

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON CUATRO NIVELES DE FOLLAJE
DE PORO (Erythrina poeppigiana (WALPERS) O. F. COOK) SOBRE
LA PRODUCCION DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO

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

Magister Scientiae

por

CARLOS JAIME TOBON YEPES

C A T I E
Turrialba, Costa Rica
1988

DEDICATORIA

A mi esposa Vera, por el apoyo íntegro durante los doce años de habernos conocido y sin la cual no hubiera podido terminar con éxito estos estudios.

A mi madre, padre y hermanos, que me han formado y brindado un gran amor y comprensión durante toda mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haber sido mi guía interna para tomar las decisiones correctas y haberme dado todo lo que soy y tengo.

Al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) por haberme facilitado la beca para realizar mis estudios de Maestría.

Al Dr. Carlos Chaves, por su amistad sincera y desinteresada al ayudarme durante la Maestría en los aspectos académicos y personales.

Al Dr. Danilo Pezo, por sus atinadas observaciones y comentarios que mejoraron el trabajo y por sus valiosas enseñanzas durante mi permanencia en este Centro.

Al Dr. Fedro Ferreira, por su gran colaboración en el análisis estadístico de los datos.

Al Dr. Gustavo Morales, por su valiosa ayuda en la revisión de la tesis y por su gran apoyo moral durante mis estudios en este Centro.

A Alfonso Campos por su interés en facilitarme las condiciones necesarias para realizar el experimento.

A todos los trabajadores de la Finca Experimental del CATIE, en especial a los señores Edwin Romero, Edwin Brown, Victor López y Erick López, por su valiosa colaboración en el trabajo de campo.

BIOGRAFIA

El autor nació en Medellín, Colombia el 28 de abril de 1954. Se graduó en la Universidad Nacional de Colombia (Seccional Medellín), donde recibió el título de Zootecnista en el año de 1982. Hasta agosto de 1983 prestó asistencia técnica a una empresa de alimentos concentrados para animales. En esta fecha ingresó al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), donde se ha desempeñado desde entonces en el Area de Investigación, como Jefe del Programa de Ganado de Carne, en el Centro Regional de Investigaciones el Nus en el Departamento de Antioquia.

En Septiembre de 1986 comenzó estudios de posgrado en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) obteniendo el grado de Magister Scientiae en Septiembre de 1988.

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

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:



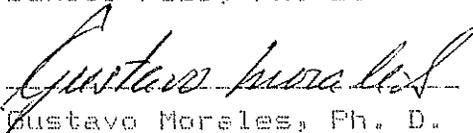
Carlos Chaves, Ph. D.

Profesor Consejero



Danilo Pezo, Ph. D.

Miembro del Comité



Gustavo Morales, Ph. D.

Miembro del Comité



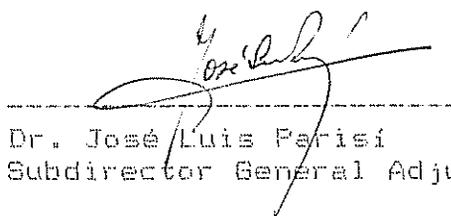
Pedro Ferreira, Ph. D.

Miembro del Comité



Ramón Lastra Rodríguez, Ph. D.

Coordinador, Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, CATIE



Dr. José Luis Parisi

Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Carlos Jaime del Socorro Tobón Yepes

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.....	4
2.1 Utilización del nitrógeno por el rumiante..	4
2.2 Poró.....	6
2.2.1 Generalidades.....	6
2.2.2 Valor nutritivo.....	8
2.3 Utilización en la alimentación animal.....	12
2.3.1 Experimentos en rumiantes menores..	12
2.3.2 Experimentos en ganado de carne....	15
2.3.3 Experimentos en ganado de leche....	16
3. MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1 Localización.....	18
3.2 Animales, alimentación y manejo.....	18
3.3 Trastornos en unidades experimentales.....	20
3.4 Tratamientos.....	21
3.5 Variables evaluadas.....	22
3.5.1 Producción de leche.....	22
3.5.2 Composición química de la leche....	22
3.5.3 Otras mediciones.....	23

3.6	Diseño experimental y análisis estadístico.	24
3.7	Análisis económico.....	27
4.	RESULTADOS.....	28
4.1	Características de la dieta.....	28
4.2	Producción de leche.....	33
4.3	Composición química de la leche.....	37
4.4	Cambios de peso.....	42
4.5	Análisis económico.....	43
5.	DISCUSION.....	45
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
6.1	Conclusiones.....	54
6.2	Recomendaciones.....	55
7.	LITERATURA CITADA.....	57
8.	ANEXO.....	65

TOBON, C. J. 1988. Efecto de la suplementación con cuatro niveles de follaje de poró (Erythrina poeppigiana (Walpers) O. F. Cook) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 72 p.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON CUATRO NIVELES DE FOLLAJE DE PORO (Erythrina poeppigiana (Walpers) O. F. COOK) SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO

Palabras claves: follaje de poró, producción de leche, suplementación, proteína cruda, vacas

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el fin de evaluar el efecto de la suplementación con diferentes niveles de poró, sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. El trabajo se realizó en la Finca Experimental Ganadera del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la cual se encuentra ubicada en Turrialba, Costa Rica, a una latitud de 9° 53' N y una longitud de 83° 38' O, a 602 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 22.1°C, una precipitación pluvial por año de 2599.4 mm y una humedad relativa del 90.4%. La zona de vida es considerada como Bosque Muy Húmedo Fremontano.

Se utilizaron 12 vacas puras y mestizas entre segunda y quinta lactancia, de las razas Criolla Lechera y Jersey, las cuales se mantuvieron en potreros sin fertilizar con una mezcla de pasto braquiaria (B. ruziziensis), estrella (C. nlemfuensis) y el complejo natural (F. conjugatum y A. compresus), con un contenido promedio de proteína cruda de 8.4% y con una carga animal constante de 1.9 U.A./Ha*.

*: 1 U.A.=350 kg.

Los tratamientos evaluados fueron cuatro niveles de consumo de poró, los cuales representaron el 0, 0.19, 0.37 y 0.53% del peso vivo (PV) en materia seca (MS). El 25% de los requerimientos energéticos fueron suministrados con melaza.

El Diseño utilizado fue de Cuadrado Latino de Sobrecambio, el cual fue repetido tres veces. Cada cuadrado constó de cuatro vacas y cuatro períodos, obteniéndose 12 repeticiones por tratamiento. Las vacas entraron al experimento una vez alcanzado el pico de lactancia, utilizándose períodos de adaptación a la dieta de 14 días, y períodos de medición de 10. Los datos se sometieron a un análisis de varianza y regresión para la producción de leche y los contenidos de sólidos totales, proteína y grasa de la leche.

De las variables de respuesta evaluadas, sólo la producción de leche fue afectada ($P < 0.02$) por los niveles de suplementación de poró. Se observó un efecto lineal positivo ($Y = 8.747 + 1.287 X$; $R^2 = 0.933$; $P < 0.03$) entre los consumos de MS de poró como porcentajes del PV (X) y las producciones de leche (Y).

Los contenidos de sólidos totales, proteína y grasa de la leche no fueron afectados significativamente por la suplementación con poró.

El análisis económico no revela beneficios netos significativos para los tratamientos con poró, respecto al control. Sin embargo, no se tomaron en cuenta los beneficios indirectos de la existencia de la leguminosa arbórea, en la explotación ganadera.

TOBON, C. J. 1988. Effect of supplementation with four levels of poro (Erythrina poeppigiana (Walpers) O. F. Cook) foliage on milk production with grazing cows. Thesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 72 p.

EFFECT OF SUPPLEMENTATION WITH FOUR LEVELS OF PORO (Erythrina poeppigiana (Walpers) O. F. COOK) FOLIAGE ON MILK PRODUCTION WITH GRAZING COWS

Key Words: poro foliage, milk production, supplementation, crude protein, cows.

SUMMARY

The present investigation was carried out with the purpose of evaluating the effect of supplementation with different levels of poro foliage on the milk production of grazing cows. The work was conducted on the Livestock Experimental Station of the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) which is located in Turrialba, Costa Rica, at a latitude of 9° 53' N and a longitude of 83° 38' W, at 602 metres above the sea level. The area is characterized with a mean annual temperature of 22.1° C, annual rainfall of 2599.4 mm and a relative humidity of 90.4%. The life zone is considered as a very humid tropical forest.

Twelve pure and cross breed cows of the milking Criolla and Jersey breeds, between the second and fifth lactation were utilised in the experiment. The animals were maintained on unfertilized pastures with a mixture of improved and native species: brachiaria (B. ruziziensis), african star-grass (C. nlemfuensis) and a native complex (P. conjugatum y A. compresus) with an average crude protein content of 8.4%. A constant stocking rate of 1.9 A.U./ha, (1 A.U. = 350 kg) was maintained on the pastures during the trial.

The treatments evaluated were four different levels of poro intake, which represented 0, 0.19, 0.37 and 0.53% liveweight (LW) expressed in dry matter. Twenty five percent of the animal's energy requirement was supplemented with sugar cane molasses.

The latin square change over design was utilised which was repeated three times. Each square consisted of 4 cows and 4 periods, resulting in 12 replications for each treatment. The cows entered the experiment when they reached the lactation peak. The adaptation period was 14 days and the measurement period lasted for 10 days. The results for milk production, total solid content, protein and milk fat were analysed by analysis of variance and regression.

Of the responses variables evaluated, only the milk production was affected ($P < 0.02$) for the levels of poro supplementation. A positive lineal effect was observed ($Y = 8.747 + 1.287 X$; $R^2 = 0.933$; $P < 0.03$) between the dry matter intake of poro as a LW percentage (X) and the milk production (Y).

The total solid content, protein and milk fat was not significantly affected with the supplementation of poro.

The economic analysis did not reveal any significant net benefits for the treatments with poro with respect to the control. However, the indirect benefits of the existence of tree legumes in livestock enterprise was not taken into account in the economic analysis.

LISTA DE CUADROS

<u>En el texto</u>	<u>Fágina</u>
Cuadro N°	
1 Esquema propuesto por Lucas (1957) para Cuadrados Latinos de Sobrecambio y cuatro tratamientos.....	25
2 Composición química de la pastura ofrecida y rechazada durante el experimento con sus respectivos errores estándar.....	29
3 Composición química de la dieta ofrecida y rechazada durante el experimento con sus respectivos errores estándar.....	30
4 Consumos promedios de materia seca de poró (kg MS/100 kg PV) para períodos y tratamientos con sus respectivos errores estándar.....	31
5 Promedios de consumos de proteína de poró por período y tratamiento (gramos/vaca/día) con sus respectivos errores estándar.....	32
6 Porcentajes de los requerimientos de proteína aportados por los diferentes niveles de poró por período y tratamiento con sus respectivos errores estándar.....	33
7 Producciones medias de leche por período y tratamiento (kg/vaca/día) con sus respectivos errores estándar.....	34
8 Producciones medias de leche (kg) en los diferentes tratamientos por vaca y por período.....	35

9	Análisis de varianza para producción de leche en los diferentes tratamientos.....	36
10	Resumen de los análisis de varianza para los diferentes componentes de la leche.....	40
11	Composición química media de la leche por período y por tratamiento durante el período experimental con sus respectivos errores estándar.....	41
12	Cambios de peso promedios (kg) por período y por tratamiento con sus respectivas desviaciones estándar... ..	42
13	Análisis de presupuestos parciales para los diferentes tratamientos.....	43

En el anexo

Página

1A	Consumos de materia seca de poró como porcentajes del peso vivo por vaca y por período....	66
2A	Promedios de consumos diarios de proteína de poró por vaca y por período.....	67
3A	Porcentajes de los requerimientos de proteína aportados por los diferentes niveles de poró por vaca y por período.....	68
4A	Producciones reales diarias de leche (kg) de las vacas durante los cuatro períodos de medición experimental.....	69
5A	Análisis de varianza para contenido de sólidos totales en la leche.....	70
6A	Análisis de varianza para contenido de proteína en la leche.....	71
7A	Análisis de varianza para contenido de grasa en la leche.....	72

LISTA DE FIGURAS

<u>En el texto</u>		<u>Página</u>
Figura Nº		
1	Producción de leche en relación a los niveles de consumo de materia seca de follaje de poró.....	38
2	Producción de leche en relación a los niveles de consumo de proteína aportados por el follaje de poró.....	39

1. INTRODUCCION

La producción de leche en el trópico se encuentra influenciada por factores ambientales, nutricionales, de manejo, genéticos y por la prevalencia de enfermedades parasitarias e infectocontagiosas.

Los sistemas de alimentación en este ambiente tropical, se basan principalmente en la utilización de pastos, los cuales muchas veces, no alcanzan a proveer plenamente los requerimientos, tanto energéticos como proteicos, necesarios para mantenimiento y producción. En estas circunstancias, el productor se ve forzado a utilizar suplementos de diversa índole, generalmente costosos, lo que repercute significativamente en la rentabilidad de las explotaciones ganaderas.

Sin embargo, en el trópico existen leguminosas arbóreas, que por su alto contenido de proteína cruda (PC), representan un gran potencial para ser utilizadas en la suplementación del ganado. Entre estos se destacan diferentes especies del género Erythrina, el cual está ampliamente distribuido, utilizándose principalmente para proporcionar sombra a cultivos de café y cacao, o como cercas vivas.

Existe poca información en cuanto a la utilización del follaje de este árbol en la alimentación animal. Algunos trabajos realizados con cabras, y terneros en las primeras etapas de crecimiento, así como en ganado para la producción de carne, indican que este follaje puede utilizarse como suplemento proteico en la alimentación de rumiantes. Sin embargo, no existe información alguna en lo que se refiere a la utilización del follaje de Erythrina (poró) para suplementar vacas lecheras en producción.

Los objetivos de este estudio fueron:

General:

- Evaluar el efecto de la suplementación con niveles ascendentes de follaje de poró (Erythrina poeppigiana) en la producción de vacas lecheras en pastoreo.

Específicos:

- Determinar el efecto de cuatro niveles de follaje de poró como suplemento proteico teniendo melaza como fuente adicional de energía, sobre la producción y calidad de leche de vacas en pastoreo.

- Determinar si existe ventaja económica con la utilización del follaje de poró como fuente proteica, en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo, que reciben melaza como suplemento energético.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Utilización del nitrógeno por el rumiante.

El requerimiento mínimo de proteína para la producción de leche es igual a la cantidad que ha sido secretada en la leche, más la que es catabolizada y utilizada como parte del proceso secretorio (Maynard et al., 1981).

No todo el nitrógeno de los alimentos se encuentra en forma proteica. Algunos alimentos, particularmente los forrajes verdes, contienen un tercio o más del nitrógeno en formas no protéicas, tales como amidas, sales de amonio, aminoácidos y algunos alcaloides. La PC entonces, representa una combinación de proteína verdadera y nitrógeno no proteico (NNP) (Boenker, 1985; Van Horn, 1987).

Los microorganismos del rumen pueden sintetizar proteínas a partir de péptidos, aminoácidos y NNP presentes en la dieta. Esta proteína microbial es posteriormente digerida y absorbida, proporcionando una fuente con todos los aminoácidos esenciales, aún si la dieta original no los contenía en cantidades adecuadas. Aproximadamente el 60% de la proteína verdadera de la dieta es degradada a péptidos, aminoácidos y amonio por los microorganismos del rumen, escapando el resto de la fermentación ruminal. Esta queda entonces disponible para ser degradada por las vías

metabólicas comunes y la acción enzimática que existe en el abomaso e intestino delgado (Boenker, 1985; Kempton et al., 1977; Maynard et al., 1981; Satter y Roffler, 1975 y 1977; Van Horn, 1987; Van Soest, 1982).

El amonio generado en el rumen es utilizado ampliamente por muchas especies de microorganismos para la síntesis proteica. Si la concentración de amonio en el rumen es baja, por ejemplo, menor de 8 mg por 100 ml de líquido ruminal, lo cual es usual en dietas con 12% de PC, el NNP es utilizado tan eficientemente como el nitrógeno proteico (Van Horn, 1987). En cuanto a concentraciones de amonio en el rumen se refiere, existen diferencias entre los autores, ya que se encuentran reportes que van desde 5 hasta más de 20 mg por 100 ml de líquido ruminal (Boenker, 1985; Coppock et al., 1976; Huber, 1975; Hume et al., 1970; Kwan et al., 1977; Satter y Slyter, 1972 y 1974). Estas variaciones se presentan debido a las diferentes metodologías utilizadas para medir el amonio ruminal, ya que la concentración de amonio en el rumen puede ser afectada por factores tales como, la solubilidad del nitrógeno de la dieta, tasa de pasaje de los compuestos nitrogenados, fuente de energía en la dieta, sistema de alimentación y porcentaje de proteína en la dieta (Chalmers y Syngé, 1954; Chalupa, 1973; Coppock et al., 1976; Huber, 1975; Hume et al., 1970; Kwan et al., 1977; Miller, 1973; Nolan et al., 1973; Roffler y Satter, 1975a y 1975b; Thomas, 1973; Wohlt et al., 1973).

La úrea y otros compuestos simples nitrogenados, pueden reemplazar parte de las proteínas que se requieren para la producción de leche, siendo probable que la naturaleza de las mismas tenga importancia en la dieta de los rumiantes en lactancia. Esto sin embargo, parece ser un factor de poca utilidad en la selección de las raciones (Maynard et al., 1981; Satter y Roffler, 1975; Van Horn, 1987).

La mayoría de los investigadores concuerdan en que el NNP es bien aprovechado por el rumiante cuando las dietas contienen menos del 12% de PC. Satter y Roffler (1977), después del análisis de varios experimentos, concluyen que la adición de fuentes de NNP a raciones bajas en proteína ocasiona un incremento sustancial en la producción lechera.

2.2 Poró.

2.2.1 Generalidades

Las leguminosas forrajeras no sólo son ventajosas por su valor nutritivo para la producción animal, sino también por sus efectos sobre la pastura, a través de la fijación de nitrógeno atmosférico, determinando una menor competencia por este elemento, y el reciclaje de nutrientes a través del animal y de la propia planta (Butterworth, 1985; Reynolds, 1982; Thomas, 1973; Whitney et al., 1967).

Algunas leguminosas arbustivas por su alto contenido en nitrógeno, su facilidad de establecimiento y su capacidad de recuperación de podas frecuentes, podrían utilizarse de manera económica, como suplemento proteico en la alimentación de rumiantes. Entre estas leguminosas arbóreas está el poró gigante (Erythrina poeppigiana), el cual se encuentra ampliamente distribuido en áreas tropicales agrícolas y ganaderas (Russo, 1984).

La Erythrina es una leguminosa arbórea perteneciente a la subfamilia Papilionacea. El género agrupa a más de 100 especies, muchas de ellas clasificadas como árboles de uso múltiple. En América Central, particularmente en Costa Rica, el poró gigante es utilizado desde principios de siglo como árbol para proporcionar sombra a cafetales y cacaoales. También es utilizado como cercas vivas y en años recientes en la elaboración de pasta celulósica para la fabricación de papel absorbente. Esta especie se destaca por su capacidad fijadora de nitrógeno y el aporte de nutrimentos al suelo por medio de ramas y hojas desprendidas (Russo, 1983 y 1984).

La producción de biomasa de poró es variable, dependiendo del sistema de siembra y el manejo que se le dé a la plantación. Russo (1982), evaluó 48 árboles de poró, utilizados como sombra de café, con una edad de rebrote de seis meses, obteniendo una producción media de 6.46 kg de

materia seca (MS) de hojas/árbol (68% de láminas y 32% de peciolos). En un estudio complementario realizado en la misma plantación, el mismo investigador encontró rendimientos de 11.70 y 13.93 kg de MS/árbol/año en una y dos podas, respectivamente (Russo, 1983).

Espinoza (1984), al comparar la producción de biomasa forrajera en árboles de poró podados a tres y cinco meses de edad de rebrote, obtuvo valores de 0.96 y 1.18 kg de MS/árbol, respectivamente.

Por su parte Rodríguez (1985), trabajando con una asociación de poró con pasto king grass (Pennisetum-purpureum x P. typhoides), obtuvo una producción media de biomasa del poró de 1.05 kg/árbol con podas cada cuatro meses.

2.2.2 Valor nutritivo.

Los contenidos de MS obtenidos por Benavides (1983a) para el poró en hojas, peciolos y tallos fueron de 23.8, 15.2 y 19.5%, respectivamente. Por su parte, Pineda (1986), encontró un contenido de MS en el follaje de poró de 20.3% ± 0.78, y Samur (1984) de 23.3%. Vargas (1987) determinó un contenido de MS para el poró (Erythrina coccleata) de 25.0%.

La característica nutricional más importante del follaje de poró es el alto contenido de PC. Este es superior al de otros forrajes utilizados en alimentación animal y sólo comparable al de otras especies de árboles leguminosos tales como la Leucaena leucocephala y la Gliricidia sepium (Akbar y Gupta, 1984; Benavides, 1986; Damothiram y Chandrasekharan, 1982; Joshi et al., 1983).

Espinoza (1984), encontró en rebrotes de cinco meses, un contenido promedio de PC en el poró gigante de 32.8, 31.5 y 26.5% para hojas superior, media e inferior, respectivamente. Además, obtuvo un 22.4% para el tallo tierno; y para los pecíolos superior, medio e inferior, de 14.3, 9.2 y 7.8% de PC, respectivamente. Al respecto, Benavides (1983a), Pineda (1986), Rodríguez (1985), Roldán (1981) y Samur (1984), determinaron porcentajes de PC para el follaje comestible del poró gigante de 25.4, 24.5, 26.5, 34.4 y 27.6%, respectivamente. Benavides (1986), encontró valores de PC de 31.2, 12.2, 10.7 y 14.1% para hojas, pecíolos, tallos y corteza, respectivamente. Vargas (1987), trabajando con Erythrina coccleata obtuvo un 19.4% de PC en la MS de la fracción comestible.

Espinoza (1984), al realizar la caracterización nutritiva del nitrógeno del poró, encontró que el nitrógeno soluble en solución tampón de borato fosfato, representaba el 60.3, 31.6 y 57.4% de la PC, para el tallo tierno, hoja

superior y peciolo superior, respectivamente, y que gran parte de la PC soluble en borato fosfato era NNP. Por su parte Roldán (1981), halló una solubilidad de la PC en líquido ruminal sometido al autoclave de 54.4% y Abarca (1988) empleando una dieta a base de pasto, poró y melaza, encontró una degradación inicial in situ de la PC del poró, de 32.4%.

La degradabilidad potencial de la PC del poró, obtenida por Espinoza (1984) fue de 86.7, 85.5 y 86.2%, para el tallo tierno, hoja superior y peciolo superior, respectivamente, con un tiempo medio de degradación de 3.4 - 8.4 horas. Por su parte Roldán (1981), encontró un tiempo medio de digestión ruminal de la PC de 1.5 horas, y una degradabilidad potencial para el forraje de poró de 82.4%. Abarca (1988), encuentra una degradabilidad potencial de la PC del poró, de 63.9%.

De acuerdo a lo anterior y a la clasificación realizada por Van Soest (1982) con base en la solubilidad de varios alimentos, puede decirse que la solubilidad del nitrógeno del poró es también alta. Por consiguiente, es posible que en una ración constituida principalmente por follaje del poró, la rápida solubilización y fermentación produzca un exceso de amonio que podría no ser utilizado eficientemente por los microorganismos ruminales (Chalupa, 1975; Espinoza, 1984). Esto último sugiere, que debería contemplarse

entonces el uso de una fuente adicional de energía rápidamente disponible a los microorganismos ruminales, que coincida con la amplia y rápida disponibilidad del nitrógeno a nivel ruminal. También parecería conveniente, fraccionar la cantidad total de estos forrajes en varias comidas, aumentando la frecuencia de consumo (Espinoza, 1984).

Varios estudios han cuantificado la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) del poró gigante, obteniéndose valores de 43.8, 60.0 y 45.3% para hojas, pecíolos y tallos, respectivamente (Benavides, 1986); y de 48.8% \pm 2.82 para el follaje completo (Pineda, 1986). Benavides (1983b) y Samur (1984) encontraron valores de 59.8 y 47.9% para esta misma variable. Vargas (1987), trabajando con la especie Erythrina cocleata, encontró una DIVMS del 49.0%.

Benavides (1986), estimó un contenido de energía metabolizable (EM) para el follaje de poró de 2.00 Mcal/kg de MS, clasificándolo como similar al de las pasturas tropicales. Pineda (1986), lo estima en 1.77 \pm 0.10 Mcal de EM/kg de MS y Samur (1984) estimó en 1.72 Mcal de EM/kg de MS en el poró ofrecido en su estudio. Estos resultados indican que la DIVMS del poró es similar al de las pasturas tropicales (Benavides, 1986).

2.3 Utilización en la alimentación animal.

2.3.1 Experimentos en rumiantes menores.

En un estudio realizado por Esnaola y Benavides (1983), para evaluar la aceptabilidad y consumo del follaje de poró en cabras, comparado con el de dolichos (Lablab purpurens), se obtuvieron consumos promedios de 3.4% del peso vivo (PV) y de 3.2% del PV, para el dolichos y el poró, respectivamente. Los autores concluyen, que estos niveles de consumo fueron adecuados y que no se observaron problemas asociados con toxicidad o gustosidad.

Argüello et al. (1986), en un ensayo con cabritos en crecimiento, con el fin de evaluar el efecto del follaje del poró sobre la ganancia de peso, comparado con otros follajes proteicos, encontró que las ganancias de peso de los animales que consumieron madero negro (Gliricidia sepium) y poró enano (Erythrina berterocana) ganaron más peso, 60 y 54 g/día, respectivamente, que aquéllos que recibieron hoja de plátano (Musa sp.) y poró gigante (Erythrina poeppigiana), con los que mostraron ganancias de 39 y 35 g/día, respectivamente.

Benavides y Esnaola (1986), compararon el efecto de dos fuentes (banano maduro y banano verde mezclado con melaza) y tres niveles de energía suplementaria sobre las ganancias de

peso y consumo, de cabritos que recibían una dieta a base de poró. El follaje de poró se suministró picado y ad. libitum. Los resultados no mostraron diferencias entre tratamientos con banano, pero todos ellos fueron superiores ($P < 0.01$) al tratamiento testigo (poró).

Samur (1984), evaluó el efecto del poró sobre la producción de leche de cabras estabuladas, en dos diferentes estados de lactancia (32 y 119 días en promedio), utilizando cuatro tratamientos: banano verde y poró ofrecidos conjuntamente y por separado, banano maduro y poró mezclado y por separado. Los resultados mostraron una mayor producción de leche debido a la suplementación con banano verde y poró, sólo en cabras de lactancia reciente ($P < 0.01$), indistintamente de la forma como se ofrecía la dieta. El porcentaje de grasa, tanto en cabras de lactancia temprana como en cabras de lactancia avanzada, fue más alto ($P < 0.01$ y $P < 0.05$, respectivamente) para el tratamiento de banano verde y poró.

Eснаоla y Ríos (1986), evaluaron el efecto de la suplementación de diferentes niveles de follaje de poró sobre la producción de leche, en un ensayo con cabras que consumían una dieta a base de pasto king grass y fruto de banano de desecho (Musa cv. Cavendish). El resultado fue una producción de leche significativamente mayor ($P < 0.001$) a medida que se incrementaba el consumo de poró (326, 606, 695

y 820 g de leche/animal/día, para los tratamientos de 0, 0.5, 1.0 y 1.5% del PV, respectivamente). Los mismos autores encontraron además un elevado efecto aditivo del poró sobre el consumo de MS total ($Y = 1.16 + 0.85 X$; $R^2 = 0.99$; $P < 0.05$).

En estudios donde se comparó el efecto de poró más banano (T_1) contra suplemento concentrado (T_2), en cabras lactantes que consumían pasto king grass, los animales del T_1 mostraron un consumo total de MS significativamente mayor ($P < 0.05$) que las cabras del T_2 (4.0 Vs 3.2% del PV). Además los animales del T_1 mostraron ganancias diarias de peso significativamente superiores ($P < 0.05$) a los del T_2 (59 Vs 9 gramos). Se obtuvo una mayor producción bajo el tratamiento con concentrado (1.29 Vs 1.08 kg de leche/animal/día). El estudio de presupuesto parcial, mostró mayores beneficios económicos (US\$2.94 Vs US\$2.59/grupo/día) al usar poró y banano que al suplementar concentrado (Gutiérrez *et al.*, 1986).

Benavides (1983a), en otro ensayo con corderos, utilizó cinco tratamientos en los cuales ofreció poró ad. libitum en combinación con diferentes fuentes energéticas. Las mayores ganancias de peso se obtuvieron cuando se utilizaron fuentes de almidón en la ración, en comparación con fuentes energéticas constituidas por azúcares más simples. Además se observó que la inclusión del suplemento energético no

afectó significativamente el consumo de poró. En todos los casos, la suplementación proteica y energética ejerció un efecto aditivo sobre el consumo de MS total.

2.3.2 Experimentos en ganado de carne

El único trabajo existente en ganado de carne fue realizado por Vargas (1987), utilizando la especie Erythrina cocleata. En este estudio se utilizaron 30 toretes con un peso promedio de 200 kg. Los tratamientos que recibieron fueron: pastoreo (T_1), pastoreo y suplementación con poró en tres niveles (T_2 , 0.3; T_3 , 0.5; T_4 , 0.7% del PV en MS) y un tratamiento de pastoreo, poró al 0.5% del PV y banano verde (T_5). Los resultados muestran diferencias significativas en las ganancias diarias de peso entre los tratamientos ($F < 0.03$), siendo estas de 579, 524, 509, 398 y 380 g, para los tratamientos T_5 , T_3 , T_4 , T_1 y T_2 , respectivamente. El autor concluye que los mayores niveles de poró, como único suplemento, tienen un efecto significativo sobre la tasa de crecimiento de los toretes, y que el uso de una fuente energética suplementaria incrementa esa tasa.

2.3.3 Experimentos en ganado de leche

Pineda (1986), utilizó cuatro niveles de sustitución de la PC de la harina de soya por PC del follaje de poró (0, 33, 67 y 100%), en dietas para terneros de lechería con un peso inicial promedio de 48 kg. La soya en el tratamiento testigo aportaba el 65% de los requerimientos de proteína. Las dietas se balancearon para energía con melaza y todos los tratamientos recibieron pasto king grass a libre voluntad. Los animales obtuvieron ganancias diarias promedias ajustadas de 386, 363, 400 y 293 gramos, para 0, 33, 67 y 100% de sustitución, respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.10$). Los consumos de MS total mantuvieron una asociación positiva lo que demuestra un efecto aditivo del follaje de poró sobre el consumo de MS total ($Y = 3.502 + 0.274 X$; $R^2 = 0.94$; $P < 0.05$). Con la sustitución parcial del 67% de la proteína de soya por la del poró, se obtuvo el beneficio económico más alto, duplicando casi el valor alcanzado por el tratamiento testigo de US\$0.38.

Los resultados sobre caracterización del poró descritos anteriormente, indican que la proteína del poró posee una solubilidad alta, y que la mayor parte se encuentra como NNP.

Las respuestas obtenidas en rumiantes con la utilización del follaje de poró como suplemento a diferentes dietas, muestran que es posible mejorar la producción y productividad animal, y que el resultado es más significativo si se emplea una fuente adicional de energía.

No existe investigación sobre el uso de esta leguminosa arbórea en vacas lecheras en producción. Por todo lo anterior se pretendió investigar en este trabajo, cómo influía la suplementación con diferentes niveles de poró sobre la producción y calidad de la leche, de vacas lecheras en pastoreo que recibían una fuente adicional de energía.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización.

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Producción de Leche, en la Finca Experimental del Area de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la cual se encuentra ubicada en Turrialba (Costa Rica), a una latitud de 9° 53' N y una longitud de 83° 38' O, a 602 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio anual de 22.1° C, una precipitación pluvial media anual de 2599.4 mm y una humedad relativa del 90.4% (CATIE, 1987), correspondiendo ésta a una zona de vida de Bosque Muy Húmedo Premontano según la clasificación de Holdridge (1978).

Los análisis bromatológicos de pasto y poró, y los de composición química de la leche, se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Area de Ganadería Tropical del CATIE.

3.2 Animales, alimentación y manejo.

Se utilizaron 12 vacas de segunda a quinta lactancia entre puras y mestizas de las razas Criolla Lechera y Jersey, las cuales fueron escogidas al azar del hato del CATIE entre el grupo de animales que parieron en la misma

época en que se inició la investigación. Las mediciones experimentales se iniciaron después que los animales alcanzaron el pico de lactancia (30 días posparto).

El grupo de unidades experimentales se mantuvo hasta el final del experimento, en potreros con mezcla de pasto ruzi (Brachiaria ruziziensis), el complejo natural (Paspalum conjugatum y Axonopus compressus) y pasto estrella (Cynodon nlemfuensis). La carga animal utilizada fue constante (1.9 U.A./Ha*) durante todo el período experimental el cual transcurrió de octubre a marzo. El manejo del pastoreo fue rotacional, con 3 días de ocupación y 21 de descanso. Todas las vacas del experimento pastorearon juntas y tuvieron un suministro constante de agua y sal mineralizada a voluntad. Además de esto, los animales recibieron melaza en cantidad que aportara el 25% de los requerimientos energéticos para mantenimiento y producción de cada vaca, ofreciéndola dos veces al día, luego de que se suplementaba con poró.

*: 1 U.A. = 350 kg.

El poró utilizado provino de una plantación establecida hace 10 años, la cual se podó secuencialmente de manera tal, que el follaje tuviera una edad de rebrote de 5 a 6 meses al momento de usarlo.

El suplemento de poró consistió en una mezcla compuesta por hojas, peciolo y tallos tiernos, ofreciendo una parte después del ordeño de la mañana y controlando la cantidad de poró ofrecida en la tarde, garantizando que los consumos fueran los asignados en los tratamientos. Las cantidades de poró asignadas se ajustaron con base en el peso de los animales al inicio de cada período experimental. El follaje de poró se ofreció en comederos individuales y la melaza en baldes plásticos, también individuales. El período de suplementación fué de una hora por la mañana y una por la tarde. Luego de la suplementación, los animales eran llevados nuevamente al potrero, donde permanecían hasta el siguiente ordeño. La melaza se dió separada del follaje de poró para facilitar el manejo de las muestras de follaje rechazado y evitar problemas posteriores en la preparación de las mismas para los análisis químicos.

3.3 Trastornos en unidades experimentales.

Una vaca del tercer cuadrado presentó un proceso inflamatorio en la pezuña, al iniciarse el segundo período de medición, lo cual obligó a reemplazarla, por otro animal

con características de producción, etapa de lactancia y parto similares; la vaca reemplazo continuó con la secuencia de tratamientos correspondientes. Debido a este incidente, fue necesario eliminar los datos de producción de la vaca reemplazada en el primer período, lo cual se tuvo en cuenta al realizar los análisis estadísticos.

3.4 Tratamientos.

Para probar la hipótesis de que el suministro creciente de follaje de poró a vacas lecheras en pastoreo que recibían un suplemento de melaza, aumentaría su producción en una forma proporcional, se aplicaron los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1 : pastoreo + melaza.

Tratamiento 2 : pastoreo + melaza + 0.18% del PV en MS de poró.

Tratamiento 3 : pastoreo + melaza + 0.36% del PV en MS de poró.

Tratamiento 4 : pastoreo + melaza + 0.54% del PV en MS de poró.

3.5 Variables evaluadas.

3.5.1 Producción de leche

Durante cada período de medición de 10 días, se registró la producción de leche tanto en el ordeño de la mañana como en el ordeño de la tarde, para obtener la producción total diaria.

3.5.2 Composición química de la leche

Durante el período de medición, en los días octavo, noveno y décimo, se tomaron seis muestras de leche por vaca, una en el ordeño de la mañana y otra en la tarde, para luego sacar una muestra compuesta, de acuerdo a la producción de leche en los dos ordeños. A estas muestras se les determinó el porcentaje de grasa mediante el método de Babcock (Bateman, 1970), así como también el porcentaje de proteína por el método de titulación con formol (Bateman, 1970) y el porcentaje de sólidos totales por el método gravimétrico (Leslie, 1982).

3.5.3 Otras mediciones

Para ajustar las cantidades de poró y melaza que correspondían a las vacas en sus respectivos tratamientos, éstas se pesaron cada 24 días al entrar y salir de cada período experimental.

Se tomaron datos sobre el consumo individual de poró pesando las cantidades ofrecidas y las rechazadas diariamente. Además se recolectaron muestras diarias del poró ofrecido y rechazado, durante los períodos de medición. Al final de cada período de medición para propósitos de análisis de laboratorio, se formaron dos muestras compuestas, una para el poró ofrecido en la mañana y la otra para el ofrecido en la tarde; de la misma forma se formaron dos muestras del rechazo de cada vaca. A estas muestras se les determinó MS, PC y DIVMS.

Con base en los resultados de los análisis de PC y MS, así como en el consumo de MS, se determinó la cantidad de PC consumida por animal.

Estos mismos análisis (MS, PC y DIVMS) se realizaron en muestras del pasto ofrecido y rechazado dos veces durante cada período experimental. Estas se recolectaron simulando el pastoreo de los animales. Los análisis de las mismas se hicieron según las técnicas descritas por Van Soest y

Robertson (1985). Al inicio, a la mitad y al final del experimento, se realizó un estudio sobre la composición botánica de las pasturas, según la técnica del Rango de Peso Seco (t'Mannetje y Haydock, 1963).

3.6 Diseño experimental y análisis estadístico.

{ El experimento se ejecutó bajo un Diseño de Sobrecambio en Cuadrado Latino Repetido sin período extra. Se tuvieron tres cuadrados 4x4, en los cuales las vacas constituyeron las columnas y los períodos las hileras. Cada animal pasó por todos los tratamientos, de acuerdo al esquema presentado en el Cuadro 1, obteniéndose doce repeticiones por tratamiento (Lucas, 1957). Las vacas asignadas a cada cuadrado fueron lo más homogéneas posible en cuanto a fecha de parto (21 días máximo de diferencia) y número de lactancia.

Cuadro 1. Esquema propuesto por Lucas (1957) para Cuadrados Latinos de Sobrecambio y cuatro tratamientos

Cuadrado	1				2				3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	4	3	3	4	1	2	4	3	2	1
	3	4	1	2	4	3	2	1	2	1	4	3
	4	3	2	1	2	1	4	3	3	4	1	2

Columnas: secuencia de tratamientos

Hileras: períodos

Las vacas ingresaron al experimento cuando tenían entre 21 y 42 días de paridas. Los dos primeros cuadrados se iniciaron al mismo tiempo; 24 días después, entraron las del tercero. Cada uno de los períodos constó de una fase de adaptación a la dieta de 14 días, y un período de medición de 10.

La producción de leche, así como los porcentajes de grasa, proteína y sólidos totales, fueron sometidos a un análisis de varianza y uno de regresión, utilizando el paquete estadístico SAS (1982), de acuerdo a las técnicas de Lucas (1957) y Steel y Torrie (1980).

El modelo matemático que se utilizó para evaluar la producción y la composición de la leche fue el siguiente:

$$Y_{i,j,k,l,m} = \mu + C_i + V(C)_{ij} + P(C)_{ik} + T_{(l)} + (C \times T)_{il} + (P \times T)_{kl} + E_{i,j,k(l),m}$$

donde:

$Y_{i,j,k,l,m}$ = cualquier observación realizada bajo el cuadrado i -ésimo, en el animal j -ésimo, durante el periodo k -ésimo y el l -ésimo tratamiento.

μ = media general del experimento.

C_i = efecto del i -ésimo cuadrado ($i = 1, 2, 3$).

$V(C)_{ij}$ = efecto de la j -ésima vaca anidado en el i -ésimo cuadrado ($j = 1, 2, \dots, 12$).

$P(C)_{ik}$ = efecto del k -ésimo periodo anidado en el i -ésimo cuadrado ($k = 1, 2, 3, 4, 5$)

$T_{(l)}$ = efecto del l -ésimo tratamiento ($l = 1, 2, 3, 4$).

$(C \times T)_{il}$ = interacción cuadrado por tratamiento.

$(P \times T)_{kl}$ = interacción periodo por tratamiento.

$E_{i,j,k(l),m}$ = efecto del error experimental asociado a cada una de las observaciones.

Primero se probaron las interacciones por separado, al no dar significancia, se eliminaron del modelo con el fin de aumentar la sensibilidad del mismo, por lo que el modelo quedó simplificado a $Y_{ijk(m)} = \mu + C_i + V(C)_{ij} + F(C)_{ik} + T_{(j)} + E_{ijk(m)}$.

Por último, para el análisis del efecto del poró sobre las diferentes variables de respuesta, se hizo un desglose de los grados de libertad de tratamientos, descomponiendo éstos en efectos lineal, cuadrático y cúbico. Una vez que se determinó que el modelo lineal era el apropiado, se ajustaron las medias y se procedió a realizar la respectiva graficación.

3.7 Análisis económico.

Se realizó un estudio económico comparativo para los tratamientos, a través del método de presupuesto parcial (Dillon y Hardaker, 1980), con el fin de determinar el comportamiento económico de los mismos. Se tomó como base un animal adulto de 350 kg de peso, un rechazo de poró del 10%, unas cargas sociales del 44.66% y un jornal diario de US\$4.11. Para este análisis las producciones de leche fueron calculadas utilizando la ecuación de regresión obtenida.

4. RESULTADOS

4.1 Características de la dieta.

La composición botánica media de la pastura utilizada durante el período experimental fue la siguiente: brachiaria 51.7%, pasto natural 30.8% y estrella 12.3%. El resto (5.2%) estuvo compuesto por malezas principalmente y una pequeña proporción de leguminosas nativas.

Con base en los datos de composición botánica y las evaluaciones de calidad nutritiva realizadas en los diferentes componentes de la pastura en oferta y residual luego del pastoreo, se estimó la calidad media del forraje en oferta y residual para los potreros experimentales (Cuadro 2). En el Cuadro 3 se muestran los datos de calidad nutritiva para los otros componentes de la ración (poró y melaza).

En general, los contenidos de MS del poró ofrecido, como de la pastura ofrecida, fueron similares (19.2 y 18.1%, respectivamente). Lo mismo sucedió en la DIVMS (54.7 y 55.4% para pastura y poró ofrecidos, respectivamente). La principal diferencia se reflejó en los contenidos de PC de los forrajes en oferta (24.4 y 8.4% para poró y pastura, respectivamente).

Cuadro 2. Composición química de la pastura ofrecida y rechazada durante el experimento con sus respectivos errores estándar.

Pastura	n	Materia seca (%)	Proteína Cruda (%)	DIVMS (%)
Braquiaria ofrecido	8	17.6±1.09	8.5±0.76	62.5±2.26
Natural ofrecido	8	20.0±0.91	9.4±0.45	51.6±1.60
Estrella ofrecido	8	23.7±0.93	9.4±0.29	54.8±1.50
Braquiaria rechazado	8	18.4±1.18	8.1±0.86	58.9±1.64
Natural rechazado	8	18.4±1.25	8.9±0.33	47.6±2.91
Estrella rechazado	8	24.2±1.79	8.0±1.06	49.8±2.75

n: número de muestras analizadas

Cuadro 3. Composición química de la dieta ofrecida y rechazada durante el experimento con sus respectivos errores estándar.

Constituyente	n	Materia seca (%)	Proteína cruda (%)	DIVMS (%)	E.M. ^a Mcal
Foró ofrecido	8	19.2±0.54	24.4±0.82	54.7±0.99	1.98
Foró rechazado	78	17.4±0.31	16.1±0.65	53.9±0.56	1.95
Pastura ofrecida	24	18.1±0.96	8.4±0.57	55.4±1.85	2.00
Pastura rechazada	24	18.1±1.22	7.9±0.68	51.2±2.08	1.85
Melaza ^b	--	76.90	2.90	----	2.98

a: Energía metabolizable en Mcal/kg de MS estimada a partir de la fórmula:

$$EM = \%DIVMS \times 4.409 \times .82/100$$

b: Composición según NRC (1978)

n: número de muestras analizadas

Los consumos de MS de poró por tratamiento como porcentajes del FV representaron el 0.0, 0.19, 0.37 y 0.53, los cuales son bastante similares a los asignados (0.0, 0.18, 0.36 y 0.54), dado que se ajustó la cantidad de suplemento en la tarde, con el fin de conseguir los niveles de consumo asignados. Estos porcentajes equivalen a consumos diarios de PC aportados por el poró, de 0, 164, 317 y 477 gramos. Los resultados detallados por vaca, periodo y tratamiento se consignan en los cuadros 4, 5, 1A y 2A.

Cuadro 4. Consumos promedios de materia seca de poró (kg MS/100 kg FV) para periodos y tratamientos con sus respectivos errores estándar.

Tratamiento		0	0.18	0.36	0.54
Período:	1	0	0.176	0.347	0.472
	2	0	0.191	0.377	0.554
	3	0	0.206	0.376	0.554
	4	0	0.202	0.371	0.537
Promedio		0	0.194±.005	0.368±.006	0.529±.014

Cuadro 5. Promedios de consumos de proteína de poró por período y tratamiento (gramos/vaca/día) con sus respectivos errores estándar.

Tratamiento	0	0.19	0.37	0.53
Período: 1	0	129	315	487
2	0	168	307	430
3	0	194	321	496
4	0	166	323	493
Promedio	0	164 ± .009	317 ± .009	477 ± .016

De acuerdo a los requerimientos de PC del NRC (1978) según la producción de leche obtenida, peso de los animales y un contenido de grasa en la leche del 4%, los tratamientos aportaron 0.0, 15.1, 28.8 y 42.8% de las necesidades de proteína cruda, para los niveles 0, 0.19, 0.37 y 0.53% de poró, respectivamente (Cuadros 6 y 3A).

Cuadro 6. Porcentajes de los requerimientos de proteína aportados por los diferentes niveles de poró por período y tratamiento con sus respectivos errores estándar.

Tratamiento		0	0.19	0.37	0.53
Período:	1	0	12.0	28.9	42.4
	2	0	15.1	28.2	37.1
	3	0	16.6	27.7	49.5
	4	0	16.8	30.2	42.3
Promedio		0	15.1 ± 0.71	28.8 ± 1.00	42.8 ± 1.90

4.2 Producción de leche.

En el Cuadro 7 se presentan las producciones medias de leche obtenidas por período y por tratamiento; en el Cuadro 8, las producciones por vaca y período; y en el Cuadro 4A, las producciones diarias por vaca durante todo el período experimental. Las producciones de leche ajustadas por mínimos cuadrados, fueron 8.70, 9.10, 9.15 y 9.44 kg/vaca/día, para los niveles de poró suplementario de 0,

0.19, 0.37 y 0.53 kg MS/100 kg PV, respectivamente. La media general ajustada fue de 9.10 kg/vaca/día.

Cuadro 7. Producciones medias de leche por período y tratamiento (kg/vaca/día) con sus respectivos errores estándar.

Tratamiento	0	0.19	0.37	0.53
Período: 1	9.12	9.18	9.28	10.25
2	8.74	9.13	9.08	10.09
3	8.95	9.85	10.00	7.80
4	8.00	8.24	8.24	9.82
Promedio	8.70 ± .31	9.10 ± .33	9.15 ± .33	9.49 ± .39

Cuadro 8. Producciones medias de leche (kg) en los diferentes tratamientos por vaca y por período

Nº vaca	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
1	9.39 (1) ^a	10.41 (2)	11.00 (3)	10.97 (4)
2	8.30 (2)	7.63 (1)	7.50 (4)	6.55 (3)
3	9.48 (3)	10.14 (4)	9.66 (1)	9.26 (2)
4	9.79 (4)	9.88 (3)	9.83 (2)	9.37 (1)
5	7.81 (1)	8.49 (3)	9.16 (4)	6.60 (2)
6	8.69 (2)	8.96 (4)	9.43 (3)	8.42 (1)
7	10.12 (3)	9.08 (1)	9.87 (2)	9.02 (4)
8	9.90 (4)	9.26 (2)	8.51 (1)	8.37 (3)
9	10.16 (1)	11.17 (4)	9.84 (2)	9.79 (3)
10	10.56 (2)	8.86 (3)	8.68 (1)	9.48 (4)
11	8.23 (3)	7.71 (2)	6.74 (4)	6.21 (1)
12	11.06 (4)	9.50 (1)	9.58 (3)	8.86 (2)

a: número entre paréntesis indica el tratamiento correspondiente (1 = 0%, 2 = 0.19%, 3 = 0.37%, 4 = 0.53% del peso vivo)

El análisis de varianza (cuadro 9) para las producciones de leche obtenidas con los diferentes niveles de poró, muestra diferencias significativas entre vacas dentro de cuadrado ($P < 0.0001$) y entre tratamientos ($P < 0.02$).

Cuadro 9. Análisis de varianza para producción de leche en los diferentes tratamientos

Fuente de Variación	GL	C.M.	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	2	9.956	3.76	0.0385
Período (Cuadrado)	9	6.670	2.52	0.0355
Vaca (Cuadrado)	9	45.710	17.29	0.0001
Tratamiento	3	9.945	3.76	0.0248
Error	23	2.644		

$R^2 = 0.90$; C.V. = 18.0

Las figuras 1 y 2 ilustran las relaciones lineales ($Y = 8.747 + 1.287 X_1$; $R^2 = 0.933$; $P < 0.03$. $Y = 8.755 + 1.433 X_2$; $R^2 = 0.931$; $P < 0.04$) que se presentaron entre las producciones de leche (Y) y el consumo de MS como porcentaje del PV (X_1) o el consumo de proteína aportados por el poró, en kg/día (X_2), respectivamente.

4.3 Composición química de la leche.

El resumen de los análisis de varianza para los diferentes componentes de la leche se presentan en el cuadro 10, y en detalle en los cuadros 5A, 6A y 7A. No se presentaron diferencias significativas entre los contenidos de sólidos totales ($P > 0.2238$), proteína ($P > 0.2447$) y grasa ($P > 0.3355$) de la leche bajo los diferentes niveles de poró. La única interacción que resultó significativa fue la de tratamiento x período ($P < 0.001$) para el contenido de proteína en la leche.

Los porcentajes promedios de sólidos totales, proteína y grasa de la leche, por tratamiento y período se consignan en el cuadro 11. Los contenidos promedios ajustados por mínimos cuadrados para sólidos totales, proteína y grasa, fueron 11.69, 3.14 y 3.75%, respectivamente.

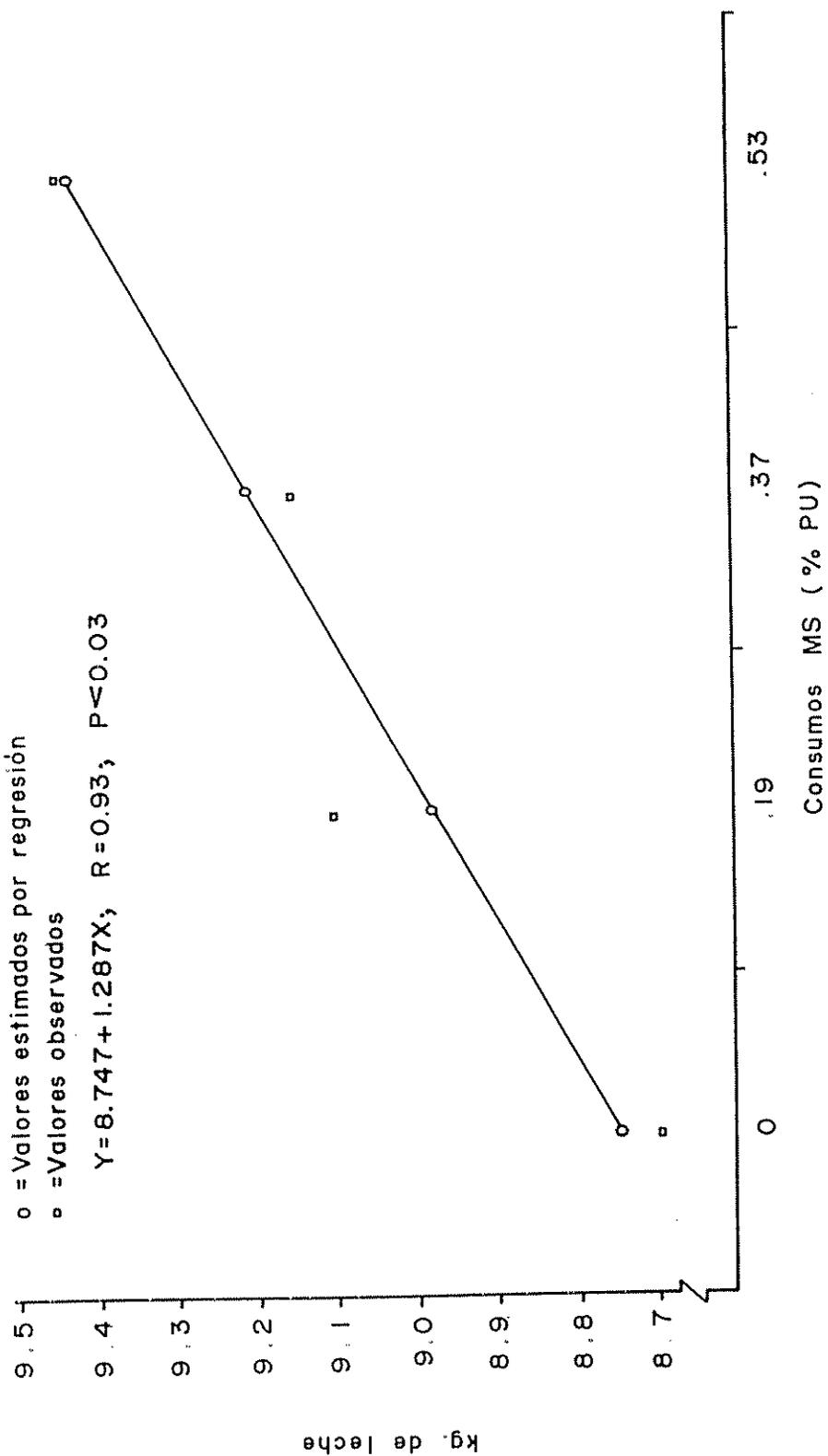


Figura 1. Producción de leche en relación a los niveles de consumo de materia seca de follaje de poró.

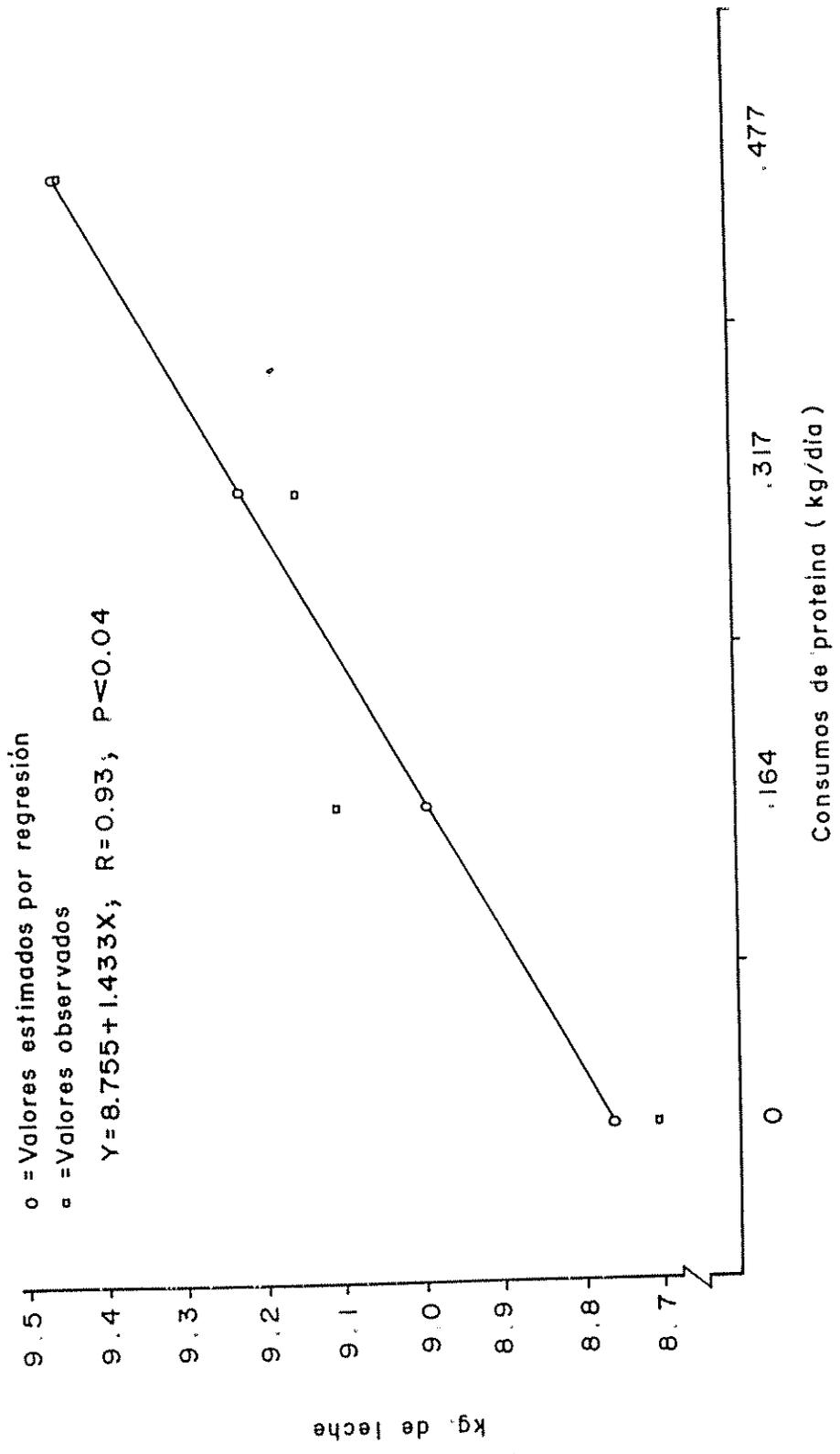


Figura2. Producción de leche en relación a los niveles de consumo de proteína aportados por el folraje de poró.

Cuadro 10. Resumen de los análisis de varianza para los diferentes componentes de la leche

Fuentes de variación	Sólidos totales	Proteína	Grasa
	P>F	P>F	P>F
Cuadrado	0.0001	0.0001	0.0003
Período (cuadrado)	0.0001	0.0001	0.5040
Vaca (cuadrado)	0.0001	0.0040	0.0002
Tratamiento	0.2238	0.2447	0.3355
Tratamiento x Período	--	0.0135	--

Cuadro 11. Composición química promedio de la leche por periodo y por tratamiento durante el periodo experimental con sus respectivos errores estándar

Tratamiento	0			0.19			0.37			0.53		
Componente	ST *	Prot. **	Grasa	ST	Prot.	Grasa	ST	Prot.	Grasa	ST	Prot.	Grasa
Período: I	11.47	2.80	3.55	11.34	3.08	3.49	11.09	3.08	3.43	11.55	3.42	3.60
II	12.57	3.07	4.20	11.58	3.10	3.75	12.06	3.37	3.71	11.83	2.70	3.66
III	11.63	3.07	3.67	11.88	3.00	3.70	11.74	2.77	3.67	11.38	2.73	4.07
IV	11.07	3.73	3.60	11.48	3.20	3.50	12.23	3.73	4.37	11.67	3.67	3.77
Promedio	11.69 ±.26	3.17 ±.25	3.76 ±.17	11.57 ±.23	3.10 ±.08	3.61 ±.13	11.78 ±.22	3.24 ±.17	3.80 ±.16	11.61 ±.14	3.13 ±.20	3.78 ±.09

* = Sólidos totales.

** = Proteína.

4.4 Cambios de peso.

En el cuadro 12, se presentan los cambios de peso obtenidos por período y tratamiento. Las variaciones observadas entre los animales en cuanto a la variable peso son grandes, lo cual se refleja en las desviaciones estándar. Los promedios de cambios de peso ajustados por mínimos cuadrados fueron, -5.90, -2.47, -3.40 y 4.82, para los niveles 0, 0.19, 0.37 y 0.53, respectivamente.

Cuadro 12. Cambios de peso promedios (kg) por período y por tratamiento con sus respectivas desviaciones estándar

Tratamiento	0	0.19	0.37	0.53
Período: 1	-18.33	-13.66	-26.00	-5.00
2	3.50	0.33	1.00	3.33
3	-4.33	-1.33	3.00	6.67
4	3.67	5.00	8.33	12.00
Promedio	-4.55±4.59	-2.42±4.58	-3.42±4.30	5.09±3.92

4.6 Análisis económico.

En el cuadro 13 se presenta un resumen del análisis de presupuesto parcial para los diferentes tratamientos.

Cuadro 13. Análisis de presupuestos parciales para los diferentes tratamientos

Indicador	Tratamientos (kg MS/100 kg PV)			
	0	0.19	0.37	0.53
<u>Ingresos:</u>				
Producción de leche (kg/vaca/día)	8.75	8.99	9.22	9.43
Precio de la leche (US\$/kg) ^a	0.24	0.24	0.24	0.24
Ingreso por leche (US\$/vaca/día) ^b	2.10	2.16	2.21	2.26
<u>Costos variables:</u>				
-Melaza ^c	0.05	0.05	0.05	0.05
-Poró ^d	0.00	0.05	0.09	0.12
Costos variables totales	0.05	0.10	0.14	0.17
<u>Beneficios netos</u> (US\$/vaca/día):	2.05	2.06	2.07	2.09

a: Precio de venta de la leche por el productor de la zona para el mes de agosto

b: Con un cambio oficial por dólar de 76.10 colones para el mes de agosto

c: Costos de melaza puesta en finca

d: Costos de: corta, acarreo, picado y suplementación de poro junto con las cargas sociales reglamentarias (US\$ 0.06/kg MS de poró)

El promedio de los beneficios netos diarios por animal fue de US\$2.07 con variaciones muy estrechas entre los diferentes tratamientos.

5. DISCUSION

Los datos sobre la composición química de los forrajes, indican un efecto de selección por parte del animal, al comer las partes más nutritivas (Greenhalgh et al., 1966; Martínez y Menchaca, 1986; Stobbs, 1977; Villalobos, 1979); ésto se refleja en la composición química de los rechazos. Este hecho fue más significativo en el caso del poró que en el de la pastura donde se observa un efecto más leve, quizás debido a que los potreros soportaron una carga, relativamente baja, presentándose alta disponibilidad de pasto.

Los contenidos de MS, FC y DIVMS de la pastura ofrecida, están de acuerdo con los obtenidos por varios investigadores para pastos tropicales sin fertilizar (Barreto, 1976; Carrillo, 1974; Jara, 1985; Jerez et al., 1985; Martínez y Menchaca, 1986; Páez, 1976; Pérez y González, 1985; Ruíz, 1978; Villalobos, 1979).

Los contenidos de MS (19.2%), FC (24.4%) y DIVMS (54.7%) del poró ofrecido, están de acuerdo con los encontrados para el mismo follaje, por Pineda (1986) y Abarca (1988), los cuales obtuvieron 20.3 y 22.7% de MS, respectivamente. Así mismo, Benavides (1983a), Pineda (1986), Rodríguez (1985), Samur (1984) y Abarca (1988),

obtienen contenidos de FC de 25.4, 24.5, 26.5, 27.6 y 29.4%, respectivamente. En cuanto a la DIVMS se encuentran valores en la literatura, de 48.8% (Pineda, 1986), 59.8% (Benavides, 1983a), 47.9% (Samur, 1984) y 57.1% (Abarca, 1988). Las diferencias encontradas en la literatura en cuanto a la DIVMS podrían deberse a la edad del poró, el componente de la biomasa y la posición que ocupe dicho componente dentro de la rama (Benavides, 1983b; Espinoza, 1984), como también a algunas variaciones en la metodología utilizada para su determinación (Cowlshaw y Unsworth, 1976; Van Soest, 1982; Van Soest y Robertson, 1985).

Esto último se refleja en las estimaciones de la EM, la que en el presente estudio fue de 1.98 Mcal/kg MS. Por su parte, Benavides (1986) estima el contenido de EM del poró en 2.00 Mcal/kg, y Pineda (1986) y Samur (1984) en 1.77 y 1.72 Mcal/kg de MS, respectivamente.

La mayor diferencia se observa sin embargo, en los contenidos de FC del poró y del pasto (24.4 vs 8.4%), lo que representa la mayor ventaja del poró (Benavides, 1986). Pastos con estos porcentajes de FC, no alcanzan a llenar los requerimientos de vacas de 350 kg con producciones diarias de 10 kg de leche y 4% de grasa.

Christian y Shaw (1951) y Hardison (1966), citados por Martínez y Menchaca (1986), plantean que la producción

animal está limitada por las deficiencias proteicas en muchos pastos tropicales y subtropicales. Glover y Dougal (1961), señalan que el potencial de los pastos tropicales para producir leche es restringido cuando la proteína bruta es menor del 12% y que la energía sería una limitante en pastos con altos niveles de proteína. Estos planteamientos han sido compartidos por Blaxter y Wilson (1963) y Milford y Minson (1966). Adicionalmente, Stobbs (1977) señala que el principal factor que restringe la producción lechera es la posibilidad y capacidad de las vacas para consumir pastos tropicales. Todo lo anterior hace pensar, que los pastos con los cuales se trabajó sólo llenaban los requerimientos proteicos para producir 8.75 kg de leche, como se puede apreciar con las producciones obtenidas en el tratamiento sin poró.

Los niveles de 0, 0.19, 0.37 y 0.53% del PV en MS alcanzados, son muy similares a los niveles asignados (0.0, 0.18, 0.36 y 0.54%). Esto se logró al tener un buen control sobre los consumos de forraje verde de poró durante la comida de la tarde, con base en el consumo de la mañana, y en los consumos asignados.

Las producciones de leche obtenidas son similares a las reportadas con este mismo tipo de pastos pero fertilizados y con un 14% de PC (Pérez y González, 1985).

Las tendencias lineales positivas observadas entre los consumos de MS y proteína aportada por el poró, y las producciones de leche sugieren que se puede aumentar la producción de leche, suplementando con dicho follaje, vacas que pastoreen praderas de baja calidad y, que reciben una fuente adicional de energía; y mientras mayores sean los niveles de poró suplementario, dentro de los niveles estudiados, mayor producción se presentará. Es necesario aclarar que el nivel de 0.53% de poró, representó la cantidad mayor que fue consumida por los animales sin problema alguno. Bajo las condiciones en que se realizó el estudio, sin embargo, resulta difícil conseguir consumos superiores en vacas para la producción de leche en pastoreo.

Rosas et al. (1981a y 1981b) en Panamá y Damothiran y Chandrasekharan (1982) en la India, encontraron una mayor producción de leche en los animales suplementados con otros forrajes leguminosos arbóreos, como es el caso de la Leucaena leucocephala.

Una probable explicación al efecto positivo de la suplementación con poró, es lo argumentado por varios autores en el sentido de que con la suplementación proteica a pastos con menos del 12% de PC, es posible aumentar la producción de leche (Satter y Roffler, 1977; Van Horn, 1987).

Coleman y Frahm (1987), encontraron que al disminuir el porcentaje de FC en la dieta del 18.0 al 7.5, se inhibió casi completamente la digestión de la fibra, disminuyéndose así, la digestión de la materia orgánica. Esto último es apoyado por Maynard et al. (1981), quienes sostienen que la suplementación con alimentos ricos en proteína, promueven el desdoblamiento microbiano de la fibra y aumenta la digestibilidad de la MS.

Es posible que la melaza juegue un papel importante como fuente energética, ya que los estudios de caracterización del nitrógeno del poró parecen indicar que éste es muy soluble en el líquido ruminal y que la mayor parte se encuentra como NNP (Espinoza, 1984; Roldán, 1986). Así, la rápida solubilización y fermentación puede producir un exceso de NH_3 que podría no ser utilizado por los microorganismos ruminales, a menos que éstos tengan una disponibilidad de energía, que coincida con la amplia y rápida disponibilidad del nitrógeno a nivel ruminal (Aitchison et al., 1976; Boenker, 1985; Chalupa, 1975; Espinoza, 1984; Johnson, 1976).

Con la suplementación de poró y melaza es posible entonces aumentar la producción de leche, siempre que los animales tengan una dieta base con bajo contenido proteico. Esto lo confirman estudios realizados en este sentido,

aunque con otras fuentes de NNP con características similares a las del nitrógeno del poró, los cuales coinciden en señalar que con raciones con menos del 12 - 13% de PC, es posible que el rumiante aproveche bien el NNP e incremente la producción de leche (Aitchison et al., 1986; Coppock, 1976; Huber, 1975; Hume et al., 1970; Kwan et al., 1977; Satter y Roffler, 1975; Satter y Slyter, 1974).

Los resultados de este trabajo son ligeramente superiores a los encontrados por Abarca (1988), el cual reporta producciones de 8.30 y 8.20 kg de leche/vaca/día, con los tratamientos de poró a voluntad y niveles, bajo y alto de melaza, respectivamente.

Otro factor que puede ayudar a explicar el efecto positivo del poró en este estudio, es el indicado por Pineda (1986), quien encontró un efecto aditivo del follaje de poró sobre el consumo de MS total, en terneros de lechería en crecimiento. Igual efecto aditivo fue observado por Abarca (1986) en vacas de leche. Este mismo punto es confirmado, aunque en rumiantes menores, por Benavides, (1983a), Esnaola y Ríos (1985), Gutiérrez y Benavides (1986).

Los trabajos realizados con poró en rumiantes menores, en terneros en crecimiento y en ganado de carne, parecen indicar que es posible aumentar la producción (leche y carne), de manera económica, utilizando el poró como

alimento suplementario y con una fuente adicional de energía (Abarca, 1988; Benavides, 1983a; Esnaola y Ríos, 1986; Gutiérrez y Benavides, 1986; Samur, 1984; Pineda, 1986; Vargas, 1987).

La composición química de la leche, en lo que se refiere a los componentes sólidos totales, proteína y grasa, no mostró variaciones importantes como respuesta a los niveles de poró en este estudio. Esto quizás debido, entre otros factores, a que el suplemento de poró en los niveles estudiados, no conlleven a cambios importantes en las proporciones y cantidades de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen (Orskov, 1986). Algunos trabajos comparando diferentes variedades de pastos tropicales suplementados con forrajes y concentrados, tampoco muestran variaciones importantes en los contenidos de sólidos totales, proteína y grasa de la leche (Martínez y Menchaca, 1986; Margolles y García; 1979; Ugarte et al., 1976; Ugarte y Domínguez, 1980).

Trabajos adicionales probando diferentes pastos no señalan diferencias en la composición de la leche (Martínez et al., 1986; Jerez y Herrera, 1977; García y Gómez, 1980).

Los resultados obtenidos en este estudio, pueden considerarse dentro del rango normal que se reporta en la literatura para sólidos totales, proteína y grasa de la

leche, en animales con sistemas de alimentación a base de pastos tropicales (Abarca, 1988; Martínez y Menchaca, 1986; Pérez y González, 1985).

Los cambios de peso observados no se puede decir que sean del todo, un reflejo de los diferentes niveles de poró suplementarios, ya que es común que las vacas en estas condiciones de alimentación, pierdan peso, sobretodo en las primeras etapas de la lactancia. Los resultados muestran pérdidas de peso en los niveles 1, 2 y 3, y en el nivel 4 parece que existiera la tendencia a ganarlo. Debido, a que las variaciones que se observaron entre los animales fue grande, no fué posible determinar diferencias entre los tratamientos, aunque se pudo observar un cambio positivo en cuanto a apariencia corporal, en animales que pasaban del nivel 1 (testigo), a los niveles más altos (niveles 3 y 4). Sería conveniente en futuros experimentos, además de medir cambios de peso, realizar observaciones sobre la condición corporal de los animales.

Los resultados económicos indican, que un ganadero que tenga un hato de 20 vacas y que produzca bajo condiciones similares a las del presente estudio, podría obtener un beneficio neto anual adicional de US\$292, con el máximo nivel de poró (0.53%), con respecto al tratamiento sin poró, obteniendo beneficios netos intermedios para los otros niveles de poró. Además, si tomamos como base el nivel de

sustitución obtenido por Pineda (1986), de 0.487 kg MS de pasto por cada kg MS de poró, este mismo ganadero podría mantener adicionalmente dos vacas de 350 kg de PV cada una, si suplementa con el nivel de 0.53%.

Aunque los ingresos netos extras en los tratamientos con poró, pudieran considerarse relativamente poco importantes, es necesario tener en cuenta los beneficios adicionales que se obtienen con el uso del poró. Estos se deben al reciclaje de nutrientes a través del animal (heces y orina) y de la misma planta, vía hojas y ramas desprendidas (Butterworth, 1985; Reynolds, 1982; Thomas, 1973; Whitney et al., 1967). Además la suplementación proteica con poró aumentaría la capacidad de carga de la finca, como lo demuestran los resultados de sustitución del consumo de pasto por efecto del poró (Abarca, 1988; Esnaola y Ríos, 1986; Pineda, 1986).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo este estudio y con base en los resultados obtenidos, se pueden formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

6.1. Conclusiones

1. La inclusión de niveles crecientes de follaje de poró, dentro del rango estudiado, como suplemento proteico acompañado de melaza, aumenta la producción de leche en una forma lineal, en vacas que tienen una dieta básica de pastos con bajos contenidos de proteína cruda.

2. Con la suplementación realizada en este trabajo, no se presentan beneficios económicos significativos a través de la producción de leche.

3. El suplemento de poró y melaza, en los niveles estudiados, no modifica en forma importante los contenidos de sólidos totales, proteína y grasa de la leche.

6.2. Recomendaciones

1. Dirigir las investigaciones futuras hacia la utilización del follaje de poró como suplemento de dietas a base de pastos de baja calidad y no fertilizados, sobre todo en regiones con períodos críticos de sequía.

2. Estudiar el efecto de diferentes formas de energía, sobre la utilización del follaje de poró en la producción de leche.

3. Realizar estudios de la utilización del follaje del poró como sustituto de la proteína de concentrados, que utilicen fuentes proteicas costosas.

4. Comparar el efecto sobre la producción de leche, de la suplementación del follaje de poró con el de la úrea.

5. Investigar los beneficios del poró tomando en cuenta, no sólo el efecto directo en el animal, sino cuantificando los beneficios indirectos.

6. Efectuar estudios sobre el efecto del poró en los consumos de pasto y de materia seca total.

7. Sería conveniente estudiar la posibilidad de disminuir los períodos de medición en diseños experimentales como éste y en vacas de cruces lecheros en el trópico, para que el descenso en la producción de leche conforme avanza la lactancia, tenga el mínimo de influencia sobre el efecto de los tratamientos.

8. Evaluar el efecto de la suplementación con poró sobre los cambios de peso y la condición corporal en vacas productoras de leche.

7. LITERATURA CITADA

- ABARCA, S. 1988. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo con follaje de poró (Erythrina poeppigiana) y harina de pescado. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 64 p. (Versión preliminar de tesis para optar al grado de Mag. Sc.).
- AITCHISON, T. E.; MERTENS, D. R.; MCGILLIARD, A. D.; JACOBSON, N. L. 1976. Effect of nitrogen solubility on nitrogen utilization in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 59(12):2056-2062.
- AKBAR, M. A.; GUPTA, P. C. 1984. Nutrient composition of different cultivars of Leucaena leucocephala. *Leucaena Research Reports* (EE.UU.) 5:14-17.
- ARGUELLO, R.; BENAVIDES, J.; ESNAOLA, M. A. 1986. Evaluación de las ganancias de peso y consumos de alimentos de cabritos alimentados con distintos follajes de árboles, suplementados con banano verde de desecho. *In* Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas en el proyecto de sistemas de producción animal. Turrialba, C.R., CATIE. p. 28-32. (CATIE. Informe Técnico n.º 67).
- BARRETO, C. J. 1976. Efecto de las frecuencias de corte y altos niveles de fertilización nitrogenada sobre la composición química, digestibilidad *in vitro* de la materia seca del pasto Brachiaria ruziziensis. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica. 58 p.
- BATEMAN, J. V. 1970. *Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos.* México, D. F., Herrero. 468 p.
- BENAVIDES, J. E. 1983a. 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.
- , 1983b. 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.

- , 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.
- ; ESNAOLA, M. A. 1986. Efecto de la suplementación con distintas fuentes y niveles de energía a cabritos en crecimiento que comen una dieta base de follaje de poró (Erythrina poeppigiana). In Resumen de las investigaciones realizadas en rumiantes menores, cabras y ovejas en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. Turrialba, C.R., CATIE. p. 23-28 (CATIE. Informe Técnico n.º. 67.
- BLAXTER, K. L.; WILSON, R. S. 1963. The assessment of a crop husbandry technique in terms of animal production. Animal Production (Escocia) 5:27-42.
- BOENKER, D. E. 1985?. Fermentación ruminal: su importancia e influencia sobre el comportamiento productivo del rumiante. s.l., Asociación Latinoamericana de Soya. 11 p.
- BUTTERWORTH, M. H. 1985. Beef cattle nutrition and tropical pastures. New York, Longman. p. 209-215.
- CARRILLO, F. 1974. Frecuencia de pastoreo y fertilización nitrogenada en la producción de seis gramíneas tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 187 p.
- CHALMERS, M. I.; SYNGE, R. L. 1954. Ruminal ammonia formation in relation to the protein requirement of sheep. 2. Comparison of casein and herring-meal supplements. Journal of Agricultural Science (G.B.) 44:263.
- CHALUPA, W. 1973. Utilization of non-protein nitrogen in the production of animal protein. Proceedings of the Nutrition Society (G.B.) 32:99-105.
- , 1975. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 58(8): 1198-1218.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1987. Resumen de datos meteorológicos. Turrialba, Costa Rica. 1 p.
- COLEMAN, S. W.; FRAHM, R. R. 1987. Nitrogen metabolism in crossbred steers with varying levels of Brahman using a nitrogen depletion-repletion regimen. Journal of Animal Science (EE.UU.) 65:1077-1093.

- COPPOCK, C. E.; PEFLOWSKI, M. A.; LAKE, G. B. 1976. Effect of urea form and method of feeding on rumen NH_3 concentration. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 59:1152-1156.
- COWLISHAW, S. J.; UNSWORTH, E. F. 1976. Factors affecting the in vitro digestibility of tropical grasses. *Turrialba* (C.R.) 26(1):44-53.
- DAMOTHIRAN, D. L.; CHANDRASEKHARAN, N. R. 1982. Nutrition studies with leucaena forage. *Leucaena Research Reports* (EE.UU.) 3:21-22.
- DILLON, J.I.; HARDAKER, J. B. 1980. Análisis del presupuesto parcial. In La investigación sobre administración rural para el desarrollo del pequeño agricultor. FAO. Boletín de Servicios Agrícolas n.º 41. p. 151-159.
- ESNAOLA, M. A.; BENAVIDES, J. E. 1983. El enfoque de la investigación en cabras en el CATIE. In Curso Intensivo Sobre Producción Caprina en el Trópico (1983, Turrialba, Costa Rica). Contribuciones de los participantes. Turrialba, C. R., CATIE, Departamento de Producción Animal. 46p.
- ; RIOS, C. 1986. Hojas de poró como suplemento protéico para cabras lactantes. In Resumen de las investigaciones realizadas con ruminantes menores, cabras y ovejas en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. Turrialba, C. R., CATIE. p. 60-69. (CATIE. Informe técnico n.º 67).
- 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.
- GARCIA, R.; GOMEZ, E. 1980. Sistemas de alimentación en vacas de mediano potencial lechero. Primera lactancia. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* (Cuba) 14:241.
- GLOVER, J.; DOUGAL, H. W. 1961. Milk production from pastures. *Journal of Agricultural Science* (G.B.) 56:261-264.
- GREENHALGH, J. F. D.; REID, G. W.; AITKEN, J. N.; FLORENCE, E. 1966. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. 1. Short-term effects in strip-grazed dairy cows. *Journal of Agricultural Science* (G.B.) 67:13-23.

- GUTIERREZ, R.; BENAVIDES, J.; ESNAOLA, M. 1986. Follaje de poró (Erythrina poeppigiana) y banano maduro de desecho (Musa sp. cv 'Cavendish') como suplementos para cabras lecheras estabuladas. In Resumen de las investigaciones realizadas en ruminantes menores, cabras y ovejas en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. Turrialba, C.R., CATIE. p. 50-54 (CATIE. Informe técnico n.º 67).
- HOLDRIDGE, L. R. 1978. El diagrama de las zonas de vida. In Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. p.13-28. (Serie de Libros y Materiales Educativos No 34).
- HUBER, J. T. 1975. Protein and nonprotein nitrogen utilization in practical dairy rations. Journal of Animal Science (EE.UU.) 41:954-961.
- HUME, I. D.; MOIR, R. J.; SOMERS, M. 1970. Synthesis of microbial protein in the rumen. 1. Influence of level of nitrogen intake. Australian Journal of Agricultural Research (Australia) 21:283-296.
- JARA, L. C. 1985. Cría de terneras de lechería en pastoreo alternativo entre pasto estrella (Cynodon nlemfuensis) y kudzú tropical (Pueraria phaseoloides). Tesis Mag. Sc. UCR-CATIE. 50 p.
- JEREZ, I.; HERRERA, D. 1977. Estudio preliminar entre la bermuda cruzada var. 1 (Cynodon dactylon), y la pangola (Digitaria decumbens, Stent) para la producción y composición de la leche. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas (Cuba) 11:261-265.
- JEREZ, I.; TORRES, V.; DUARTE, D.; RIVERO, J. L. 1985. Efecto de la chapea en la calidad del pasto estrella mejorado (Cynodon nlemfuensis) sometido a pastoreo. Revista Cubana de Ciencia Agrícolas (Cuba) 19:13-19.
- JOHNSON, R. R. 1976. Influence of carbohydrate solubility on non-protein nitrogen utilization in the ruminant. Journal of Animal Science (EE.UU.) 43(1):184-191.
- JOSHI, U. N.; ARORA, S. K.; PARODA, R. S.; SAINI, M. L. 1983. Positional effect on the chemical composition of Leucaena leaves. Leucaena Research Reports (EE.UU.) 4:24.
- KEMPTON, T. J.; NOLAN, J. V.; LENG, R. A. 1977. Nitrógeno no proteico y proteínas desviadas; principios para su empleo en las raciones de ruminantes. Revista Mundial de Zootecnia (Italia) n.º 22:1-9.

- KWAN, K.; COPPOCK, C. E.; LAKE, G. B.; FETTMAN, M. J.; CHASE, L. E.; McDOWELL, R. E. 1977. Use of urea by early postpartum Holstein cows. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 60(11):1706-1724.
- LESLIE, F.; JOHNSTONE, H. 1982. *Análisis moderno de los alimentos*. Trad. Justino Burgos. España, Ed. Acribia. 619 p.
- LUCAS, H. L. 1957. Extra-period latin-square change-over designs. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 40:225-239.
- MANNETJE, L. J. T.; HAYDOCK, K. P. 1963. The dry weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of the British Grasslands Society* (G.B.) 18:268-275.
- MARGOLLES, E.; GARCIA, R. 1979. Indicadores bioquímicos relacionados con el metabolismo de los lípidos en vacas en pastoreo con diferentes suplementos. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* (Cuba) 13:127-132.
- MARTINEZ, R. O.; MENCHACA, M. A. 1986. Respuesta a la suplementación energética o proteica de vacas en pastoreo. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* (Cuba) 20:25-31.
- ; VENEREO, A.; SERRANO, M. 1976. Suplementación con concentrados y producción de leche. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* (Cuba) 10:275-282.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. 1981. *Nutrición animal*. Trad. Alfonso Ortega. México, McGraw-Hill. 640 p.
- MILFORD, R.; MINSON, D. J. 1966. Determination of feeding value of pasture and supplementary feed. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* (Australia) 6:319-329.
- MILLER, E. L. 1973. Symposium on nitrogen utilization by the ruminant. Evaluation of foods as sources of nitrogen and amino acids. *Proceedings of the Nutrition Society* (G.B.) 32:79-84.
- 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.
- NOLAN, J. V.; NORTON, B. W.; LENG, R. A. 1973. Nitrogen cycling in sheep. *Proceedings of the Nutrition Society* (G.B.) 32:93-98.

- ORSKOV, E. R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) 63:1624-1633.
- PAEZ, F. P. 1976. Valor nutritivo y rendimiento de materia seca del pasto Brachiaria ruziziensis en diferentes frecuencias de corte. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, 76 p.
- PEREZ, F.; GONZALEZ, F. 1985. Comportamiento de diferentes especies de pastos con vacas lecheras en pastoreo. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* (Cuba) 19:239-245.
- PINEDA, M. 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.
- REYNOLDS, S. G. 1982. Contribution to yield, nitrogen fixation and transfer by local and exotic legumes in tropical grass-legume mixtures in Western Samoa. *Tropical Grasslands* (Australia) 16(2):76-80.
- 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.
- ROFFLER, R. E.; SATTER, L. D. 1975a. Relation-ship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. 1. Development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by cattle. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 58:1880-1888.
- , 1975b. Relation-ship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. 2. Application of published evidence to the development of a theoretical model for predicting nonprotein Nitrogen Utilization. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 58(12):1889-1898.
- 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.
- ROSAS, H.; QUINTERO, S. O.; GOMEZ, J.; RODRIGUEZ, M. 1981a. Milk production during the dry season with Leucaena cv cunningham in West Panama. *Leucaena Research Reports* (EE.UU.) 2:39.

- , 1981b. Milk production during the rainy and dry season with arboreous Leucaena in the Central area of Panama. Leucaena Research Reports (EE.UU.) 2:40.
- RUIZ, S. 1978. Cambios en el rendimiento y valor nutritivo de los pastos kikuyo (Pennisetum clandestinum) y estrella (Cynodon nlemfuensis) fertilizados, durante la época seca. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 99p.
- 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.
- , 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.
- , 1984. Erythrina: un género versátil en sistemas agroforestales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 14 p.
- 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. cv. 'cavendish'). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 51 p.
- SAS INSTITUTE. 1982. SAS user's guide basics. Cary, North Carolina, SAS Institute. 921 p.
- SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. 1972. Effect of ammonia concentrations on ruminal microbes in vitro. Journal of Animal Science (EE.UU.) 35:273.
- , 1974. Effect of ammonia concentration on ruminal microbial protein production in vitro. British Journal of Nutrition (G.B.) 32:199-208.
- ; ROFFLER, R. R. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 58:1219-1237.
- , 1977. Requerimiento proteico y utilización de nitrógeno no proteico. Producción Animal Tropical (R.D.) 2:248-268.
- STEEL, G. R.; TORRIE, J. H. 1980. Principles and procedures of statistics. 2^a ed. New York, McGraw Hill. 633 p.

- STOBBS, T. H. 1977. Short-term effects of herbage allowance on milk production milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen-fertilized tropical grass pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* (Australia) 17:892-898.
- THOMAS, D. 1973. Nitrogen from tropical pasture legumes on the African Continent. *Herbage Abstracts* (G.B.) 43(2):33-39.
- UGARTE, J.; DOMINGUEZ, G. H. 1980. Efecto de la disponibilidad del pasto sobre el consumo de ensilaje y la producción de leche. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* (Cuba) 14:13-19.
- ; RABAGO, R. 1976. Siembra directa de sorgo forrajero en pasto guinea durante la seca. 2. Efecto del pastoreo y de la competencia de otros pastos sobre la disponibilidad de sorgo y la producción de leche. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* (Cuba) 10:147-154.
- VAN HORN, H. H. 1987. Protein and non-protein nitrogen for lactating cows. In *Conferencia de Producción Animal* (4, 1987, San José, Costa Rica). [Informe]. San José, 15p.
- VAN SOEST, F. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plants fibers. Corvallis, Oregon, O & B Books, 374 p.
- ; ROBERTSON, J. B. 1985. Analysis of forages and fibrous foods. Cornell, Cornell University. 165 p.
- VARGAS, A. 1987. Evaluación del forraje de poró (Erythrina cocleata) como suplemento proteico para toretes en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 88p.
- VILLALOBOS, J. L. 1979. Efecto del intervalo de descanso y la presión de pastoreo sobre el comportamiento de la asociación de kudzú tropical (Fueraria phaseoloides, (Roxb.) Bent) y pasto ruzi (Brachiaria ruziziensis, Germain y Evrard) Tesis Mag. Sc. UCR-CATIE. 103 p.
- WHITNEY, A. S.; KANEHIRO, Y.; SHERMAN, G. D. 1967. Nitrogen relationships in three tropical forage legumes in pure stands and in grass mixtures. *Agronomy Journal* (EE.UU.) 59:47-50.
- WOHLT, J. E.; SNIFFEN, C. J.; HOOVER, W. H. 1973. Measurement of protein solubility in common feedstuffs. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 56:1052-1057.

B. A N E X O

Cuadro 1A. Consumos de materia seca de poró como porcentaje del peso vivo por vaca y por período.

N ^o Vaca	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
1	0 (1) ^a	0.1896 (2)	0.3651 (3)	0.5446 (4)
2	0.1549 (2)	0 (1)	0.5455 (4)	0.3767 (3)
3	0.3384 (3)	0.5684 (4)	0 (1)	0.1993 (2)
4	0.4512 (4)	0.3852 (3)	0.1963 (2)	0 (1)
5	0 (1)	0.3817 (3)	0.5629 (4)	0.2166 (2)
6	0.1653 (2)	0.5685 (4)	0.3829 (3)	0 (1)
7	0.3143 (3)	0 (1)	0.2062 (2)	0.5367 (4)
8	0.4176 (4)	0.1945 (2)	0 (1)	0.3716 (3)
9	0 (1)	0.5249 (4)	0.2140 (2)	0.3651 (3)
10	0.2091 (2)	0.3654 (3)	0 (1)	0.5299 (4)
11	0.3890 (3)	0.1878 (2)	0.5546 (4)	0 (1)
12	0.5478 (4)	0 (1)	0.3792 (3)	0.1890 (2)

a: Número entre paréntesis es el tratamiento correspondiente (1 = 0%, 2 = 0.18%, 3 = 0.36%, 4 = 0.54% del peso vivo)

Cuadro 2A. Promedios de consumos diarios de proteína de poró por vaca y por período.

Nº	Consumo diario de proteína de poró en gramos				
	Vaca	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
1		0 (1) ^a	147 (2)	344 (3)	509 (4)
2		124 (2)	0 (1)	492 (4)	318 (3)
3		284 (3)	436 (4)	0 (1)	172 (2)
4		489 (4)	327 (3)	197 (2)	0 (1)
5		0 (1)	249 (3)	455 (4)	150 (2)
6		101 (2)	329 (4)	282 (3)	0 (1)
7		300 (3)	0 (1)	198 (2)	499 (4)
8		458 (4)	166 (2)	0 (1)	337 (3)
9		0 (1)	527 (4)	186 (2)	314 (3)
10		161 (2)	343 (3)	0 (1)	469 (4)
11		363 (3)	190 (2)	543 (4)	0 (1)
12		515 (4)	0 (1)	337 (3)	177 (2)

a: número entre paréntesis es el tratamiento correspondiente (1 = 0%, 2 = 0.19%, 3 = 0.37%, 4 = 0.53% del peso vivo)

Cuadro 3A. Porcentajes de los requerimientos de proteína aportados por los diferentes niveles de poró por vaca y por período

Nº Vaca	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
1	0 (1) ^a	12.7 (2)	28.8 (3)	40.6 (4)
2	11.8 (2)	0 (1)	48.6 (4)	34.8 (3)
3	26.5 (3)	37.9 (4)	0 (1)	17.1 (2)
4	41.5 (4)	27.1 (3)	16.7 (2)	0 (1)
5	0 (1)	25.5 (3)	42.5 (4)	17.7 (2)
6	10.9 (2)	32.6 (4)	27.3 (3)	0 (1)
7	26.0 (3)	0 (1)	16.8 (2)	44.3 (4)
8	39.3 (4)	14.4 (2)	0 (1)	31.1 (3)
9	0 (1)	40.7 (4)	16.3 (2)	24.6 (3)
10	13.3 (2)	32.1 (3)	0 (1)	41.9 (4)
11	34.2 (3)	18.2 (2)	57.4 (4)	0 (1)
12	46.2 (4)	0 (1)	27.1 (3)	15.7 (2)

a: número entre paréntesis es el tratamiento correspondiente
(1 = 0%, 2 = 0.19%, 3 = 0.37%, 4 = 0.53% del peso vivo)

Cuadro 4A. Producciones reales diarias de leche (kg) de las vacas durante los cuatro periodos de medición experimental

Día de medición	Nº de vaca											
	A51	B1	A97	A27	D168	D158	M155	M138	L119	L71	T145	T102
Per. I:												
1	10.2	8.9	9.5	10.3	8.9	9.4	11.1	11.3	9.1	9.7	7.5	-
2	9.5	8.2	9.3	10.5	8.2	7.9	10.0	10.9	10.2	10.9	9.3	-
3	9.9	9.1	10.0	10.1	7.3	9.0	10.6	10.6	9.5	9.5	7.3	-
4	9.4	8.5	9.2	10.4	8.4	8.6	10.3	9.2	10.0	10.4	8.6	-
5	9.4	8.2	9.4	9.6	7.2	8.2	9.4	9.3	10.2	10.8	7.9	-
6	10.1	8.6	9.7	10.0	7.8	8.6	9.8	9.9	10.3	10.2	9.0	-
7	9.2	8.3	10.1	8.9	7.7	8.7	10.0	9.7	10.1	11.0	7.9	-
8	8.6	7.6	9.4	8.1	7.6	8.3	10.2	9.2	10.8	10.5	8.5	-
9	8.9	7.9	9.3	9.9	7.1	9.2	10.0	9.6	10.1	11.7	8.4	-
10	8.7	7.7	8.9	10.1	7.9	9.0	9.8	9.3	11.3	10.9	7.9	-
Per. II:												
1	10.1	6.8	9.1	9.3	8.5	8.5	7.7	8.6	12.4	10.3	7.4	9.3
2	10.1	6.6	10.6	11.0	7.8	9.0	9.1	9.1	10.8	9.4	8.5	9.5
3	9.7	7.0	9.5	9.5	8.0	8.6	8.1	8.4	10.3	8.8	8.3	9.4
4	11.0	7.6	10.5	10.0	8.0	8.3	9.5	9.4	-	8.9	7.4	9.2
5	10.3	7.5	9.9	9.4	8.6	8.4	7.8	9.5	-	9.3	7.5	9.7
6	10.6	8.4	9.7	9.9	8.2	9.0	10.3	9.5	-	8.3	8.1	9.0
7	11.0	8.3	10.4	9.9	8.9	9.6	9.4	9.2	-	8.8	7.5	10.3
8	10.6	8.1	10.3	9.8	8.7	9.7	9.2	9.8	-	7.9	7.6	9.6
9	10.0	7.6	10.7	10.1	8.8	9.2	10.1	9.3	-	8.9	7.7	9.5
10	10.7	8.4	10.7	9.9	9.4	9.3	9.6	9.8	-	8.0	7.1	9.5
Per. III:												
1	11.8	7.6	10.2	9.9	10.3	9.9	10.8	9.0	8.9	8.4	6.2	8.7
2	10.9	7.8	10.0	10.1	9.6	9.8	10.0	8.3	9.1	8.4	5.8	8.6
3	11.1	8.1	9.6	9.8	9.0	9.1	10.2	8.7	9.9	8.8	6.6	9.9
4	10.5	7.8	9.2	9.4	9.0	9.0	9.8	9.2	9.6	8.3	6.1	9.8
5	11.1	7.9	9.9	10.4	9.5	9.1	10.0	8.7	10.1	8.7	7.8	10.1
6	11.2	6.9	9.5	10.4	9.3	9.9	9.8	8.7	9.8	8.4	6.8	9.3
7	10.9	7.4	10.2	9.9	9.2	10.0	9.9	8.2	9.7	8.8	7.1	9.9
8	11.0	7.5	9.6	9.9	8.9	9.2	9.9	8.4	10.1	8.7	7.0	10.3
9	11.0	7.5	9.7	9.8	9.2	9.4	9.9	8.5	10.6	9.2	7.1	9.3
10	10.0	6.5	9.7	8.7	7.6	8.9	8.4	7.4	10.6	9.1	6.9	9.9
Per. IV:												
1	9.1	5.9	8.1	9.1	6.2	8.3	8.6	8.0	9.7	8.6	6.5	8.0
2	11.1	6.5	10.0	9.6	6.7	8.9	8.8	8.2	9.9	10.0	7.8	10.3
3	10.3	6.6	9.8	9.5	6.5	8.3	9.0	8.4	9.2	8.8	5.6	8.0
4	10.9	6.9	9.8	9.2	7.1	8.4	9.0	8.5	10.1	10.1	5.1	9.0
5	11.7	6.6	9.6	9.5	6.8	8.1	9.4	9.8	10.1	9.6	6.4	8.1
6	11.3	6.4	9.4	8.7	6.4	8.6	9.1	8.7	10.1	10.0	5.8	9.6
7	11.2	6.5	9.1	9.2	6.6	7.8	8.7	7.6	9.6	10.1	5.9	9.0
8	11.4	6.7	9.7	10.2	6.4	8.6	9.3	8.2	9.4	9.9	6.3	8.3
9	11.4	6.6	8.8	9.3	6.6	8.6	8.9	7.9	10.0	8.2	6.0	9.4
10	11.3	6.8	8.3	9.4	6.7	8.6	9.4	8.4	-	-	-	-

Cuadro 5A. Análisis de varianza para contenido de sólidos
totales en la leche

Fuente de variación	GL	C.M.	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	2	1.273	19.08	0.0001
Periodo (Cuadrado)	9	0.494	7.41	0.0001
Vaca (Cuadrado)	9	1.753	26.26	0.0001
Tratamiento	3	0.105	1.57	0.2238
Error	23	0.067		

$R^2 = 0.94$; C.V. = 2.22.

Cuadro 6A. Análisis de varianza para contenido de proteína
en la leche

Fuente de variación	GL	CM	Valor de F	Fr > F
Cuadrado	2	1.155	21.97	0.0001
Período (cuadrado)	9	0.966	18.29	0.0001
Vaca (cuadrado)	9	0.309	5.86	0.0040
Tratamiento	3	0.085	1.60	0.2447
Tratamiento x Período	12	0.215	4.06	0.0135
Error	11	0.053		

$R^2 = 0.96$; C.V. = 7.29.

Cuadro 7A. Análisis de varianza para contenido de grasa en
la leche

Fuente de variación	GL	C.M.	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	2	1.095	11.64	0.0003
Período (Cuadrado)	9	0.089	0.95	0.5040
Vaca (Cuadrado)	9	0.585	6.22	0.0002
Tratamiento	3	0.112	1.19	0.3355
Error	23	0.094		

$R^2 = 0.80$; C.V. = 8.21.