la inclusión en la dieta de una fuente energética a base de almidón, reduzca el proceso de degradación ruminal de la energía y mejore la utilización del nitrógeno no proteico del poró por parte de las bacterias; de esta forma la síntesis de proteína microbiana será más eficiente al acelerar la tasa de recambio y flujo (25, 55).

Por otro lado, el menor grado de fermentación del almidón en comparación con la melaza, aseguraría un suministro energético más prolongado a nivel ruminal y la existencia de una fracción de energía sobrepasante (76) que, junto a la proteína y demás compuestos que escapen a la digestión ruminal, han de ser desdobladas por enzimas gástricas y absorbidas con mayor eficiencia. Alvarez y colaboradores (1) observaron el efecto positivo del almidón contenido en el plátano verde sobre la ganancia de peso, en terneros que recibieron de suplemento melaza con diez por ciento de urea.

Las ganancias de peso observadas son buenas si se considera que en todas las dietas se superó los valores esperados, con excepción del tratamiento donde el poró sustituyó el 100 por ciento de la proteína de la

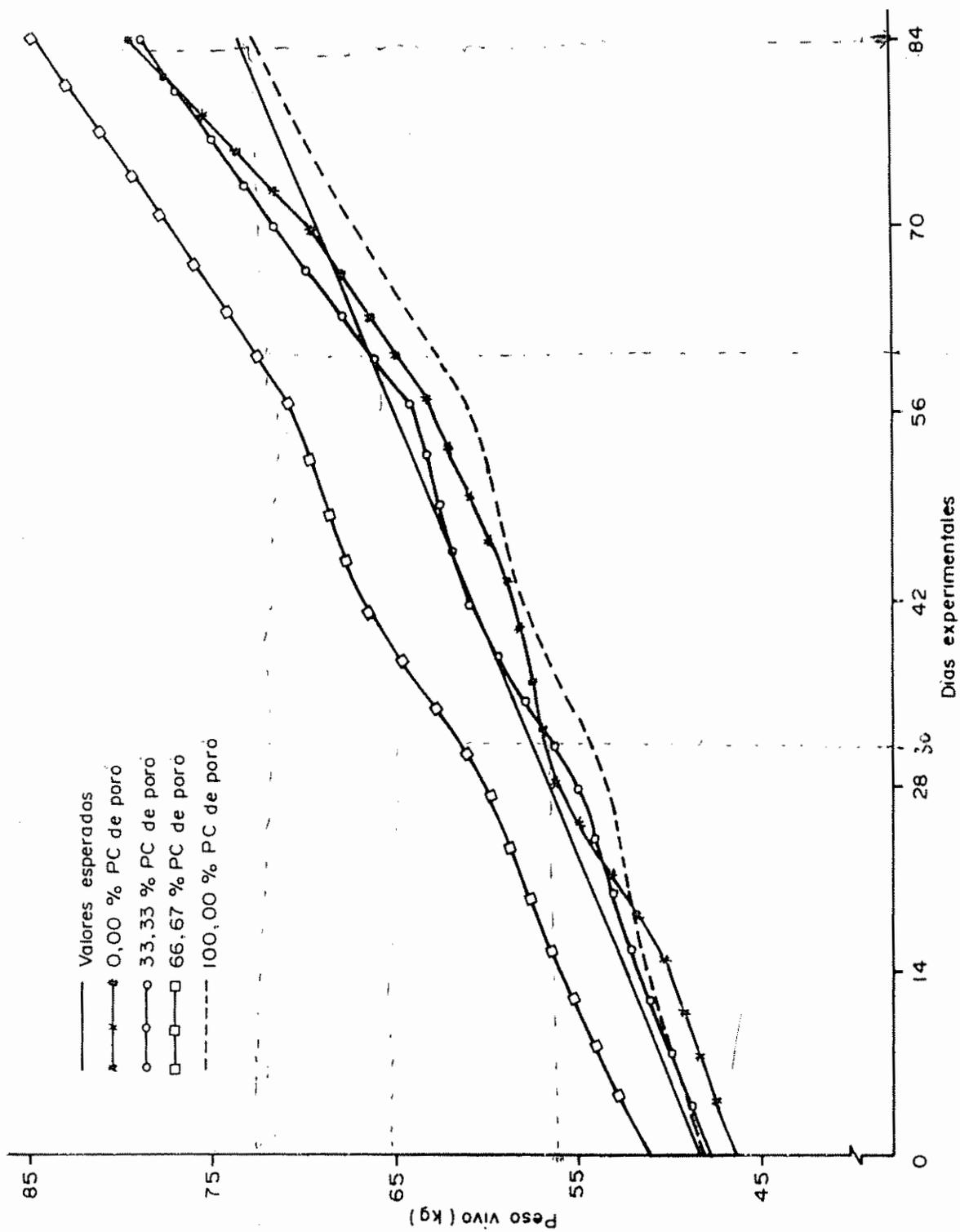


Figura 4. Curva de crecimiento de los terneros durante la fase experimental, según tratamientos

soya, cuyos resultados fueron ligeramente menores que los esperados. Sin embargo, los pesos finales de los animales fueron inferiores a los recomendados para estas razas (42).

Los resultados de conversión alimenticia para materia seca, proteína cruda y energía se muestran en el Cuadro 7 y Figura 5. Los valores promedio fueron 6,88 y 0,68 kg/kg de ganancia de peso y 16,16 Mcal EM/kg de ganancia de peso, respectivamente. Para los tres índices se observó una disminución en la eficiencia a medida que se incrementó en la dieta el contenido de poró; esto como consecuencia del mayor consumo y la menor ganancia de peso observados.

Con sustituciones de la proteína cruda hasta del 56 por ciento por follaje de yuca, Torre (78) observó en terneros Jersey valores similares para materia seca y energía, aunque para conversión proteínica obtuvo datos dos veces menos eficientes. Bas y Goodrich (6), al adicionar hasta un 75 por ciento del follaje peletizado de álamo (Populus tremuloides) a dietas para ovejas a base de alfalfa, así como Chik y colaboradores (18) en un estudio para determinar el efecto de la suplementación con concentrado sobre el consumo de forraje en terneros, encontraron resultados semejantes para conversión de materia seca.

Otros trabajos señalan índices de conversión alimenticia para materia seca ligeramente mejores en terneros hasta de 3 y 4 meses (13, 32, 62). Valdivieso y De Alba (80), al usar raciones concentradas en terneros de raza Jersey y Criollo Lechero hasta los cuatro meses, obtuvieron índices de conversión para materia seca muy superiores.

La Figura 6 muestra los resultados que se obtuvieron de la correlación entre consumo de materia seca total e índice de conversión para

0,00 %      33,33 %      66,67 %      100,00 %

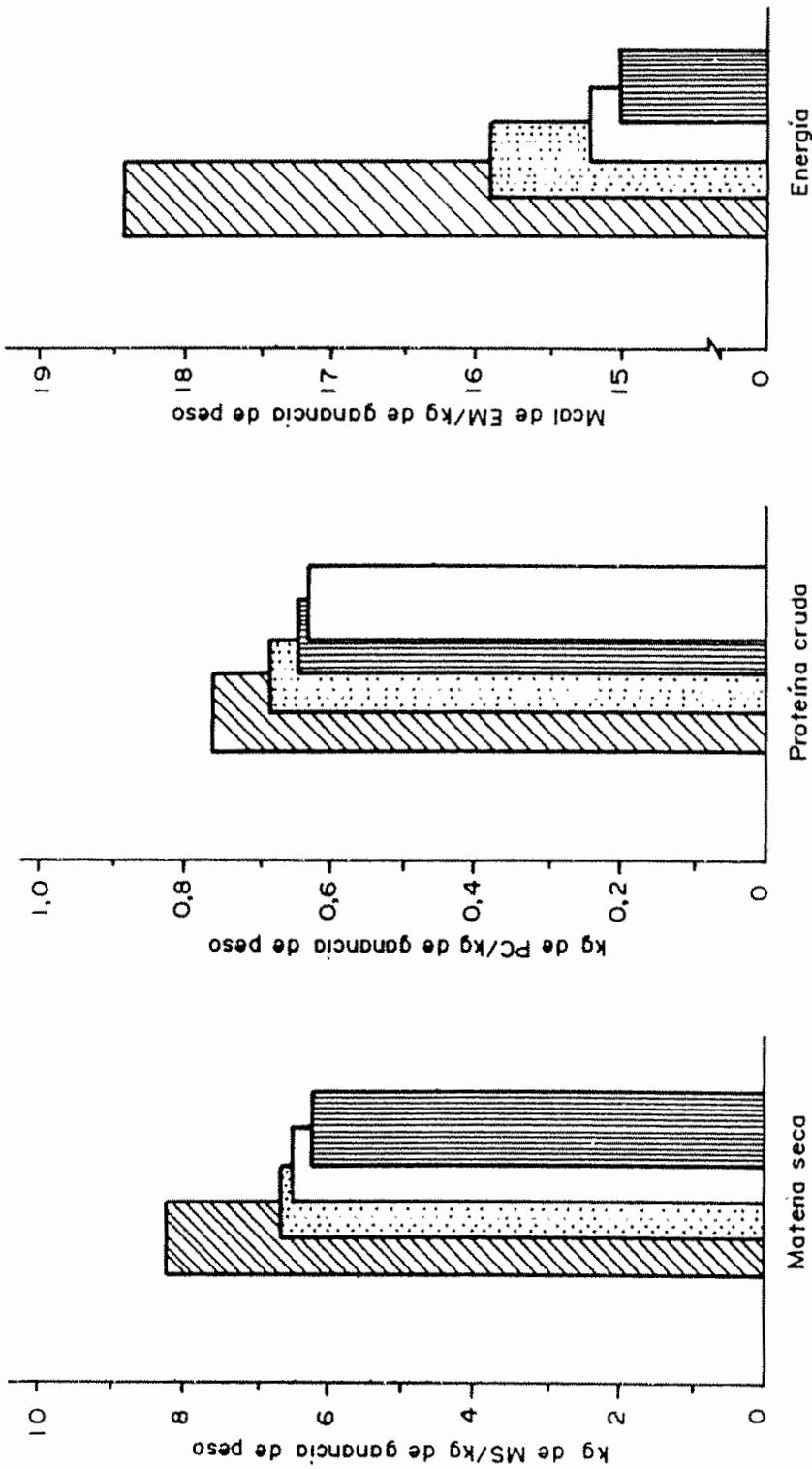


Figura 5. Índices de conversión alimenticia para materia seca, proteína cruda y energía durante el período experimental

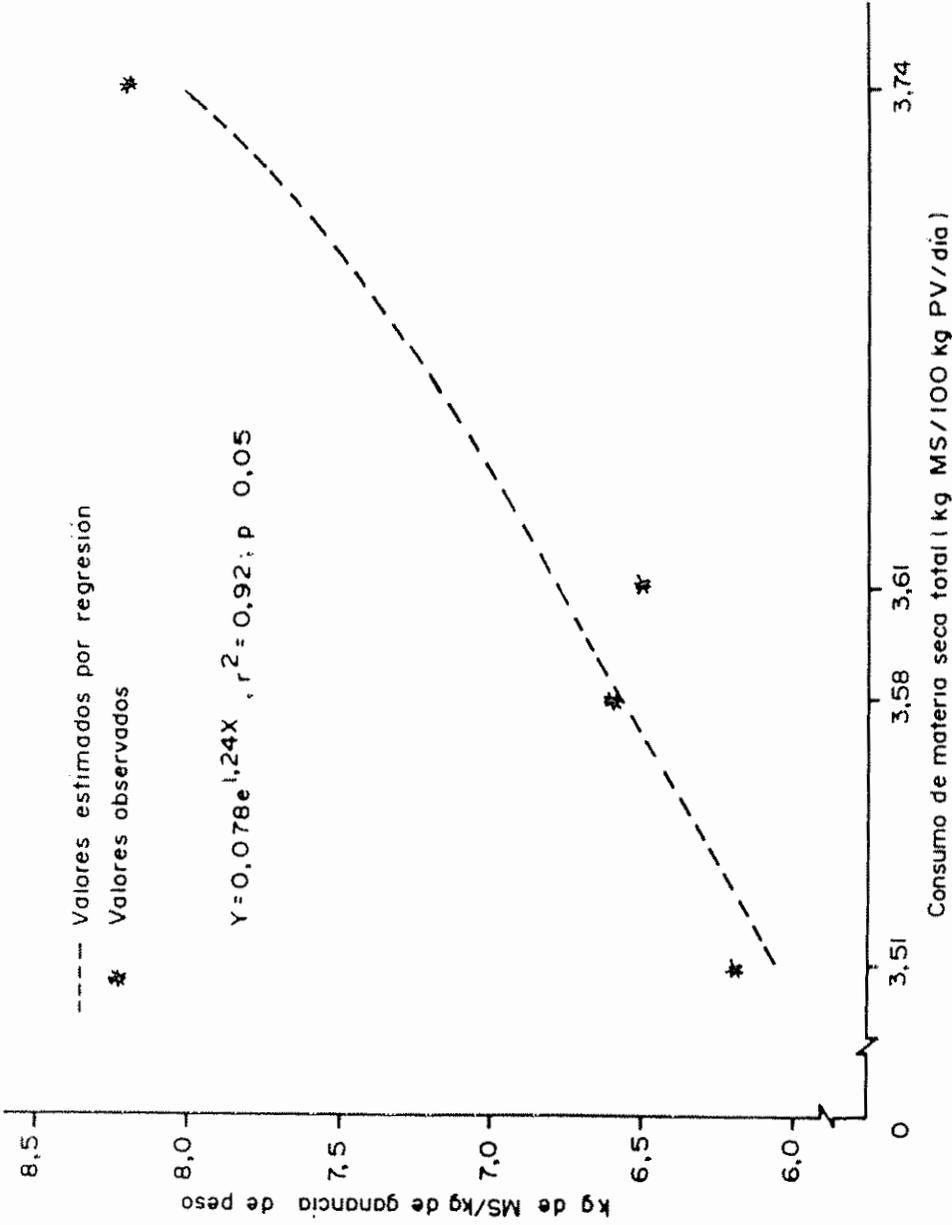


Figura 6. Índice de conversión alimenticia en relación al consumo de materia seca total

materia seca. Se observa un elevado grado de asociación como consecuencia de la relación inversa que mantuvo el consumo de materia seca con respecto a la ganancia de peso ( $Y = 0,0178 e^{1,24X}$ ;  $r^2 = 0,92$ ;  $p < 0,05$ ). Sin embargo, los niveles de poró no mostraron una asociación significativa con la conversión de materia seca ( $p > 0,10$ ), porque el mayor aporte de materia seca en las dietas provino del pasto.

#### 4.4 Digestibilidad.

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de digestibilidad para la materia seca y la pared celular de las cuatro dietas. Para materia seca se encontró significancia entre tratamientos ( $p < 0,10$ ); se obtuvo valores que oscilaron entre 58,2 y 62,5 por ciento que corresponden a los tratamientos con 100 y 0 por ciento de reemplazo de la proteína de la soya, respectivamente. Al aplicar la prueba de Duncan, no hubo diferencias entre el testigo y la sustitución parcial del 67 por ciento.

El promedio entre tratamientos fue de 60,0 por ciento y los valores, tal y como se presentan en la Figura 7, tienden a disminuir linealmente a medida que se aumentó el poró en la dieta ( $Y = 62,041 - 4,755X$ ;  $r^2 = 0,83$ ;  $p < 0,10$ ). Esto se podría atribuir a que la materia seca y pared celular ingeridas, probablemente requieran más tiempo de permanencia en el rumen para ser desdobladas por la flora microbiana (76).

Valores aún menores encontró Devendra (21), al evaluar el follaje de yuca en ovinos. Con un consumo voluntario de 2,3 por ciento del peso vivo, obtuvo una digestibilidad para la materia seca de 49,7 por ciento, la cual consideró relativamente baja.

Cuadro 8. Digestibilidad promedio de la materia seca y de la pared celular.

	Tratamientos <sup>a/</sup>			Promedio	C.V.
	0,00 %	33,33 %	66,67 %		
Digestibilidad de la Materia seca (%)	62,5 a	59,8 b	60,2 ab	60,0 ± 1,7	2,8
Digestibilidad de la pared celular (%)	62,2 a	55,4 b	55,4 b	56,2 ± 1,1	1,9

<sup>a/</sup> Porcentajes de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda del follaje de poró

Medias con la misma letra horizontalmente, no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ ).

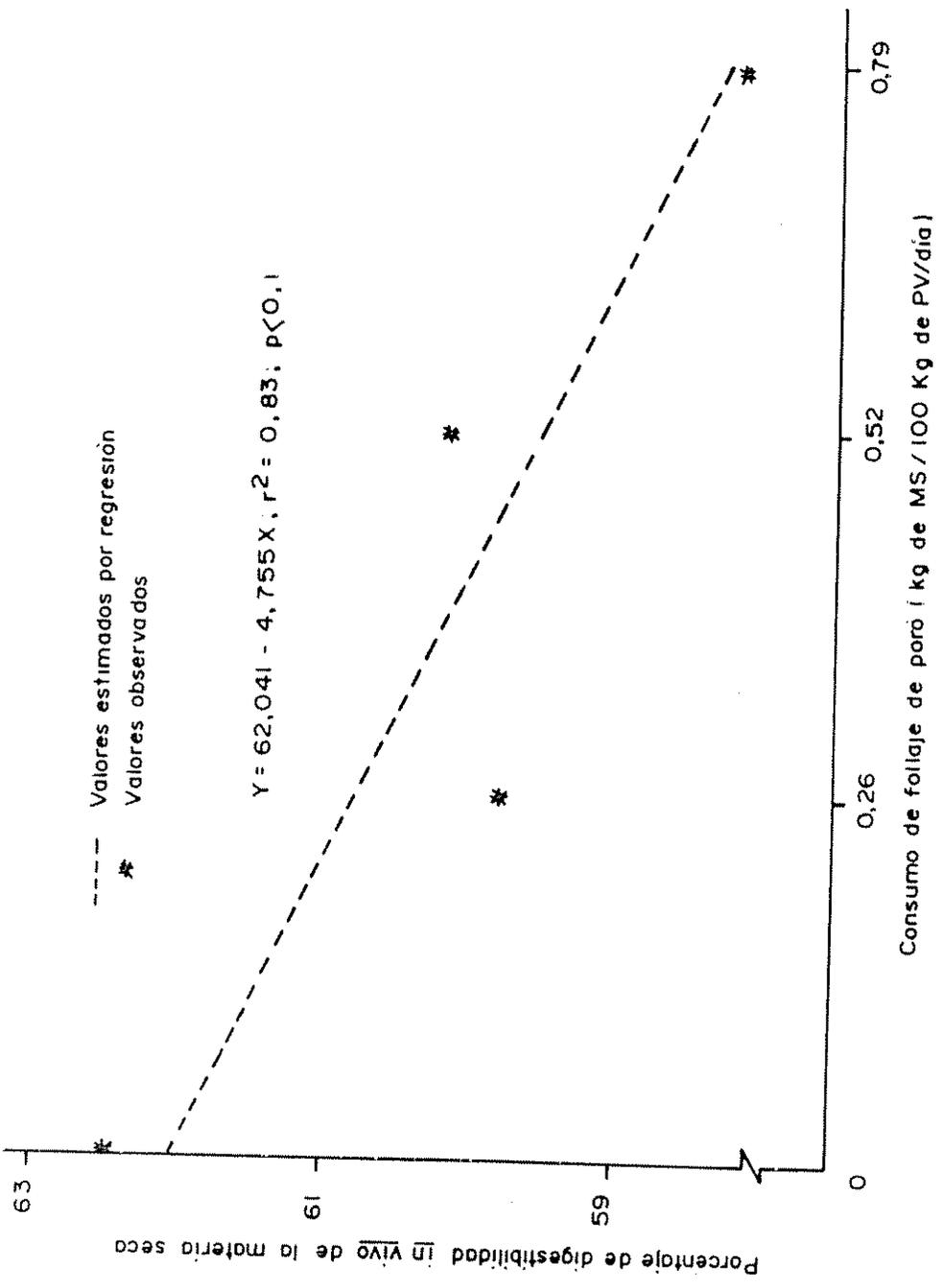


Figura 7. Digestibilidad in vivo de la materia seca en relación al consumo de follaje de poró

Por otro lado, existe la posibilidad de que el follaje de poró contenga compuestos anticualitativos como alcaloides, capaces de inhibir la digestión celulolítica que realizan las bacterias del rumen, y/o taninos que precipiten la proteína volviéndola insoluble, como sucede con otros follajes arbóreos (6, 25, 73). Aunque este es un problema que no se ha investigado a fondo, puede ser una de las causas que afectaron la digestibilidad en las dietas que incluyeron follaje de poró.

El análisis de los resultados para digestibilidad de la pared celular presente en las dietas mostró alta significancia entre tratamientos ( $p < 0,01$ ). Se obtuvo un promedio general de 56,2 por ciento entre tratamientos, con un máximo y mínimo de 62,2 y 53,2 por ciento que correspondieron a los niveles 0 y 100 por ciento de reemplazo de la proteína de soya, respectivamente. Al efectuar una comparación de medias de tratamiento solo se encontró similitud entre las medias de la sustituciones parciales (33,33 y 66,67 por ciento).

En la Figura 8 se observa el efecto decreciente que tuvo la inclusión del poró en las dietas ( $Y = 54,528 - 0,1761 \ln X$ ;  $r^2 = 0,94$ ;  $p < 0,05$ ), sobre la digestibilidad de la pared celular. Esto probablemente es atribuible al aumento de fibra en la dieta o al hecho de que las bacterias aprovecharon primero la fuente energética de rápida disponibilidad y luego hicieron un uso menos eficiente de la energía contenida en la pared celular (60).

Bas y Goodrich (6) encontraron resultados similares en dietas para ovinos con varios niveles de follaje de Populus tremuloides. Los valores de digestibilidad para los diferentes componentes de la materia seca

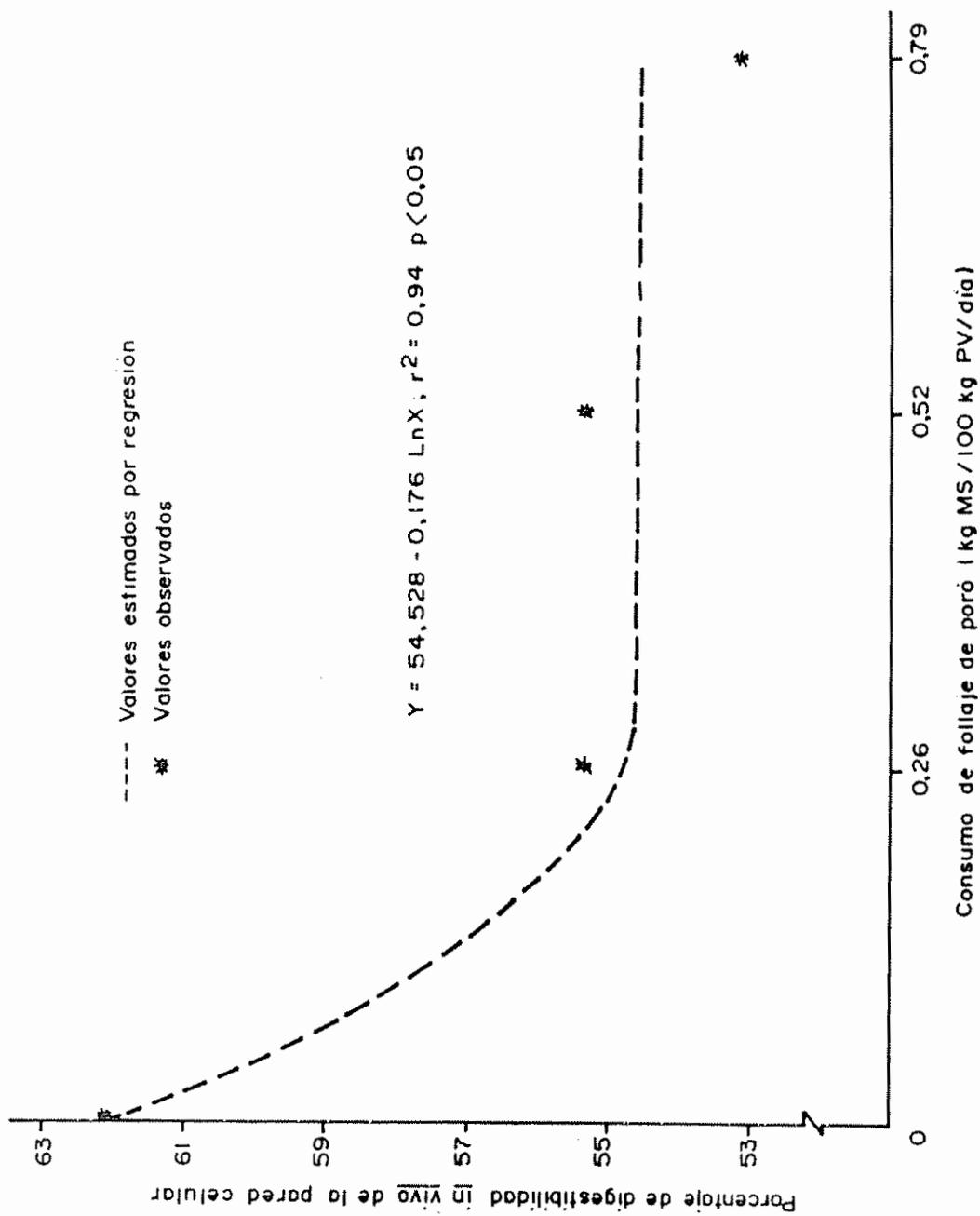


Figura 8. Digestibilidad in vivo de la pared celular en relación al consumo de follaje de poró

decrecieron linealmente a medida que se aumentó el follaje en la dieta. Esa disminución se atribuye a una probable formación de complejos indigeribles de taninos con proteínas.

#### 4.5 Análisis económico.

Los resultados del estudio económico de las dietas-suplemento con base a un análisis de presupuesto parcial, se presentan en el Cuadro 9. El promedio de los beneficios netos diarios entre tratamientos fue de \$0,48, con valores que oscilaron entre \$0,38 y \$0,63 que corresponden a las dietas de 0 y 67 por ciento de sustitución de la proteína cruda. A pesar de que con el tratamiento a base de soya se obtuvo las mayores ganancias de peso, fue el que resultó con los ingresos netos más bajos como consecuencia del costo que tiene este alimento en relación al follaje de poró.

Con la sustitución parcial del 67 por ciento de la proteína de la soya se obtuvo el mayor beneficio neto, que casi duplicó el valor alcanzado con el testigo. Esto es atribuible a la ganancia de peso observada y al bajo costo de producción que tuvo el follaje de poró.

En el análisis económico, dentro de los costos variables no se consideró necesario incluir el valor por establecimiento de la plantación de poró, porque al depreciarla a 20 años plazo el costo por día era insignificante; por otro lado, generalmente estos árboles no se establecen con exclusividad para producir biomasa forrajera sino, más bien cumplen dentro de la finca las funciones específicas de cerca viva y sombra para cultivos agrícolas como café y cacao.

Los beneficios económicos netos diarios por grupo son demasiado bajos, porque para efectos de cálculo se tomó como base la cotización por

Cuadro 9. Análisis de presupuesto parcial de las dietas experimentales.

	Tratamientos <sup>a/</sup>		
	0,00 %	33,33 %	66,67 % 100,00 %
<u>Beneficios</u>			
Ganancia de peso (kg/grupo/dfa)	1,930	1,815	2,000 1,465
Precio de la carne (\$/kg) <sup>b/</sup>	\$0,72	\$0,72	\$0,72 \$0,72
Beneficio total (\$/grupo/dfa)	\$1,39	\$1,31	\$1,44 \$1,05
<u>Costos variables</u>			
<u>Valor de compra <sup>c/</sup></u>			
-Harina de soya	\$0,46	\$0,31	\$0,17 \$0,00
-Melaza	\$0,32	\$0,32	\$0,35 \$0,32
Mano de obra	\$0,00	\$0,03	\$0,07 \$0,09
-Poró <sup>d/</sup>	\$0,23	\$0,22	\$0,22 \$0,18
-"King-grass" <sup>e/</sup>	\$1,01	\$0,88	\$0,81 \$0,59
Costos variables totales	\$0,38	\$0,43	\$0,63 \$0,46

a/ Porcentajes de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda del follaje de poró

b/ Cotización de ganado en pie para destace, según informe del mes de junio de la feria de Montecillos en Atajuela. El cambio oficial del dólar es de 055,00

c/ Costos de los ingredientes puestos en las instalaciones

d/ Costo de poda, acarreo, deshoje y picado de poró de acuerdo a observaciones personales.

e/ Costo de corte, acarreo, picado y embolsado del "king-grass"

kilogramo de peso vivo para ganado comercial. En el medio lechero los animales de reemplazo no se venden por peso sino por rasgos fenotípicos o por valor genético, a precios muy superiores que los de ganado comercial.

Los resultados económicos del experimento, ponen en evidencia una alternativa viable para reemplazar los alimentos proteínicos de uso tradicional en la crianza de terneros. Ante la posibilidad de introducir en la finca el uso de este follaje de origen arbóreo para alimentar becerros, para el ganadero no resulta difícil prescindir de la dependencia de ciertos insumos importados, que es uno de los factores que más lesiona la economía de la finca.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó esta investigación y con base en los resultados obtenidos, se establecen las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### 5.1 Conclusiones.

1. En terneros de lechería entre 3 y 7 meses de edad, con un consumo de hasta 0,8 por ciento diario del peso vivo, en base seca de follaje de poró, no se presentan problemas de aceptabilidad y/o desórdenes metabólicos que afecten la tasa de crecimiento.
2. El follaje de poró puede utilizarse como fuente proteínica hasta en un 65 por ciento de los requerimientos totales de proteína cruda, en las dietas para terneros de lechería a partir de los 3 meses, sin que afecte significativamente su desarrollo.
3. La inclusión del follaje de poró en la dieta de bovinos en crecimiento tiene un efecto aditivo sobre el consumo de materia seca total, así como un efecto lineal sustitutivo sobre la ingesta de pasto.
4. Cuando se suministra con follaje de poró un 40 por ciento de los requerimientos proteínicos totales de los terneros, se obtiene un incremento en el beneficio económico neto del 66 por ciento sobre la harina de soya.

5. El uso de follaje de poró en dietas para terneros produce ganancias de peso aceptables, en comparación con las que se obtienen normalmente en el trópico, con razas pequeñas y mediante el uso de alimentos proteínicos concentrados. 46

#### 5.1 Recomendaciones.

1. Evaluar el follaje de poró en la alimentación de terneros, asociado con diferentes fuentes y niveles de energía fermentable para determinar el mejor acople proteínico-energético en la utilización de la fracción nitrogenada del poró. En nuevos ensayos es conveniente incrementar el número de unidades experimentales para aumentar el nivel de confianza en los análisis estadísticos.
2. Investigar el uso de follaje de poró en terneros de mayor y menor edad para detectar la influencia que tiene el desarrollo de la flora ruminal en la utilización de este recurso alimenticio no tradicional.
3. Realizar estudios sobre tasa de recambio y flujo ruminal en animales que consumen follaje de poró para conocer la eficiencia de utilización de la proteína microbiana, así como efectuar balances metabólicos para determinar la cantidad de nitrógeno no proteico que es excretado en la orina en forma de urea.
4. Efectuar estudios en el follaje de poró para cuantificar y tipificar la presencia de sustancias inhibidoras de la digestión celulolítica, así como las que puedan estar limitando la

disponibilidad de la proteína por formación de compuestos 47  
altamente indigeribles.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ, F. J.; SAUCEDO, G.; ARRIAGA, A. 1981. Observaciones sobre el comportamiento de becerros criados con amamantamiento restringido y suplementados con pulidura de arroz o plátano verde. *Producción Animal Tropical (R.D.)* 6(3):313.
2. ANALISIS DEL presupuesto parcial. 1980. In Dillon, J. I.; Hardaker, J. B. La investigación sobre administración rural para el desarrollo del pequeño agricultor. FAO. Boletín de Servicios Agrícolas no. 41. p. 151-159.
3. ANALYSIS OF covariance. 1964. In Guenther, W. C. Analysis of covariance. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall. p. 143-166.
4. ASPECTOS NUTRICIONALES en los sistemas de producción bovina. 1982. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza no. 15. 199 p.
5. BAEZ, L.; PEÑA, G. 1983. Nota sobre el comportamiento de becerros alimentados con *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Producción Animal Tropical (R.D.)* 8(1):64-66.
6. BAS, F. J.; GOODRICH, R. D. 1985. Evaluation of pelleted aspen foliage as a ruminant feedstuff. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* 61(5):1030-1036.
7. BENAVIDES, J. E. 1983. Investigación en árboles forrajeros. In Curso Corto Intensivo Técnicas Agroforestales (1983, Turrialba, Costa Rica). Contribuciones de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, CATIE, Departamento de Recursos Naturales Renovables. 27 p.
8. \_\_\_\_\_. 1983. Utilización de forrajes de origen arbóreo en la alimentación de rumiantes menores. In Curso Corto Intensivo Prácticas Agroforestales con Énfasis en la Medición y Evaluación de Parámetros Biológicos y Socioeconómicos (1983, Turrialba, Costa Rica). Contribuciones de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, CATIE, Departamento de Recursos Naturales Renovables. 11 p.
9. \_\_\_\_\_. 1986. Utilización de follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) para alimentar cabras bajo condiciones de trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Departamento de Producción Animal. 31 p.
10. BLOM, P. S. 1981. *Leucaena*, a promising versatil leguminous tree for the tropics. *International Tree Crops Journal (G.B.)* 1(4): 221-236.

11. BOHMAN, V. R.; TRIMBERGER, G. W.; LOOSLI, J. K.; TURK, K. L. 1959. The utilization of molasses and urea in the rations of growing dairy cattle. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 37(3):284-293.
12. BRAY, R. A.; JONES, R. A.; PROBERT, M. E. s.f. Shrub legumes for forage in tropical Australian. *In* *Shrubs legumes in Indonesia and Australian*. ACIAR. Proceedings Series no. 3. p. 33-38.
13. CABEZAS, M. T.; SAHLI, E. 1976. Crianza y alimentación de la hembra de reemplazo en los hatos lecheros. *Revista Pecuaria Centroamericana* (Nic.) no. 62:42-49.
14. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1985. Resumen de datos meteorológicos. Turrialba, Costa Rica. 1 p.
15. CHADHOKAR, P. A.; KANTHARAJU, H. R. 1980. Effect of *Gliricidia maculata* on growth and breeding of Bannur ewes. *Tropical Grassland* (Aust.) 14(2):78-82.
16. \_\_\_\_\_. 1982. *Gliricidia maculata*: Una leguminosa forrajera prometedora. *Revista Mundial de Zootecnia* (Italia) no. 44: 36-43.
17. CHAMBERS, D. T. 1959. Grazing behaviour of calves reared at pasture. *Journal of Agricultural Science* (G.B.) 53(4):417-424.
18. CHIK, A. B.; HASSAN, W. E. W.; IDRIS, M. S. 1984. Effect of concentrate supplementation on voluntary forage intake and growth responses of young dairy Jersey cattle. *MARDI Research Bulletin* (Malaysia) 12(1):55-60.
19. COWLISHAW, S. J.; UNSWORTH, E. F. 1976. Factors affecting the *in vitro* digestibility of tropical grasses. *Turrialba* (C.R.) 26(1):44-53.
20. DEVENDRA, C.; GOHL, B. I. 1970. The chemical composition of Caribbean feedingstuffs. *Tropical Agriculture* (Tri.) 47(4):335-342.
21. \_\_\_\_\_. 1979. The nutritive value of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves as a source of protein for ruminants in Malaysia. *MARDI Research Bulletin* (Malaysia) 7(1):112-117.
22. \_\_\_\_\_. 1983. Tree leaves for feeding goats in the humid tropics. *In* *World Conference on Animal Production* (5, 1983, Tokyo, Japón). Abstracts of Papers. Tokyo. p. 240.
23. EL DIAGRAMA de las zonas de vida. 1978. *In* Holdridge, L. R. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA. p. 13-28. (Serie de Libros y Materiales Educativos no. 34).

24. 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, Costa Rica, UCR-CATIE. 90 p.
25. ESTRATEGIAS PARA el uso de residuos de cosecha en la alimentación animal; Memorias de una reunión de trabajo efectuada en el CATIE, Turrialba, C.R.; 1980. 1984. Ed. M. E. Ruiz; A. Ruiz; D. Pezo. Ottawa, IDRC/CIID/CATIE. 159 p. (IDRC-224S).
26. EZEKIEL, M.; FOX, K. A. 1959. Methods of correlation and regression analysis. New York, J. Wiley. 548 p.
27. GARCIA, G.; BROWN, J. 1983. Rearing of replacement heifers at the Sugarcane Centre. In Workshop on Feeding of Animals in the Caribbean (1983, St. Augustine, Trin. ). Proceedings. Ed. by F. Neckles; W. Cateau; D. Walmsley. Trinidad, Sugarcane Feeds Centre/Caribbean Agricultural Research and Development Institute. p. 137-141.
28. HARESIGN, W.; COLE, D. J. A. 1981. Recent developments in ruminant nutrition. London, Butterworths. 367 p.
29. HULLMAN, B.; PRESTON, T. R. 1981. La leucaena como fuente proteica para animales en crecimiento alimentados con caña de azúcar integral y urea. Producción Animal Tropical (R.D.) 6(4):348-351.
30. ITURBIDE, A. 1967. El óxido crómico como indicador externo para estimar producción fecal y consumo en las pruebas de digestibilidad. Turrialba (C.R.) 17(3):304-313.
31. JARA, L. C. 1985. Cría de terneras de lechería en pastoreo alterno entre pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 48 p.
32. JARQUIN, R.; GONZALEZ, J. M.; CABEZAS, M. T.; BRAHAM, J. E.; BRESSANI, R. 1974. Crecimiento de terneros utilizando cantidades limitadas de leche y formulaciones con niveles proteínicos diferentes. Turrialba (C.R.) 24(3):250-255.
33. JONES, R. J. 1979. El valor de *Leucaena leucocephala* como pienso para rumiantes en los trópicos. Revista Mundial de Zootecnia (Italia) 31:13-23.
34. JORNADA TECNICA SOBRE NUEVAS TENDENCIAS EN LA UTILIZACION DE LA SOJA EN LA ALIMENTACION ANIMAL (1983, MADRID). 1984. [ Ponencias ]. Madrid, ASA/AINPROT/SINA. 69 p.

35. JULL-NIELSEN, J. 1981. Prueba alimenticia *in vitro* para la evaluación de los valores energéticos y productivos de la paja, sub-productos industriales y recursos energéticos para la alimentación de ganado bovino. *Producción Animal Tropical (R.D.)* 6(4): 314-327.
36. KEMPTON, T. J.; NOLAN, J. V.; LENG, R. A. 1977. Nitrógeno no proteico y proteínas desviadas; principios para su empleo en rumiantes. *Revista Mundial de Zootecnia (Italia)* no. 22:1-9.
37. LINDSAY, J. 1982. *Gliricidia maculata*: a review. *International Tree Crops Journal (G.B.)* 2(1):1-14.
38. MAC CALLUM, S. D.; HARRAP, T. R. 1982. The influence of roughage on calf growth. *In Zimbabwe. Department of Research and Specialist Services. Division of Livestock and Pastures. Annual Report 1981-82. Zimbabwe. p. 89.*
39. MAHADEVAN, V. 1956. Nutritive value of green manure crops. 2. *Gliricidia maculata*. *Indian Veterinary Journal (India)* 32:457.
40. MORA, E. 1983. Introducción al estudio de la variedad fenotípica de madero negro (*Gliricidia sepium*). Turrialba, Costa Rica, CATIE, Unidad de Recursos Fitogenéticos. 44 p.
41. MORTON, J. R. 1983. El diseño e interpretación de los experimentos sobre alimentación de animales en los trópicos. *Producción Animal Tropical (R.D.)* 8(4):306-326.
42. MOSS, R. J.; BUCHANAN, I. K. 1983. Rearing calves for dairy replacements. *Queensland Agricultural Journal (Aust.)* 109(3):153-156.
43. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, EE.UU. 1978. Nutrient requirements of domestic animals. 3. Nutrient requirements of dairy cattle. 5 ed. Washington, D. C. 34 p.
44. \_\_\_\_\_. 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, D. C. 332 p.
45. \_\_\_\_\_. 1984. Especies para leña; arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. por Vera A. de Fernández. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 344 p.
46. \_\_\_\_\_. 1984. Leucaena: promising forage and tree crop for the tropics. 2 ed. Washington, D. C. National Academy Press. 100 p.
47. NAVARRO, R. 1982. Sistemas de alimentación para la crianza de terneras de reemplazo en ganado lechero. Tesis Ing. Agr. Monterrey, México, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. 89 p.

48. OAKES, A. J.; SKOV, O. 1961. Some woody legumes as forage crops for the dry tropics. *Tropical Agriculture (Tri.)* 39(4):281-287.
49. ØRSKOV, E. R.; MEHREZ, A. Z. 1977. Estimation of extent of protein degradation from basal feeds in the rumen sheep. *Proceedings of the Nutrition Society (G.B.)* 36(2):78A.
50. OSBOURN, D. F. s.f. The feeding value of grass and grass products. In *Grass: its production and utilization*. Ed. by W. Holmes. Oxford, British Grassland Society. p. 70-124.
51. OTSYINA, R. M.; MC KELL, C. M. 1985. El ramoneo en la alimentación del ganado; reseña. *Revista Mundial de Zootecnia (Italia)* no. 53:33-39.
52. PALMER, L. F. 1984. Protein utilization by cattle and sheep as affected by feed source processing treatment and level of supplementation. Ph. D. Thesis. South Dakota, South Dakota University. 235 p.
53. PANJAITAN, M.; BLAIR, G. J. s.f. Research on the use of *Leucaena* and other tree and shrub legumes in Indonesia and Australia. ACIAR. Proceeding Series no. 3. p. 10-18.
54. PARRA, R.; COMBELLAS, J.; DIXON, R. 1984. Degradabilidad ruminal de algunas materias primas tropicales. *Producción Animal Tropical (R.D.)* 9(3):208-211.
55. PEREZ G., E. 1983. Efecto de la suplementación de bovinos con banano verde sobre la dinámica de su fermentación ruminal. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 61 p.
56. PEREZ SOBREVILLA, A. 1971. Evaluación de métodos para estimar producción fecal en bovinos usando óxido crómico. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 75 p.
57. PROTEIN REQUIREMENTS for cattle; Proceedings of an international symposium at Oklahoma State University, 1980. 1982. Ed. F. N. Owens. Oklahoma, Oklahoma State University. 363 p.
58. RANDOMIZED COMPLETE block design (RCBD). 1974. In Anderson, V. L.; Mc Lean, R. A. *Design of experiments; a realistic approach*. New York, M. Dekker. p. 123-153.
59. RODRIGUEZ, 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, Costa Rica, UCR-CATIE. 96 p.

60. ROLDAN, G. 1981. Degradación ruminal de algunos forrajes proteicos en función del consumo de banano verde suplementario. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 71 p.
61. ROMERO, O.; PEÑA, F.; URBINA, N. 1980. Cría de terneros con forraje verde o heno de pasto manawa (*Lolium multiflorum* x *Lolium perenne*) a voluntad. Revista ICA (Col.) 15(4):193-201.
62. RUIZ, M. E.; RUIZ, A. 1980. Cría y alimentación de reemplazos en lechería. In Aspectos nutricionales en la producción de leche. Ed. por Andrés R. Novoa. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 79-121.
63. RUSSO, R. O. 1982. Resultados preliminares de biomasa de la poda de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook (poró) en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 10 p.
64. \_\_\_\_\_. 1983. Efecto de la poda de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook (poró), sobre la nodulación, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal "Café-Poró". Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 108 p.
65. \_\_\_\_\_. 1984. *Erythrina*: un género versátil en sistemas agroforestales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 14 p.
66. \_\_\_\_\_. 1984. Studies on *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook, a versatil tree in Costa Rica farms. Ph. D. Thesis. New Orleans, Louisiana Southeastern University. 145 p.
67. SAENZ, J. A. 1964. Contribución al estudio fitoquímico de plantas costarricenses. 1. Análisis alcaloidal. Revista de Biología Tropical (C.R.) 12(1):67-74.
68. SAMUR, C. 1984. Producción de leche en cabras alimentadas con king-grass (*Pennisetum purpureum*) y poró (*Erythrina poeppigiana*), suplementadas con fruto de banano (*Musa* sp. c.v. "cavendish"). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 51 p.
69. SATTER, L. D.; ROFFER, R. R. 1977. Requerimiento proteico y utilización de nitrógeno no proteico. Producción Animal Tropical (R.D.) 2(3):248-268.
70. SAUCEDO, G.; ALVAREZ, F. J.; ARRIAGA, A.; JIMENEZ, N. 1981. *Leucaena leucocephala* como fuente proteica para becerros lactantes criados en amamantamiento restringido. Producción Animal Tropical (R.D.) 5(3):252-255.
71. SCHNEIDER, B. H.; FLATT, W. P. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Athens, University of Georgia Press. 423 p.

72. SIMPOSIO DE NUTRICION ANIMAL (1969, MARACAY, VEN.) 1969. Trabajos presentados. Caracas, Consejo Nacional de Investigaciones Agrícolas. 581 p.
73. SOLTERO, G. S.; FIERRO, L. C.; PEÑA, J. M.; CHAVEZ, A. 1981. Importancia del encino (*Quercus* spp.) en la dieta de bovinos durante la época de sequía. *Pastizales (Mex.)* 14(3):2-11.
74. STEEL, G. R.; TORRIE, J. H. 1985. Bioestadística; principios y procedimientos. Trad. Ricardo Martínez. Bogotá, Mac Graw Hill. 622 p.
75. STEVENSON, A. E. 1962. Measurement of feed intake by grazing cattle and sheep. 8. Some observations on the accuracy of the chromic oxide technique for the estimation of faeces output dairy cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research (N.Z.)* 5(3/4):339-345.
76. TALLER DE TRABAJO SOBRE EL TEMA "ALTERNATIVAS Y VALOR NUTRITIVO DE ALGUNOS RECURSOS ALIMENTICIOS DESTINADOS A PRODUCCION ANIMAL" (1984 SANTO DOMINGO, R.D.). 1984. (Informe). Fundación Internacional para la Ciencia [Suecia]. Informe provisional no. 16. 275 p.
77. TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society (G.B.)* 18:104-111.
78. TORRE, M. DE LA. 1982. Utilización de forraje de yuca en la alimentación de terneros de lechería. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 53 p.
79. TORRES, F. 1983. Role of woody perennial in animal agroforestry. *Agroforestry Systems (Holanda)* 1(2):131-163.
80. VALDIVIESO, A.; ALBA, J. DE. 1958. Uso de maíz y la harina de yuca en mezclas simples para criar terneras de lechería. *Turrialba (C.R.)* 8(4):148-152.
81. VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. 1985. Analysis of forages and fibrous foods. Cornell, Cornell University. 165 p.
82. WILSON, A. D. 1977. The digestibility and voluntary intake of leaves of trees and shrubs by sheep and goats. *Australian Journal of Agriculture Research (Aust.)* 28:501-508.
83. YERENA, F.; FERREIRO, H. M.; ELLIOT, R.; GODOY, R.; PRESTON, T. R. 1978. Digestibilidad de ramón (*Brosimum alicastrum*), *Leucaena leucocephala*, pasto buffel (*Cenchrus ciliare*) y pulpa y bagazo de henequen (*Agave fourcroydes*). *Producción Animal Tropical (R.D.)* 3(1):70-73.

## 7. APENDICE

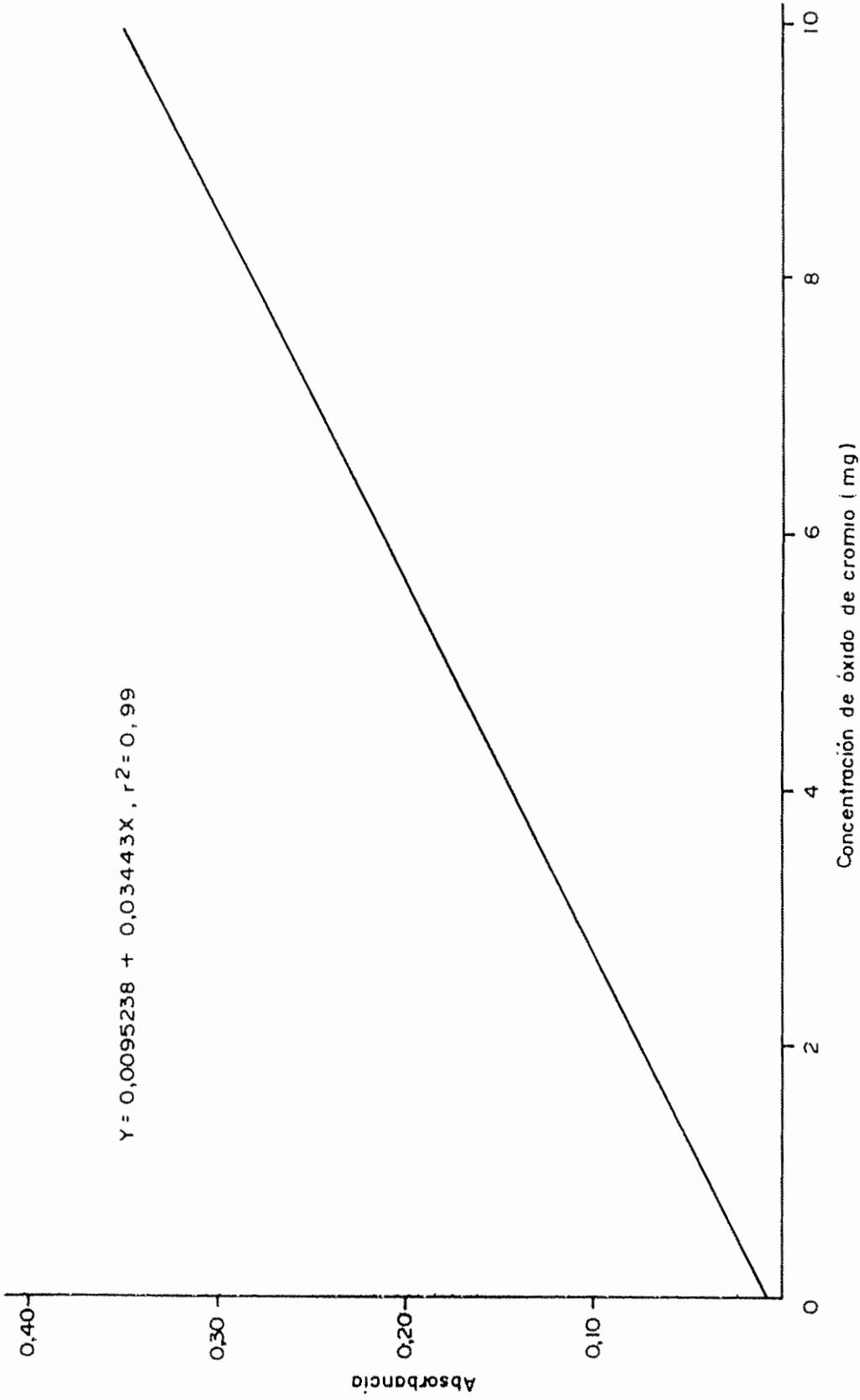


Figura 1a. Estándares para calibración de concentraciones de óxido de cromo

Cuadro 1A. Solubilidad en borato fosfato del nitrógeno contenido en los tallos tiernos, hojas y peciolo de *E. prostratum* a dos edades de rebrote. (Adaptado de: Espinoza, J. 1984).

Meses de rebrote	N Total <u>a/</u>		NS <u>b/</u>			PV <u>b/</u>			NNP <u>c/</u>		
	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	
Tallo tierno	17,8	22,4	67,17	60,25	4,42	6,22	62,75	54,03			
Hoja superior	30,1	32,8	32,01	31,61	2,83	5,60	29,18	26,01			
Hoja media	25,8	31,5	21,64	19,65	3,54	4,74	18,10	14,91			
Hoja inferior	22,1	26,5	25,20	21,91	3,52	6,78	21,68	15,13			
Peciolo superior	12,0	14,3	48,30	57,43	9,15	9,93	39,15	47,50			
Peciolo medio	7,4	9,2	46,78	53,15	10,03	11,04	36,75	42,11			
Peciolo inferior	8,5	7,8	46,01	54,02	8,50	11,52	37,49	42,50			
Promedio	17,7	20,6	41,02	42,57	5,99	7,98	35,01	34,60			

a/ N x 6,25 (Proteína cruda)

b/ Expresados como porcentajes del nitrógeno total

c/ N Soluble - N proteico

NS, PV, NNP= Nitrógeno soluble, proteína verdadera y nitrógeno no proteico, respectivamente, solubles en borato fosfato.

Cuadro 2A. Descripción de los animales utilizados en el ensayo.

Número	Sexo <u>a/</u>	Edad (días)	Pesos (kg) Inicial	Pesos (kg) Final	Tratamiento <u>b/</u>	Ganancia de peso kg/animal/día
C-56	H	148	48,0	86,4	0,00 %	0,457
C-55	H	149	46,0	78,2	0,00 %	0,383
5-69	M	133	49,0	85,9	0,00 %	0,439
5-70	M	117	41,0	70,4	0,00 %	0,350
5-76	M	93	48,0	73,2	0,00 %	0,300
C-54	H	152	45,0	81,8	33,33 %	0,438
C-60	H	94	46,0	64,5	33,33 %	0,220
5-61	M	151	58,0	100,0	33,33 %	0,500
5-71	M	108	45,0	66,8	33,33 %	0,260
5-67	M	135	45,0	78,2	33,33 %	0,395
C-58	H	138	58,0	91,4	66,67 %	0,398
C-53	H	152	47,0	81,8	66,67 %	0,414
5-60	M	151	59,0	101,4	66,67 %	0,505
5-66	M	140	48,0	87,7	66,67 %	0,473
5-74	M	99	44,0	61,5	66,67 %	0,208
C-52	H	152	53,0	81,8	100,00 %	0,343
C-59	H	111	47,0	69,1	100,00 %	0,263
5-64	M	144	49,0	74,1	100,00 %	0,299
5-65	M	142	49,0	73,2	100,00 %	0,288
5-68	M	134	43,0	65,9	100,00 %	0,273

a/ H= Hembra; M= Macho

b/ Porcentajes de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda del follaje de poró.

Cuadro 3A. Crecimiento promedio observado y estimado de los terneros, durante la fase experimental.

Tratamiento <sup>a/</sup>	Peso promedio observado (kg)				Valores estimados			
	0	14	28	Días experimentales				
				56	84			
				42	70			
0,00	46,40	50,00	53,74	58,46	62,70	69,74	78,82	$Y = 45,638e^{0,006X}$ ; $r^2 = 0,990$ ; $p < 0,01$
33,33	47,80	51,84	54,96	61,10	63,66	71,64	78,26	$Y = 47,430e^{0,006X}$ ; $r^2 = 0,991$ ; $p < 0,01$
66,67	51,20	56,24	59,90	66,98	70,18	76,80	84,76	$Y = 51,376e^{0,006X}$ ; $r^2 = 0,995$ ; $p < 0,01$
100,00	48,20	51,54	53,54	58,16	60,82	67,34	72,82	$Y = 47,614e^{0,005X}$ ; $r^2 = 0,987$ ; $p < 0,01$

a/ Porcentajes de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya, por proteína cruda del follaje de poró.

Cuadro 4A. Análisis de varianza para ganancia diaria, con covariable peso inicial.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F	PR > F
Sexo	1			
Tratamientos	3	0,01391273	1,85 NS	0,1849
Peso inicial	1	0,01384899	5,52 *	0,0340
Error	14	0,00250968		
Total	19			

NS= No significativo ( $p > 0,10$ )

\*= Significativo ( $p < 0,05$ )

Cuadro 5A. Análisis de varianza para digestibilidad de la materia seca.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F	PR > F
Sexo	1			
Tratamientos	3	7,85399544	2,82 *	0,0775
Error	14	2,78863127		
Total	18			

\*= Significativo (p< 0,10)

Cuadro 6A. Análisis de varianza para digestibilidad de la pared celular.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	F	PR > F
Sexo	1			
Tratamientos	3	25,69996698	21,88 **	0,0001
Error	14	1,17445641		
Total	18			

\*\*= Altamente significativo ( $p < 0,01$ )

Cuadro 7A. Prueba de Duncan para comparación de medias del porcentaje de digestibilidad de la materia seca.

Tratamiento <sup>a/</sup>	Digestibilidad de la materia seca (%)
0,00	62,5 a
33,33	59,8 b
66,67	60,2 ab
100,00	58,2 b

a/ Porcentajes de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda del follaje de poró.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Cuadro 8A. Prueba de Duncan para comparación de medias del porcentaje de digestibilidad de la pared celular.

Tratamiento <u>a/</u>	Digestibilidad de la pared celular (%)
0,00	62,2 a
33,33	55,4 b
66,67	55,4 b
100,00	53,2 c

a/ Porcentajes de sustitución de la proteína cruda de la harina de soya por proteína cruda del follaje de poró.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )

Cuadro 9A. Consumo promedio diario, por catorcena y bloque - tratamiento.

Catorcena	Bloque	Tratamientos a/																								
		S	P	ME	0,00 %	KG	Total	S	P	ME	33,33 %	KG	Total	S	P	ME	66,67 %	KG	Total	S	P	ME	100,00 %	KG	Total	
Primera	H	0,44	-	0,85	2,08	3,37	0,30	0,24	0,91	1,78	3,23	0,16	0,56	1,12	2,06	3,90	-	0,79	1,18	1,77	3,74	-	0,79	1,18	1,77	3,74
	M	0,64	-	1,22	3,00	4,86	0,49	0,38	1,51	2,97	5,35	0,24	0,79	1,60	2,96	5,59	-	1,12	1,69	2,54	5,35	-	1,12	1,69	2,54	5,35
Segunda	H	0,51	-	0,91	2,22	3,64	0,31	0,26	0,96	1,89	3,42	0,18	0,64	1,20	2,12	4,14	-	0,90	1,21	1,82	3,93	-	0,90	1,21	1,82	3,93
	M	0,73	-	1,32	3,20	5,25	0,55	0,44	1,63	3,21	5,83	0,26	0,90	1,74	3,08	5,98	-	1,25	1,81	2,70	5,76	-	1,25	1,81	2,70	5,76
Tercera	H	0,49	-	0,98	2,54	4,01	0,34	0,29	1,03	2,18	3,84	0,19	0,70	1,31	2,55	4,75	-	0,93	1,29	2,07	4,29	-	0,93	1,29	2,07	4,29
	M	0,72	-	1,43	3,68	5,83	0,57	0,48	1,78	3,79	6,62	0,28	1,02	1,89	3,67	6,86	-	1,40	1,92	3,07	6,39	-	1,40	1,92	3,07	6,39
Cuarta	H	0,60	-	1,08	2,77	4,45	0,36	0,29	1,10	2,36	4,11	0,22	0,75	1,42	2,77	5,16	-	0,96	1,39	2,23	4,58	-	0,96	1,39	2,23	4,58
	M	0,85	-	1,52	3,90	6,27	0,64	0,52	1,93	4,16	7,25	0,32	1,06	2,04	3,99	7,41	-	1,42	2,03	3,27	6,72	-	1,42	2,03	3,27	6,72
Quinta	H	0,67	-	1,19	3,11	4,97	0,39	0,32	1,20	2,63	4,54	0,22	0,78	1,50	2,96	5,46	-	1,02	1,51	2,41	4,94	-	1,02	1,51	2,41	4,94
	M	0,92	-	1,65	4,31	6,88	0,67	0,55	2,08	4,57	7,87	0,33	1,16	2,21	4,35	8,05	-	1,48	2,17	3,46	7,11	-	1,48	2,17	3,46	7,11
Sexta	H	0,67	-	1,34	3,51	5,52	0,42	0,33	1,35	2,98	5,08	0,25	0,79	1,66	3,25	5,95	-	1,06	1,67	2,62	5,35	-	1,06	1,67	2,62	5,35
	M	0,93	-	1,86	4,88	7,67	0,71	0,56	2,29	5,04	8,60	0,38	1,15	2,42	4,75	8,70	-	1,50	2,36	3,69	7,55	-	1,50	2,36	3,69	7,55

a/ Niveles de sustitución de la proteína cruda de la harina de semilla de soja por proteína cruda del follaje de poró

H= Hembras; M= Macho; S= Harina de soja; P= Poró; ME= Melaza, KG= "King-grass".