

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CRIA DE TERNERAS DE LECHERIA EN PASTOREO ALTERNO
ENTRE PASTO ESTRELLA (*Cynodon nlemfuensis*) Y
KUDZU TROPICAL (*Pueraria phaseoloides*)

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto 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

LEON CARLOS JARA STIVALET

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Departamento de Producción Animal

Turrialba, Costa Rica
1985

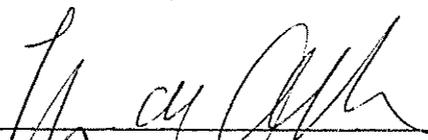
Esta tesis ha sido aceptada en la forma presente por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, bajo el Convenio UCR-CATIE, como requisito para optar al grado de

Magister Scientiae

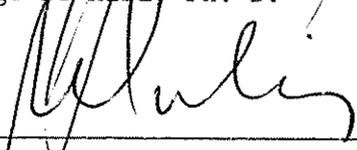
Jurado:



Miguel Mellado, Mag. Sc. Profesor Consejero



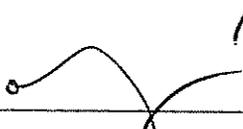
Jorge De Alba, Ph. D. Miembro del Comité



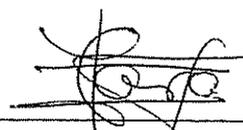
Victor Mares, Mag. Sc. Miembro del Comité



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



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



León Carlos Jara Stivalet
Candidato

DEDICATORIA

A mi esposa: María Inés
A mi hijo: León Carlos

A mi madre: Armela
A mis hermanos: Fernando
y César

A mi familia
A mis amigos

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente al Ing. Miguel Mellado, M. Sc., Consejero Principal, por su valiosa orientación durante mis estudios en el CATIE y especialmente durante el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Jorge De Alba, miembro del comité consejero, por sus acertadas sugerencias para la realización de este trabajo.

Al Ing Víctor Mares, M. Sc. e Ing. Edwin Pérez, M. Sc. por la revisión y orientación del mismo.

Al Dr. Armando Antillón R., M.V.Z. Roberto Orozco y Dr. Saúl Fernández-Baca por su constante ayuda y estímulo para la realización de mis estudios.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México y al Gobierno de Holanda por el apoyo económico brindado para realizar los estudios de postgrado.

Al personal de la Finca del Departamento de Producción Animal por la invaluable ayuda y amistad brindada.

Al personal del Laboratorio y secretarías del Departamento.

A la familia Murillo Jiménez, por su amistad y apoyo durante mi permanencia en Turrialba.

A María Mayela Alvarado por su excelente labor mecanográfica.

A los señores Franklin López, Arnoldo Barrantes y Henry Pereira por su invaluable colaboración y amistad brindada.

A todas aquellas personas que en una u otra forma pusieron su grano de arena para la culminación de este trabajo. A los buenos compañeros de estudio Agustín Acosta, Arturo Rodríguez, Milton Villareal, Luis Larrazabal y Raúl Botero y a los muchos amigos de Costa Rica.

BIOGRAFIA

El autor nació en México, D. F. el 8 de setiembre de 1956. Realizó sus estudios primarios en la escuela Amado Nervo; los secundarios y de bachillerato en la escuela Lic. Marco Antonio Muñoz en San Rafael, Veracruz. Los estudios profesionales los realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México en donde se graduó de Médico Veterinario Zootecnista en 1980.

En mayo de 1979 ingresó a trabajar en el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical de la misma facultad.

En marzo de 1983 ingresó como estudiante graduado al Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del convenio Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), en Turrialba, Costa Rica, para realizar estudios en el Departamento de Producción Animal, obteniendo el título de *Magister Scientiae* en julio de 1985.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	vii
SUMMARY.....	ix
LISTA DE CUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	2
3. MATERIALES Y METODOS.....	7
3.1 Area de estudio.....	7
3.1.1 Localización.....	7
3.1.2 Clima.....	7
3.2 Tratamientos.....	7
3.2.1 Diseño experimental.....	8
3.3 Manejo del ensayo.....	8
3.3.1 Animales.....	8
3.3.2 Manejo de los animales.....	9
3.3.3 Establecimiento del área de leguminosa.....	9
3.3.4 Manejo del forraje.....	10
3.3.5 Variables evaluadas.....	10
3.4 Determinaciones.....	10
3.4.1 Calidad.....	10
3.4.2 Porcentaje de leguminosa y gramínea en la dieta.....	11
3.4.3 Hábito de pastoreo de las terneras.....	12
3.5 Análisis de datos.....	12

	Página
4. RESULTADOS.....	16
4.1 Ganancia de peso por día.....	16
4.2 Calidad nutritiva de la ingesta.....	20
4.3 Porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta.....	20
5. DISCUSION.....	26
5.1 Ganancia de peso por día.....	26
5.2 Contenido de proteína cruda en la ingesta.....	28
5.3 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la ingesta.....	29
5.4 Porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta	31
5.5 Costo de establecimiento del Kudzú y Estrella.....	32
5.6 Exactitud del diseño experimental.....	32
6. CONCLUSIONES.....	34
7. RECOMENDACIONES.....	35
8. LITERATURA CITADA.....	36
9. APENDICE.....	40

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental del Departamento de Producción Animal del CATIE, Turrialba, Costa Rica. El objetivo de este trabajo fue determinar la influencia del acceso a una pradera de Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), sobre la tasa de crecimiento de terneras con pastoreo exclusivo de Estrella (*Cynodon nlemfuensis*). También se buscaba determinar la calidad del forraje consumido y la influencia del número de horas de pastoreo en Kudzú sobre el porcentaje de esta leguminosa en la dieta.

Se utilizaron 32 terneras de la raza Criolla Lechera Centroamericana con un promedio de peso inicial de 150.6 ± 14.7 kg y 5 terneras fistuladas en el esófago; se probaron los tratamientos siguientes por un período de 125 días: (A) 0, (B) 1 1/2, (C) 3 y (D) 5 horas de pastoreo en Kudzú y el resto del día en pasto Estrella sin fertilizar. El diseño experimental utilizado fue de distribución al azar de 8 terneras en 4 tratamientos; los mismos animales permanecieron dentro de cada tratamiento en todo el período experimental. La carga animal en el área de pastoreo (Estrella-Kudzú) fue de 1,9 U.A./ha*. El área de Kudzú fue fraccionada en 21 potreros de 543 m^2 cada uno y el área de Estrella se fraccionó en 6 potreros de 1.3 ha cada uno aproximadamente. Se colectaron muestras de material ingerido por los animales fistulados del esófago cada 25 días. Las colecciones se realizaron al inicio, 2 1/2 y 5 horas de pastoreo diario en Kudzú y en el Estrella se muestreo una vez por día. En las muestras

*U.A.= $\frac{1}{320}$ kg de peso vivo

de extrusa esofágica se determinó el contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro*. Durante el período experimental se recolectaron heces de las terneras en estudio, para determinar el porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta.

No existieron diferencias significativas en la ganancia diaria de peso siendo éstos de 361 ± 0.059 , 385 ± 0.092 , 358 ± 0.057 y 407 ± 0.048 g/animal/día para los tratamientos A, B, C y D, respectivamente.

El promedio de proteína cruda durante la prueba fue de 21.4 ± 2.8 , 19.8 ± 3.3 y 19.5 ± 2.8 % para el inicio, 2 1/2 y 5 horas de pastoreo en Kudzú, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre las muestras tomadas al inicio y las 2 1/2 y 5 horas de permanencia en el Kudzú. El contenido de proteína cruda en el Estrella fue de 13.2 ± 0.97 %.

El coeficiente de digestibilidad *in vitro* para el Kudzú fue de 57.9 ± 2.2 , 56.1 ± 2.4 y 57 ± 2.8 % para el inicio, 2 1/2 y 5 horas de pastoreo, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre los períodos de pastoreo. El coeficiente de digestibilidad *in vitro* del Estrella fue de 58.3 ± 4.4 %.

Los resultados del análisis microhistológico de las heces mostró que el porcentaje de leguminosa en la dieta fue de 35.4, 27.9 y 42.6 % para 1 1/2, 3 y 5 horas de pastoreo en Kudzú, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Se concluye que el acceso a una pradera de Kudzú no mostró ninguna ventaja como "banco de proteína" para incrementar las ganancias de peso, en comparación del pasto Estrella, que se mantuvo con una carga de 1.7 U.A. y sin fertilización.

SUMMARY

The study was conducted at the Experimental Station of the Department of Animal Production of CATIE, Turrialba. The objective of the research was to determine the effect of the time of grazing Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) on the rate of growth of heifers grazed exclusively on African Star grass (*Cynodon nlemfuensis*). Another objective was to determine the quality of the forage ingested and the influence of the length of time of grazing Kudzu on the percentage of the legume on the diet.

Thirty two Criollo Lechero Centroamericano heifers with an average initial weight of 150.6 ± 14.7 kg and heifers with oesophageal fistulae were used. The following treatments were studied for 125 days: A) 0, B) 1 1/2, C) 3 and D) 5 hours of grazing Kudzu. The remainder of the day they were grazed in non-fertilized Star grass. Eight heifers selected at random, were assigned to each treatment. The same animals were kept under each treatment for the duration of the experiment. The stocking rate for the grazing area (Star-Kudzu) was 1.9 A.U./ha*. The area in Kudzu was sectioned into 21 paddocks of 543 m² each, while that in Star grass in 6 paddocks of approximately 1.3 ha each. Samples of feed ingested by the animals with fistulated oesophagus were taken every 25 days. They were taken after 0, 2 1/2 and 5 hours of daily grazing in Kudzu. In Star grass, the samples were taken once a day. The crude protein and *in vitro* digestibility were determined from the samples taken from the oesophagus. During the experimental period, feces were collected from the heifers under study in order to determine the percentage of grasses

and legumes in the diet.

No significant differences were found in their daily gains in weight of 361 ± 0.059 , 385 ± 0.092 , 358 ± 0.057 and 407 ± 0.048 g/animal/day for treatments A, B, C and D, respectively.

The average crude protein content of the Kudzú during the experiment was 21.4 ± 2.8 , 19.8 ± 3.3 and 19.5 ± 2.8 % for the 0, 2 1/2 and 5 hours, respectively. No significant differences were found between samples taken at the 0, 2 1/2 and 5 hours of grazing in Kudzu. The crude protein content of Star grass was $13.2 \pm .97$ % average of five monthly samples.

The coefficient of *in vitro* digestibility for Kudzu was 57.9 ± 2.2 , 56.1 ± 2.4 and 57 ± 2.8 % for the 0, 2 1/2 and 5 hours of grazing, respectively. No significant differences were found between the periods of grazing. The coefficient of *in vitro* digestibility of Star grass was 58.3 ± 4.4 .

Results of the microhistological analysis of the feces showed that the percentage of legumes in the feces was 35.4, 27.9 and 42.6 % for 1 1/2, 3 and 5 hours of grazing in Kudzú, respectively. No significant differences were found between treatments.

It is concluded that under the Turrialba conditions adding short grazing periods on Kudzú did not show any advantages as source of protein in promoting gains in weight in contrast to Star grass, which was kept with a stocking rate of 1.7 A.U.* without any fertilization.

*A.U.= 320 kg of live weight.

LISTA DE CUADROS

En el texto Cuadro N°		Página
1	Esquema del análisis de varianza para comparar el aumento de peso diario de los animales en cada tratamiento.....	13
2	Esquema del análisis de varianza para comparar el porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta a través de las diferentes horas de permanencia en Kudzú.....	14
3	Esquema del análisis de varianza para comparar el contenido de proteína cruda y digestibilidad <i>in vitro</i> del Kudzú en diferentes horas de permanencia.....	15
4	Aumento de peso de terneras de lechería en pastoreo de Estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) con acceso por diferentes horas a una pradera de Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>) en un período de 125 días.....	18
5	Promedio de proteína cruda y digestibilidad <i>in vitro</i> del forraje ingerido por las terneras fistuladas en el período experimental.....	21
6	Porcentaje de leguminosa y gramínea en las heces de las terneras en diferentes horas a través del período experimental.....	22
7	Necesidades diarias y estimación del consumo de proteína cruda de terneras de lechería con diferentes horas de permanencia en <i>Pueraria phaseoloides</i>	27
8	Necesidades diarias y estimación del consumo de energía digestible de terneras de lechería con diferentes horas de permanencia en <i>Pueraria phaseoloides</i>	30
En el Apéndice		
1A	Costo de establecimiento por hectárea de Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>).....	41
2A	Costo estimado de establecimiento por hectárea de Estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i>).....	41
3A	Pesos cada 14 días de las terneras en el tratamiento de cero horas de permanencia en <i>Pueraria phaseoloides</i> .	42

Cuadro N°		Página
4A	Pesos cada 14 días de las terneras en el tratamiento de 1 1/2 horas de permanencia en <i>Pueraria phaseoloides</i> ...	43
5A	Pesos cada 14 días de las terneras en el tratamiento de 3 horas de permanencia en <i>Pueraria phaseoloides</i>	44
6A	Pesos cada 14 días de las terneras en el tratamiento de 5 horas de permanencia en <i>Pueraria phaseoloides</i>	45
7A	Promedio del porcentaje de proteína cruda del Kudzú ingerido por las terneras fistuladas durante el período experimental.	46
8A	Promedio de los coeficientes de digestibilidad <i>in vitro</i> del Kudzú ingerido por las terneras fistuladas durante el período experimental.	47
9A	Análisis de varianza del porcentaje de Kudzú en la dieta de las terneras en los diferentes tratamientos.	48
10A	Análisis de varianza del porcentaje de Estrella en la dieta de las terneras en los diferentes tratamientos...	48
11A	Análisis de varianza del contenido de proteína cruda en la ingesta de las terneras fistuladas, en las diferentes horas de pastoreo en Kudzú.	48
12A	Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad <i>in vitro</i> de la ingesta de las terneras fistuladas, en las diferentes horas de pastoreo en Kudzú.	49
13A	Análisis de varianza de la regresión de peso inicial sobre la ganancia total de peso de las terneras.	49
14A	Análisis de covarianza de los aumentos de peso de las terneras usando como covariable el peso inicial.	49
15A	Número de observaciones necesarias por tratamiento para detectar diferencias significativas en los aumentos de peso de las terneras, si es que existen diferencias.	50

LISTA DE FIGURAS

Figura N°		Página
1	Curva de crecimiento de terneras de lechería pastoreando en Estrella con acceso a un potrero de Kudzú por diferentes períodos de tiempo.....	17
2	Ganancia de peso de las terneras en función de las horas de permanencia en <i>Pueraria phaseoloides</i>	19
3	Porcentaje de terneras consumiendo forraje en función de las horas de permanencia en una pradera de <i>Pueraria phaseoloides</i>	23
4	Porcentaje de <i>Pueraria phaseoloides</i> en la dieta de las terneras en función de las horas de permanencia en esta especie.....	25

1. INTRODUCCION

Las tasas de reposición de un hato lechero dependen, en parte, del manejo y alimentación de los animales durante el crecimiento.

La alimentación de las terneras influye en el tiempo que necesitan para iniciar la reproducción. Las condiciones de alta humedad y temperatura de ciertas regiones tropicales afectan el desarrollo de los animales. Estas zonas tienen altos índices de enfermedades endémicas y parasitarias. Esto reduce la tasa de incremento de peso. Con los aumentos de peso reducidos es común observar que la edad al primer parto ocurre a los tres años o más. Dados los bajos aumentos de peso en pastoreo de gramíneas, se sugiere la utilización de leguminosas para incrementar la producción total de nutrientes digestibles en la dieta de las terneras en pastoreo. La modalidad de "bancos de proteína" de uso limitado supone una utilización máxima de la leguminosa. A partir de estas ideas se formuló este proyecto y se enunciaron los siguientes objetivos:

- 1) Determinar la influencia del acceso a una pradera de Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) sobre la tasa de crecimiento de terneras de lechería en comparación con pastoreo exclusivo de Estrella (*Cynodon nlemfuensis*).
- 2) Determinar algunos componentes nutricionales del forraje consumido por las terneras.
- 3) Determinar la influencia del número de horas de pastoreo en Kudzú sobre el porcentaje de esta leguminosa en la dieta de las terneras.

2. REVISION DE LITERATURA

El crecimiento de terneros en Turrialba, Costa Rica ha sido bien descrito en trabajos previos. Maltos, Cartwright y De Alba (21) analizaron datos sobre el crecimiento de 625 terneras criadas durante un período de 13 años. Hasta un promedio de edad de 266 días el manejo incluía becarreras bajo techo y piso de cemento con un comedero para pasto picado y concentrado. Después de esa edad y hasta que eran separadas para reproducción vivían en praderas (pasto Guinea y Gordura) exclusivamente. En el primer período de crecimiento, la media general fue de 409 g/día. En subdivisiones raciales, los pesos de criollo fueron significativamente menores (372 g) que la primera y segunda cruce con Suizo (458 y 448 g, respectivamente). Los aumentos diarios en pastoreo fueron significativamente menores que los anteriores, con media de 380 g, siendo los mayores 3/4 Suizo (433 g) y los menores Jersey (308 g). La tendencia general en todos los puntos fue hacia una disminución del ritmo de crecimiento al entrar a potreros.

En otro estudio realizado por Maltos, Roux y De Alba en Turrialba (20) con vaquillas Criollas, Jersey y Cruces con Red Sindhi en 4 épocas diferentes del año, en régimen exclusivo de pastoreo, encontraron un promedio de ganancia diaria de 390, 327 y 389 g/día respectivamente. En el trimestre diciembre-enero-febrero que es el de menor crecimiento de forraje, el promedio de las 3 razas fue de 257 g/día. Promedios de 410, 441 y 410 g/día se encontraron para los otros trimestres respectivamente. Las diferencias entre estaciones fueron altamente significativas. Estos resultados indican que a pesar de que el pasto permanece verde durante todo el año en Turrialba, hay una marcada variación de los aumentos de

peso en diferentes épocas del año; en praderas sin fertilización las ganancias fueron inferiores a 500 g/animal/día.

El pastoreo de gramíneas y leguminosas presenta la posibilidad de incrementar las ganancias de peso, ya que con este tipo de praderas se puede incrementar la producción de materia seca y nivel proteico de la ración (43).

En una pradera de *Andropogon gayanus* pura y con asociaciones de *Centrosema* sp. y *Pueraria phaseoloides*, Tergas et al (39) encontraron que las ganancias de peso diarias por animal fueron de 480, 680 y 730 g/día, para la gramínea pura, gramínea pura con asociación de *Centrosema* sp.-*P. phaseoloides* y asociada con *Centrosema* sp., respectivamente.

Paterson et al (30) mencionaron que en *Hyparrhenia rufa*, *H. rufa* con pastoreo complementario de *Leucaena leucocephala*, *Brachiaria decumbens* pura y *B. decumbens* con acceso a pastoreo complementario de *L. leucocephala*, los promedios de aumentos de peso vivo fueron 480, 570, 490 y 640 g/cabeza/día, respectivamente.

Datos de Carimagua, Colombia (10) muestran que en relación con la sabana nativa (90 kg/animal/año), la productividad por animal por año casi no aumenta con otras gramíneas introducidas (114 kg/animal/año). Sin embargo, cuando las gramíneas mejoradas van acompañadas de leguminosas se duplica la productividad (208 kg/animal/año). Igualmente, al utilizar bancos de proteína en praderas mejoradas, la productividad animal (202 kg/animal/año) es dos veces la productividad de la sabana nativa y con sólo una pequeña cantidad de banco de *P. phaseoloides*, puede mejorar hasta en un 50 % (134 kg/animal/año).

Tergas et al (40) utilizaron *Pueraria phaseoloides* en cultivo puro como pastoreo complementario de praderas naturales, donde el pastoreo

fue continuo con quemas de 1/2 a 1/3 del área de praderas naturales al inicio y al final de la estación seca. Con la utilización de *P. phaseoloides* encontraron un aumento del 30 % en productividad por animal y del 180 % en producción por hectárea comparado con los mejores resultados obtenidos con quemas de porciones de la sabana en secuencias. Además, el pastoreo complementario de *P. phaseoloides* fue superior a los resultados de la suplementación diaria con 80 g de urea y 400 g de harina de yuca por animal encontrados por Paladines y Leal (26).

En Australia, Norman y Stewart (25) utilizaron *Stylosantes humilis* en banco como complemento a gramíneas nativas (*Themeda australis*, *Sorghum plumosum*, *Chrysopogon fallax* y *Setaria nervosum*). Los tratamientos fueron: pastoreo de solo pasto nativo, pastoreo de 2 días en leguminosa y 5 en pasto nativo, pastoreo de 4 días en leguminosa y 3 en nativo y pastoreo de sólo leguminosa. Los resultados obtenidos durante 3 años, en donde se evaluaron 16 semanas por año fueron consistentes e indicaron buenas ganancias de peso en sólo leguminosa (49.7 kg/animal), menores ganancias con 4 días de acceso al banco (35.9 kg/animal), pérdida de peso en animales con 2 días de acceso (-11 kg/animal) y fuertes pérdidas de peso en sólo pasto nativo (-33.6 kg/animal).

Otro experimento de pastoreo en leguminosas como complemento de pasto nativo en época seca fue realizado por Hagar *et al* (16); como banco de proteína utilizaron *Stylosantes gracilis*. Las gramíneas predominantes eran del género *Isorbelinia*, *Hyparrhenia* y *Andropogon*. Utilizaron 5 tratamientos que fueron: pastoreo de sólo leguminosa, pastoreo de la leguminosa cada 2 días, pastoreo de la leguminosa cada 4 días, pastoreo de la leguminosa sólo en la noche, pastoreo de pasto nativo durante el día con encierro en la noche y suplementación de 3 niveles (340, 682 y

1021 g/animal) de semilla de algodón. Encontraron que los mejores tratamientos fueron en pastoreo de leguminosas en la noche (137 g/animal/día) y pastoreo de sólo leguminosa (172 g/animal/día). Los otros tratamientos muestran pequeñas ganancias de peso (leguminosa cada 2 días: 34 g/animal/día) o pérdidas de peso (leguminosa cada 4 días: -33 g/animal/día). Para igualar las ganancias de peso obtenidas con los mejores tratamientos se encontró que se requerían 820 g/animal/día de suplemento de semilla de algodón.

Partridge y Ranacou (28) en Fiji trabajaron con *Leucaena leucocephala* donde compararon 3 tratamientos: pastoreo solo en *Dichanthium caricosum*, pastoreo de *D. caricosum* más 10 % de leguminosa y pastoreo de *D. caricosum* más 20 % de leguminosa. Con una carga de 1 1/2 U.A./ha obtuvieron ganancias de 215, 300 y 500 g/animal/día para los 3 tratamientos, respectivamente.

En Cuba, Chao, Valdes y Duquezne (13) utilizaron *Glycine wightii* y *Macroptilium atropurpureum* con los siguientes tratamientos: pastoreo diferido de pasto natural y leguminosa, pastoreo rotacional de pasto natural con suplemento de levadura (275 g/animal/día) y pastoreo rotacional de pasto natural sin suplementación. Encontraron que los animales del sistema con leguminosas mantuvieron ganancias de 325 g/día; fueron significativamente mayores a las suplementadas con levadura (257 g/día) y las no suplementadas (221 g/día).

Paterson, Samur y Sauma (29) utilizaron durante la época seca *Leucaena leucocephala* en proporciones de 0, 10, 20 y 30 % del área, en pastizales basados en *Hyparrhenia rufa*. Encontraron una ganancia de peso de 230, 420, 500 y 700 g/día en los tratamientos 0, 10, 20 y 30 %, respectivamente.

St. Clair (34) en Colombia, utilizó *Brachiaria decumbens* sola y con pastoreo complementario en *Pueraria phaseoloides* en bloque y en franjas; encontró aumentos de peso de 296, 489 y 602 g/día para cada uno de los tratamientos, respectivamente.

Moronta (22) utilizó *Brachiaria decumbens* sola y con asociación de *Pueraria phaseoloides* en franjas y bloques. Menciona que los aumentos de peso fueron de 367 g/día para la gramínea pura, 583 g/día para la leguminosa en franjas y 458 g/día para bloques.

Palomo, Castro y Meléndez (27) utilizaron *Leucaena leucocephala* en pastoreo restringido, probaron los tratamientos siguientes: 0, 2, 4 y 6 horas de pastoreo en leguminosa y el resto del día se complementó con pastoreo en pasto estrella africana (*C. nlemfuensis*). Los resultados indican una tendencia a incrementar los aumentos de peso de acuerdo al tiempo de pastoreo en *Leucaena*, siendo menores las ganancias en el testigo (74 kg/animal) y mayores al incluir 4 horas de pastoreo en la leguminosa (109 kg/animal).

En una pradera de *Andropogon gayanus* solo y asociado con *Pueraria phaseoloides*, Tergas et al (38), encontraron que las ganancias de peso vivo de novillos criollos-cebú, fueron de 450 g/animal/día para *A. gayanus* solo y 652 g/animal/día en la gramínea asociada con el Kudzú.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Area de estudio

3.1.1 Localización

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

El CATIE está ubicado a 9°53' latitud norte y 83°38' longitud oeste, a una elevación de 602 m.s.n.m. (7). Pertenece a la zona de vida denominada "bosque muy húmedo premontano" (18).

3.1.2 Clima

El área presenta una temperatura media anual de 21,5°C (Promedio de 1968 a 1984); la precipitación media anual es de 2261 mm (promedio de 1949 a 1984). La distribución de la precipitación determina un régimen údico de humedad del suelo. El promedio de evaporación anual medida con tanque tipo A es de 1193 mm. La humedad relativa media anual es de 87.5 %, la radiación solar media es de 420 cal/cm²/día y el brillo solar medio es de 4.6 horas/día (7).

Durante el período experimental (octubre, noviembre y diciembre de 1984 y enero 1985) la precipitación fue de 856.8 mm.

3.2 Tratamientos

Los tratamientos fueron los siguientes:

- A) Permanencia exclusiva en Estrella
- B) Estrella, más 1 1/2 horas/día de permanencia en Kudzú
- C) Estrella, más 3 horas/día de permanencia en Kudzú

D) Estrella, más 5 horas/día de permanencia en Kudzú

3.2.1 Diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño con 4 tratamientos y 8 animales escogidos al azar para cada tratamiento. Los animales permanecieron fijos para cada tratamiento por todo el período experimental y la varianza entre ellos constituía el error para juzgar la diferencia entre tratamientos.

El período experimental fue dividido en 2 períodos de similar incremento de peso. Se buscaría, así la validez de incluir épocas como variables dentro del diseño.

Para el análisis del porcentaje de gramíneas y leguminosas en las heces de las terneras en los diferentes tratamientos se utilizó un análisis de varianza (35). El mismo procedimiento estadístico se aplicó para detectar diferencias en el contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* del Kudzú ingerido por las terneras a diferentes horas de pastoreo.

3.3 Manejo del ensayo

3.3.1 Animales

Se utilizaron terneras con un promedio de peso inicial de 150.6 ± 14.7 con diferentes proporciones de sangre Criolla Lechera Centroamericana (de 1/2 a puro) con la proporción restante de Durham, Ayrshire, Jersey y Guernsey.

3.3.2 Manejo de los animales

Un grupo de 32 terneras permanecieron en potreros de Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) por un período de 125 días. De estos animales, 24 tuvieron acceso a una pradera de Kudzú (*Pueraria phaseoloides*). Se dividieron en lotes de 8 terneras con 1 1/2; 3 y 5 horas de permanencia por día en la leguminosa.

Las terneras recibieron sal mineral *ad libitum* con un 75 % de NaCl y 25 % de harina de hueso. Se pesaron cada 14 días a la misma hora. Se bañaron contra parásitos externos ^{a/} y desparasitaron contra parásitos internos ^{b/} cada 30 días.

3.3.3 Establecimiento del área de leguminosa

Se contaba con un potrero de 4000 m² de Kudzú. Para completar el forraje necesario se sembró una área adicional de 7000 m² en el mes de marzo. La preparación del terreno se hizo con: aplicación de Roundup ^{c/} para eliminar el gramalote, (*Paspalum fasciculatum* Wild) ras-tra pesada y surcadora para sembrar. La siembra se hizo con una distancia de 50 cm entre surcos y se utilizaron 10 kg de semilla de Kudzú para los 7000 m². El crecimiento en los primeros 4 meses fue lento, lo que facilitó la invasión de malas hierbas. Se procedió a deshierbar manualmente. La utilización de la leguminosa se inició en octubre, época en que quedó establecida totalmente la pradera.

^{a/} Asuntol de Bayer

^{b/} Ripercol de Cyanamid

^{c/} Herbicida de Monsanto Co.

3.3.4 Manejo del forraje

El área de pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) se dividió en 6 potreros de 1.3 ha cada uno aproximadamente; se realizó un pastoreo rotacional y no se aplicó fertilización.

Las 1.1 ha de Kudzú se dividieron en 21 potreros de 543 m²; se realizó un pastoreo rotacional diario (inicio 7 a.m.) y se aplicó una fertilización de 100 kg/ha de p₂O₅, 23 kg/ha de Mg y 18 kg/ha de S. Se aplicaron 5 kg de la fórmula 0-44-0-1-.66 a cada potrero el día que se iniciaba el período de descanso, durante diciembre y enero.

3.3.5 Variables evaluadas

Crecimiento de terneras en términos de gramos de aumento diario, con terneras en tratamientos fijos durante el período experimental.

Calidad de los forrajes consumidos en términos de Proteína Cruda y Digestibilidad *in vitro* por muestreo con terneras con fístula en el esófago.

Porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta de las terneras, por muestreo de heces y diferenciación de especies bajo examen microhistológico.

3.4 Determinaciones

3.4.1 Calidad

Para determinar la calidad del forraje consumido, se utilizaron 5 terneras fistuladas del esófago. Estos animales eran similares en edad y peso a los animales del experimento. Se colectaron muestras del material ingerido por períodos de 5 días, al inicio, 2 1/2 y 5 horas de pastoreo diario en Kudzú. Los períodos de muestreo fueron cada 25

días. Una submuestra en cada hora de muestreo diario de cada ternera, formó una muestra compuesta para cada animal.

En el Estrella, se colectó por períodos de 5 días una muestra diaria de las 5 terneras, con igual frecuencia. Una submuestra diaria de cada ternera formó una muestra compuesta.

El material ingerido se obtuvo por la mañana en el Kudzú y por la tarde en el Estrella, dejando a los animales pastorear por 15 minutos con la fístula abierta con una bolsa recolectora sujeta al cuello. Este material se secó a 60°C por 48 horas y cada muestra compuesta se utilizó para la determinación de digestibilidad *in vitro* según el método de Tilley y Terry (42) y proteína cruda (% PC) por la metodología de microkjeldahl (1).

3.4.2 Porcentaje de leguminosa y gramínea en la dieta

Para determinar el porcentaje de la leguminosa y gramínea en la dieta, se recolectaron heces de las terneras durante todo el período experimental. Una submuestra de heces secas de cada ternera formó una muestra compuesta para su tratamiento y mes de muestreo. Cada muestra compuesta fue molida y despigmentada con NaHClO durante un minuto, se colocaron en un tamiz y se hizo un lavado con agua para eliminar el NaHClO. Seguidamente se procedió al montaje en un portaobjetos y se le aplicó solución Hoyer (31), esparciéndola con una aguja de disección. Posteriormente se realizó el conteo al microscopio a un aumento de 100 y se utilizaron 100 campos por muestra.

Para el conteo se registró la frecuencia de cada forraje, la cual fue posteriormente transformada a densidad de acuerdo con la metodología desarrollada por Sparks y Malechek (33).

Esta técnica se basa en la identificación y cuantificación de tejidos epidérmicos vegetales presentes en muestras fecales.

La identificación de fragmentos vegetales en las heces se hace posible debido a la resistencia que ofrecen los tejidos epidérmicos ricos en lignina, al proceso digestivo (36, 17).

3.4.3 Hábito de pastoreo de las terneras

Con el objeto de determinar el tiempo de pastoreo real de las terneras en el Kudzú, se realizaron observaciones preliminares del tiempo que ocupaban en consumir forraje. Para ésto se utilizaron 4 terneras por 3 días consecutivos. El tiempo de observación fue de 5 horas por día (6 am a 11 am).

3.5 Análisis de datos

Se utilizó una prueba de "t de student" (35) para determinar la validez del concepto de "épocas" en las ganancias de peso de las terneras.

Los datos de ganancia de peso se analizaron por partición de varianza (Cuadro 1), según el diseño indicado en la sección 3.2.1, tomando como covariable el peso inicial y según el modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B (X_{ij} - \bar{X}) + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = ganancia de peso del animal j en el tratamiento i (j=1, 2...8, i=1, 2...4), kg/animal/día.

μ = media general

t_i = efecto de tratamiento

B = coeficiente de regresión entre el peso al inicio del experimento y la ganancia de peso total en el período experimental

X_{ij} = peso al inicio del experimento del animal j en el tratamiento i

\bar{X} = promedio de peso al inicio del experimento

E_{ij} = error experimental

Cuadro 1. Esquema del análisis de varianza para comparar el aumento de peso diario de los animales en cada tratamiento.

F.V.	G.L. (ajustados)
Entre tratamientos	3
Entre animales dentro de tratamientos	27
Total	30

En el Cuadro 2 se describe el análisis de varianza utilizado para comparar el porcentaje de gramínea y de leguminosa en la dieta de las terneras en los diferentes tratamientos, de acuerdo al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta del tratamiento i y la repetición j
 ($i = 1, 2, 3, j = 1, 2, \dots, 4$)

μ = media general

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental

Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza para comparar el porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta a través de las diferentes horas de permanencia en Kudzú.

F.V.	G.L.
Entre tratamiento	2
Error experimental	9
Total	11

Para el análisis del contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* del Kudzú en la extrusa esofágica por diferentes horas de permanencia, se utilizó un análisis de varianza (Cuadro 3) con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta del tratamiento i y la repetición j ($i = 1, 2, 3, j = 1, 2 \dots 5$)

μ = media general

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento ($i = 1, 2, 3$)

E_{ij} = error experimental

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza para comparar el contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* del Kudzú en diferentes horas de permanencia.

F.V.	G.L.
Entre tratamiento	2
Error experimental	12
Total	14

4. RESULTADOS

4.1 Ganancia de peso por día

Con el objeto de detectar si existió un efecto de época en los aumentos de peso de las terneras, se dividió el período experimental en 2 etapas, de la primera a la octava semana y de la décima a la décimo octava semana. En la Figura 1 se presentan las curvas de crecimiento para cada grupo de terneras. Donde se observa un mayor ritmo de crecimiento hasta las ocho semanas (402 g/animal/día) y una desaparición de incrementos de peso entre la octava y décima semana (7 g/animal/día) y se reanuda de la décima a la décimo octava semana (350 g/animal/día). Los promedios de aumento de peso de las terneras no mostraron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre épocas.

Las tasas de crecimiento de los animales en los diferentes tratamientos se presentan en el Cuadro 4. El promedio de aumento de peso por día para los tratamientos fue de 376 ± 0.06 g/animal/día. La diferencia de aumento de peso diario entre tratamientos fue reducida existiendo sólo 49 g en favor de las terneras que permanecieron 5 horas en el Kudzú, en comparación con las de menor aumento.

El análisis de covarianza, en donde se consideró el peso inicial como covariable, no mostró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos.

La regresión de peso inicial (x) sobre ganancia total de peso (y) no fue significativa ($P > 0.05$) (Cuadro 13A). Además, contrario a lo que se esperaba el coeficiente de regresión fue negativo ($b = -0.00568$).

Se observa en la Figura 2 el promedio de ganancia de peso/animal/día en los cuatro tratamientos en función de las horas de permanencia en Kudzú. La respuesta se ajusta a una curva de tipo cúbico. Se observa que los

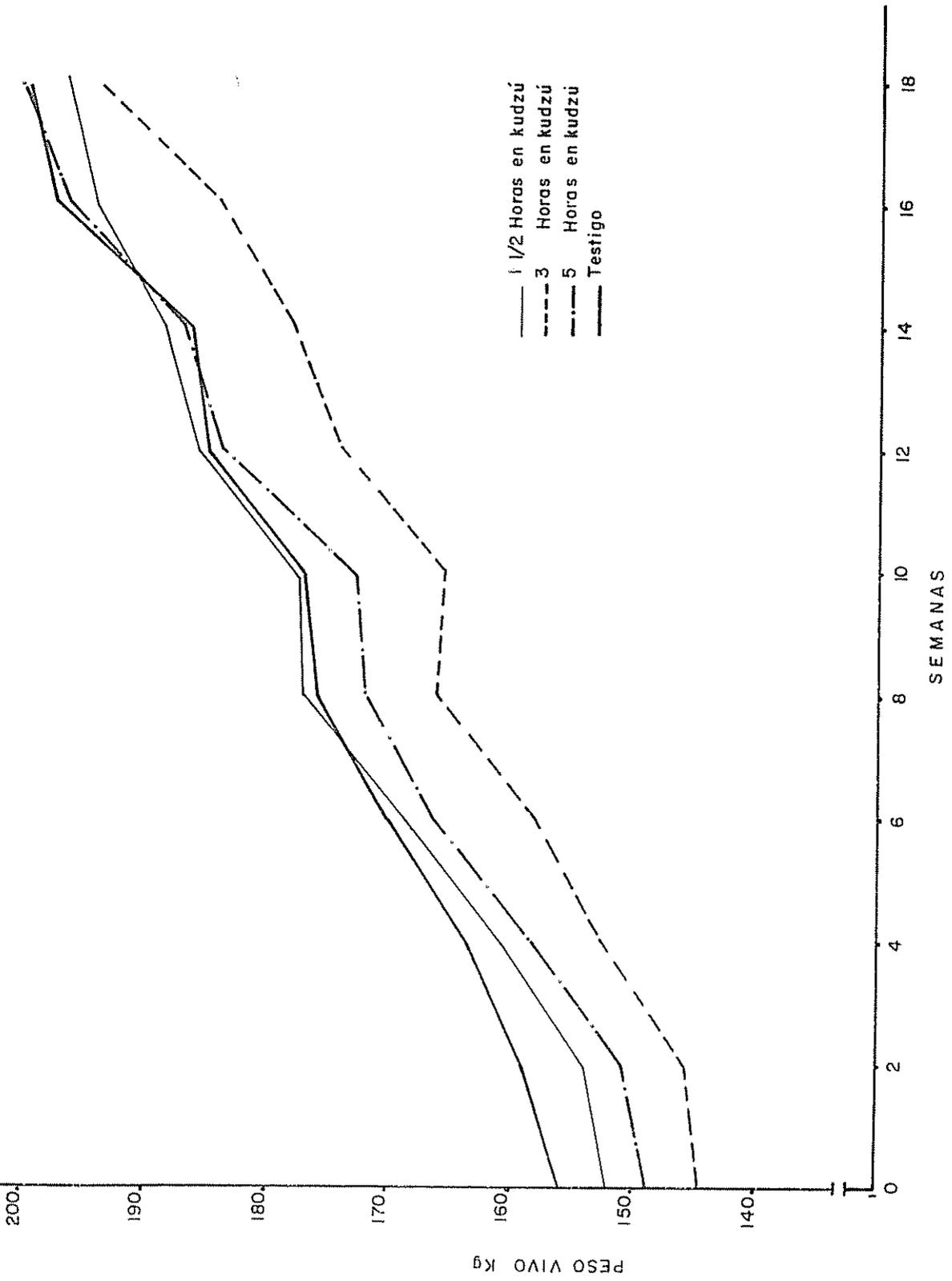


Figura 1. Curva de crecimiento de terneras de lechería pastoreando en estrella con acceso a un potrero de kudzú por diferentes periodos de tiempo.

CUADRO 4. Aumento de peso de terneras de lechería en pastoreo de Estrella (*Cymodon nlemfuensis*) con acceso por diferentes horas a una pradera de Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) en un período de 125 días.

	Horas de permanencia en Kudzú				Promedio
	0	1 1/2	3.	5	
Peso inicial (kg)	156.0±12.6*	152.5±14.3	144.6±15.2	149.1±16.1	150.6±14.7
Peso Final (kg)	200.6±15.1	196.6±17.6	194.7±17.2	200.0±15.6	197.6±16.8
Aumento					
Peso total (kg)	44.5±7.5	48.1±11.5	44.7± 7.2	50.9± 6.0	47.0± 8.3
Aumento de peso total (kg) a/ c- rregido por pe- so inicial	44.3±7.5	47.5±12.2	44.5± 7.2	50.7± 6.1	46.8± 8.6
Promedio de aumento diario de peso (kg)	.361 a	.385 a	.358 a	.407 a	.376±.06

* Desvío típico

Valores con la misma letra no difieren significativamente al 5%

a/ Ajuste basados en análisis de covarianza

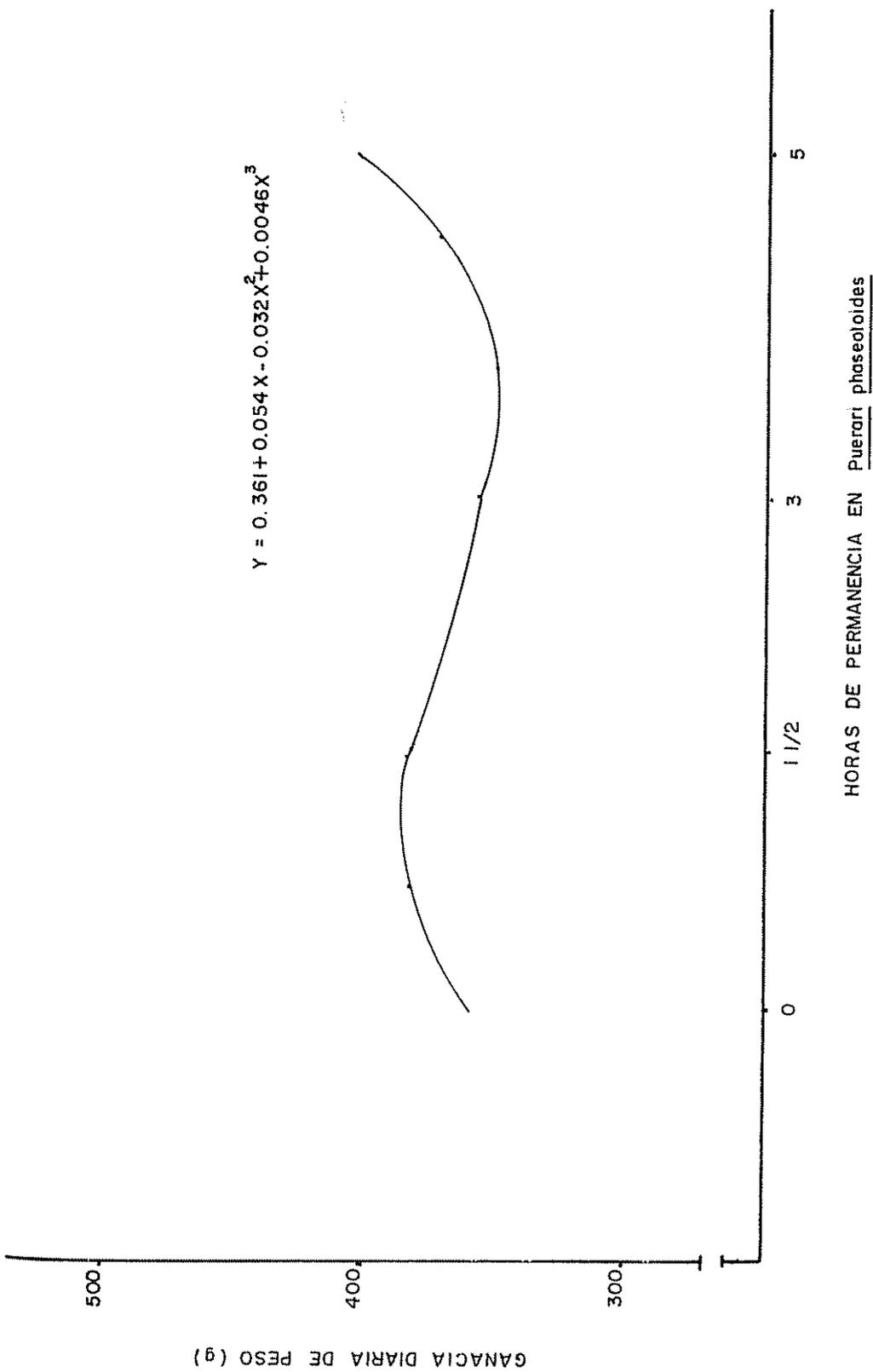


Figura 2. Ganancia de peso de las terneras en función de las horas de permanencia en Puerari phaseoloides.

aumentos de peso fueron similares a cero y tres horas, incrementándose a las cinco horas, aunque no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$). El aumento de peso de las terneras con cinco horas de permanencia en Kudzú fue de 11.3 % mayor que las que no tuvieron acceso al banco de proteínas.

4.2 Calidad nutritiva de la ingesta

El contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* para el Kudzú y Estrella ingerido por las terneras fistuladas en el esófago se muestra en el Cuadro 5. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos que incluyeron Kudzú, en proteína cruda ni en digestibilidad *in vitro*. La diferencia en el contenido de proteína cruda entre la gramínea y leguminosa fue de un 34.7 % en favor de ésta última.

4.3 Porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta

Se presenta en el Cuadro 6 el porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta de las terneras en diferentes horas de permanencia en Kudzú. No se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre horas de permanencia. Como se puede observar, el porcentaje de leguminosas disminuyó en la hora 3 debido posiblemente al hábito de pastoreo de las terneras. Este se observó en un período preliminar al experimento (Figura 3), mostró que después de 2 horas de pastoreo continuo, los animales dejaban de pastorear por períodos variables.

Los mayores porcentajes de leguminosa en la dieta, corresponden con la ocupación de 5 horas, con excepción de las muestras del mes de noviembre, en que los mayores porcentajes correspondieron a la ocupación de

CUADRO 5. Promedio de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* del forraje ingerido por las terneras fistuladas en el esófago en el período experimental

	Proteína cruda (%)	Coefficiente de digestibilidad <i>in vitro</i>
Estrella	13.2±.97	58.3±4.4
Kudzú al inicio de la permanencia	21.±2.8 a	57.9±2.2 a
Kudzú a las 2 1/2 horas de permanencia	19.8±3.3 a	56.1±2.4 a
Kudzú a las 5 horas de permanencia	19.5±2.8 a	57 ± 2.8 a

Valores con la misma letra no difieren significativamente al 5%.

Cuadro 6. Porcentaje de leguminosa y gramínea en la dieta de las terneras en diferentes horas a través del período experimental.

Horas de permanencia en Kudzú	Especie	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Promedio
1 1/2	Gramínea	63.6a	56,8 a	56,8 a	77,5a	63.6
	Leguminosa	32,4a	43.2 a	43.2 a	22,5a	35,4
3	Gramínea	73.5a	60.3 a	73,5 a	80,8a	72.1
	Leguminosa	26.5a	39,7 a	26,5 a	19,2a	27,9
5	Gramínea	52.7a	66,6 a	56.8 a	53.4a	57.4
	Leguminosa	47,3a	33,4 a	43,2 a	46,6a	42,6

Valores con la misma letra no difieren significativamente al 5 %

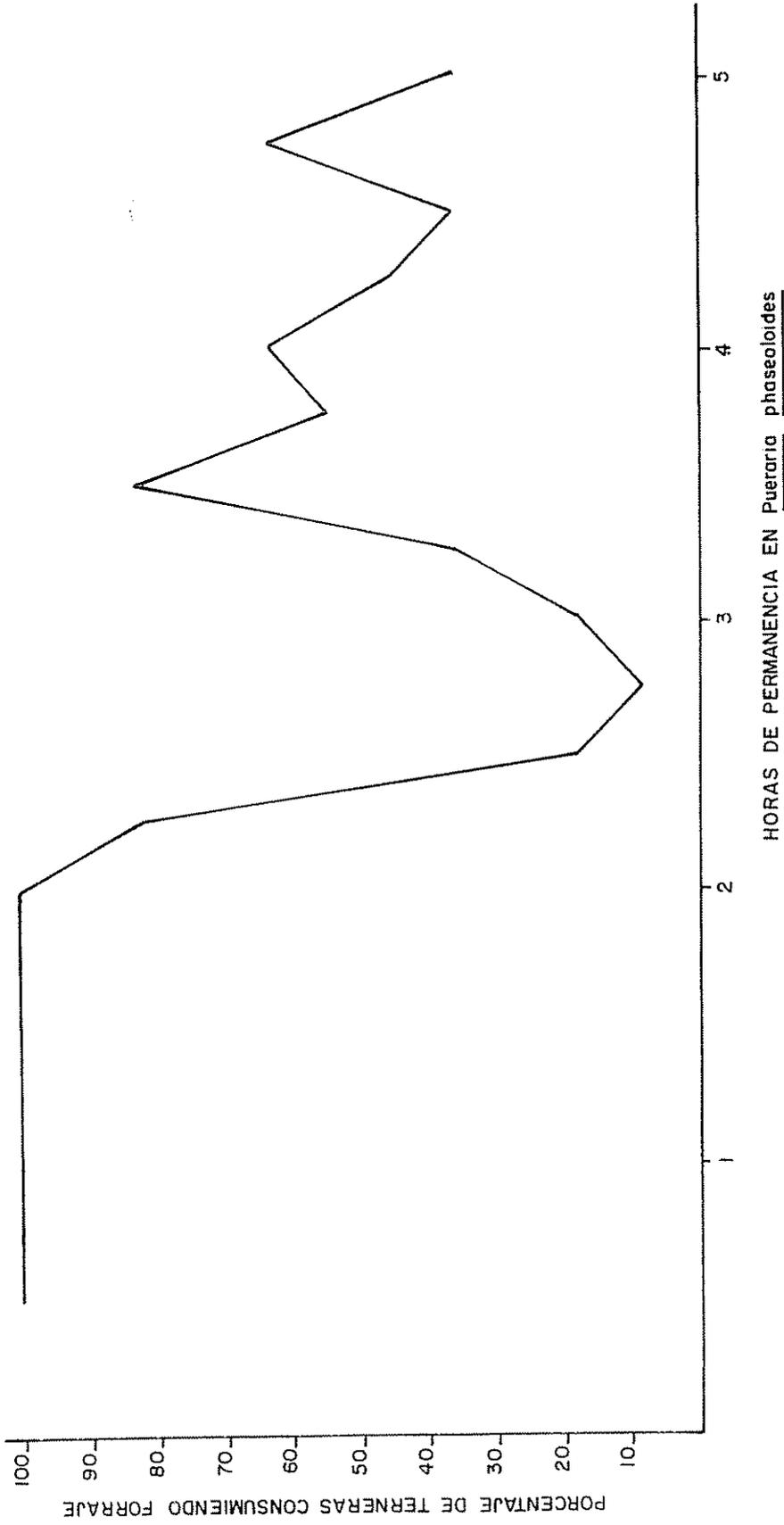


Figura 3. Porcentaje de terneras consumiendo forraje en función de las horas de permanencia en una pradera de Pueraria phaseoloides .

1 1/2 horas. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticas ($P>0.05$) entre estos datos.

En la figura 4 se muestra el porcentaje de leguminosa en la dieta en función de las horas de permanencia en las praderas de Kudzú. El mayor porcentaje de leguminosas en la dieta se registró en las terneras que permanecieron 5 horas en el Kudzú, siendo este nivel 35% mayor que las del grupo con menos porcentaje de Kudzú.

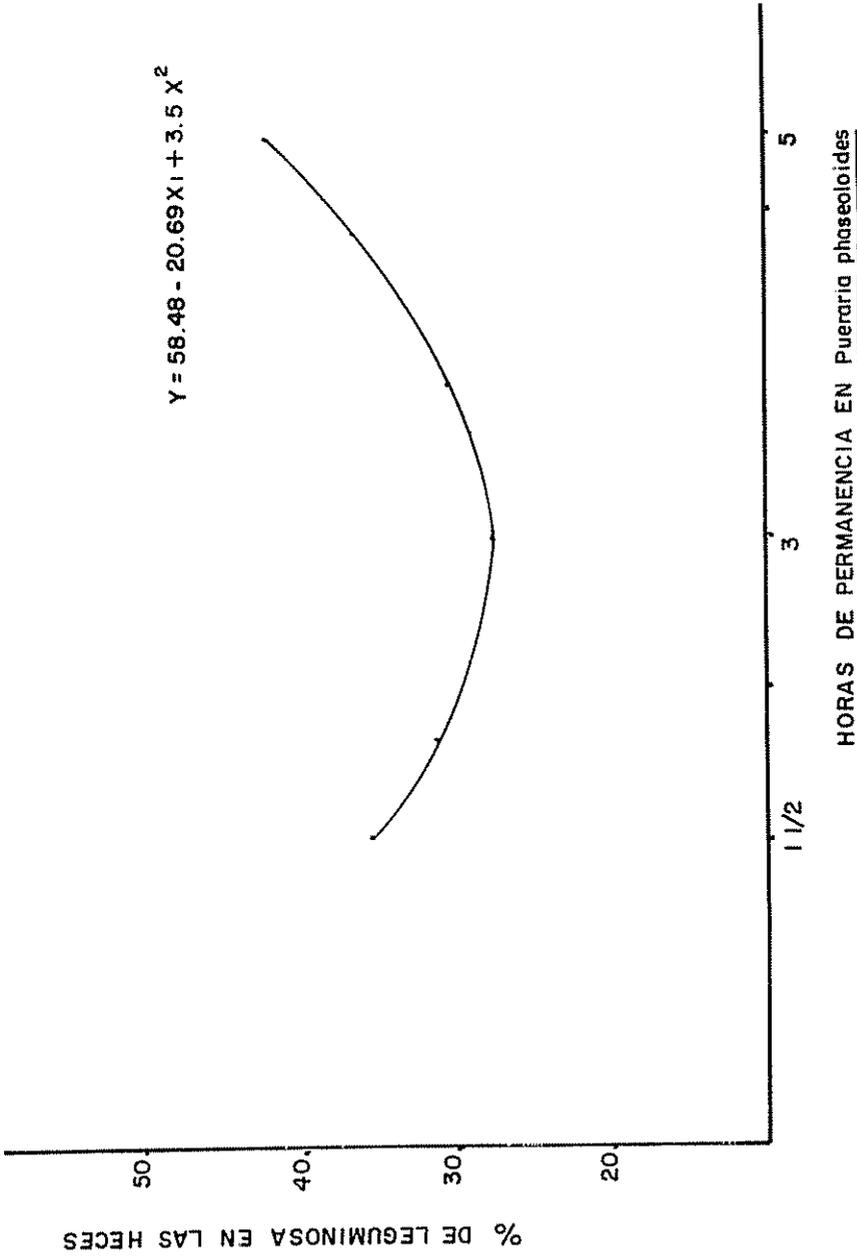


Figura 4. Porcentaje de Pueraria phaseoloides en las heces de las terneras en función de las horas de permanencia en esta especie.

5. DISCUSION

5.1 Ganancia de peso por día

El acceso a una pradera de Kudzú por diferentes períodos de tiempo no mostro ninguna ventaja en aumento de peso de las terneras, en comparación con el acceso exclusivo al Estrella. Esto puede asociarse con el hecho de que todos los tratamientos sobrepasaron los niveles proteicos recomendados por el NRC (24) (Cuadro 7).

Contrariamente a lo que se esperaba, los aumentos de peso no fueron lineales con relación a las horas de permanencia en Kudzú, lo cual pudiera tener relación con el patrón de pastoreo de las terneras descrito en la Figura 3.

Los aumentos de peso de las terneras que permanecieron 3 horas en el Kudzú fueron los menores; sin ser significativos, y coinciden con el menor porcentaje de leguminosa en la dieta de estos animales.

La poca respuesta en aumentos de peso al acceso al banco de proteína es indicativo de que la calidad de la dieta de las terneras no se mejoró significativamente con la combinación de Kudzú. Esto debido al nivel aceptable de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* del pasto Estrella (Cuadro 5). El porcentaje de proteína cruda del Estrella se mantuvo estable durante todo el período de estudio, lo que permitió a los animales que no tenían acceso al Kudzú, disponer de un forraje con un contenido superior al 12 % de proteína cruda.

Los promedios de aumento de peso de las terneras durante las 2 épocas no mostraron diferencias significativas. La disminución en el ritmo de crecimiento entre la octava y décima semana se atribuye al exceso de precipitación ocurrido en este período, siendo la precipitación de 310 mm.

Cuadro 7. Necesidades diarias y estimación del consumo de proteína cruda de terneras de lechería con diferentes horas de permanencia en *Puehavia phascocalades*.

Horas de permanencia en Kudzú	Requerimientos de Proteína cruda para terneros de 180 kg con una ganancia diaria de 454 g según NRC (g)	Proteína estimada en dieta (g)*	Diferencia
0	540	658	+118
1,5	540	777	+237
3,0	540	711	+171
5,0	540	772	+232
			$\bar{X} = 189$

*Consumo de materia seca estimado de 2,8 % del peso vivo del animal según trabajos previos en esta Estación Experimental (2, 3).

En diversos trabajos donde se alternó el pastoreo de gramíneas y leguminosas realizados durante época seca y lluviosa (8, 11, 12, 13, 22, 34, 39, 40, 41), se presentan diferencias de aumentos de peso en pastoreo de gramíneas puras y asociadas con leguminosas, no encontrándose diferencias en la época de lluvias. Esto debido al rebrote de las gramíneas, asociado al período de lluvias. De los trabajos mencionados resulta claro que el uso de bancos de leguminosa como suplemento de gramíneas tiene un efecto positivo en época seca. Durante esta época el déficit de humedad del suelo en los niveles superiores afectan más a las gramíneas, debido a las diferencias existentes en su sistema radicular (4).

Los aumentos de peso de las terneras en estudio para los tratamientos de 0, 1 1/2 y 3 horas de permanencia en Kudzú son ligeramente inferiores a los presentados por Maltos, Cartwright y De Alba (21), Muñoz y Martín (23) y superiores a los encontrados por Zarzosa (45) en esta misma estación experimental, para ganado Criollo en pastoreo de gramíneas. Los aumentos de peso de las terneras que permanecieron 5 horas en el Kudzú fueron superiores a los mencionados anteriormente.

5.2 Contenido de proteína cruda en la ingesta

El contenido de proteína cruda del pasto Estrella ingerido por las terneras llenó los requerimientos de este nutriente de acuerdo a los requisitos señalados por el NRC (24). Basados en el porcentaje de Kudzú y Estrella en la dieta (Cuadro 6) y en los requerimientos del NRC para terneras de 180 kg con una ganancia de peso por día de 454 g (Cuadro 7) se estima que los niveles de consumo proteico de las terneras en estudio fueron superiores en 189 g/día de proteína cruda (se asume que el consumo de materia seca fue de 2.8 % con respecto al peso de los animales). Por

esta razón la inclusión del Kudzú en la dieta no tuvo el efecto esperado.

El porcentaje de proteína cruda en Kudzú (Cuadro 5) fue superior al mencionado por CIAT (11).

El contenido de proteína cruda del Estrella colectado por los animales fistulados fue superior a los obtenidos en Estrella cortado por Lemus (19), Zañartu (44) y Carrillo (6).

5.3 Digestibilidad *in vitro* de la ingesta

Como se puede observar en el Cuadro 8, el aporte de energía digestible no constituyó un factor limitante de acuerdo a los requisitos señalados por NRC (24). Basados en el porcentaje de leguminosa y gramínea en la dieta (Cuadro 6) y en los requerimientos del NRC para terneras de 180 kg con una ganancia de peso por día de 550 g, se estima que los niveles de energía digestible consumido por las terneras en estudio fueron ligeramente superiores a los requerimientos de estos animales.

El promedio de digestibilidad *in vitro* del Kudzú ingerido por las terneras en diferentes horas de pastoreo fue de 57 ± 2.8 % (Cuadro 5). Estos valores son mayores a los indicados por CIAT (9) para esta especie.

La digestibilidad *in vitro* del Estrella colectado por los animales fistulados fue superior al Estrella cortado que encontraron Lemus (19), Zañartu (44) y Carrillo (6). Estas diferencias en digestibilidad *in vitro* y contenido de proteína cruda pueden relacionarse con la selectividad que ejercen los animales (5).

El contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de Kudzú (Cuadro 5) y el porcentaje de gramínea y leguminosa (Cuadro 6) en la dieta de las terneras durante los períodos de pastoreo no mostraron

Cuadro 8. Necesidades diarias y estimación del consumo de energía digestible de terneras de lechería con diferentes horas de permanencia en *Pueraria phaseoloides*.

Horas de permanencia en Kudzú	Requerimientos de ED _a / para terneros de 180 kg con una ganancia diaria de 550 g según NRC (Mcal)	Consumo de ED <u>a</u> / estimada en dieta* (Mcal)	Diferencia
0	11.72	12.83	+1.11
1 1/2	11.72	12.46	+0.74
3	11.72	12.11	+0.39
5	11.72	12.46	+0.74
		$\bar{X} =$.745

a/ ED= Energía digestible estimada a partir de la fórmula propuesta por NRC (20). ED= $\frac{\% \text{ Dig } \times 4.409}{100}$

* Se asume un consumo de MS de 2.8 % con respecto al peso de las terneras (2, 3)

diferencias significativas ($P > 0.05$) (Cuadro 11A, 12A, 9A, 10A). De estos resultados es posible suponer que no hubo diferencias en el consumo de materia seca por las terneras con acceso al Kudzú a pesar de las diferencias en las horas de pastoreo en esta especie.

5.4 Porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta

El porcentaje de gramínea y leguminosa en la dieta (Cuadro 6), en el tratamiento de 1 1/2 horas de permanencia en el Kudzú fue de 63.6 y 35.4 %, respectivamente. El porcentaje de Kudzú en la dieta se incrementó a las 5 horas de permanencia. Sin embargo, con 3 horas de permanencia es inferior en comparación con solo 1 1/2 horas. Lo anterior es indicativo de que la mayor ingestión de Kudzú ocurrió durante la primera hora de permanencia. Es importante resaltar que con sólo 1 1/2 horas de permanencia en el Kudzú, los animales ingirieron aproximadamente un 35 % de su dieta, lo que da idea de la avidez de las terneras por el Kudzú y el alto consumo de materia seca por bocado de las terneras en esta leguminosa. El porcentaje de leguminosa y gramínea en la dieta debe tomarse como aproximaciones ya que el método utilizado para esta determinación parece tener cierto error. Debido a que algunas plantas, particularmente las anuales y suculentas, son prácticamente digeridas en su totalidad, de tal manera que no se pueden encontrar residuos identificables en el material digerido (32, 37). Sin embargo Free, Hansen y Sims (15) usaron esta técnica en heces secas de animales alimentados con diferentes especies de gramíneas, donde compararon muestras de fístula en el esófago y muestras de heces. Los resultados indican que no existen diferencias entre las muestras analizadas del esófago y de las heces.

5.5 Costo de establecimiento del Kudzú y Estrella

El costo de establecimiento del Kudzú (Cuadro 1A) es una fuerte limitante para su utilización. El costo total de la pradera establecida de esta leguminosa resultó 8 veces mayor que el costo de establecimiento de una pradera de Estrella (Cuadro 2A). Por lo anterior el uso de este tipo de leguminosa requiere de futuras investigaciones, donde se tendrá que estudiar otras alternativas de utilización.

5.6 Exactitud del diseño experimental

Con el objeto de determinar el número mínimo de observaciones necesarias para detectar diferencias significativas en los aumentos de peso y comparar estos resultados con el diseño utilizado, se procedió a utilizar la siguiente fórmula (14):

donde:
$$n = \left(\frac{t_{\alpha/2} S}{e} \right)^2$$

n= número de observaciones requeridas por tratamiento para un nivel de valor de "t"

S= desvío típico encontrado en el experimento

t= valor de "t de Student" para diferentes niveles de confiabilidad

α = nivel de significancia

e= error realizado en la estimación de la media del tratamiento

En el análisis de covarianza, la varianza de ganancia de peso total en 18 semanas fue 72.05 kg y el desvío típico fue de 8.49 kg o sean 68 g diarios. La diferencia entre el promedio de mayor y menor ganancia de peso fue de 49 g/día; los resultados (Cuadro 15A) muestran que el número necesario de animales para probar niveles de significancia de 0.05 y 0.01

es de 30 ó 50 terneras por cada tratamiento, para los niveles mencionados.

Praderas experimentales para 30 animales por tratamiento presentarían obstáculos de costos. Los resultados de este trabajo exigen que se tome en cuenta este obstáculo en la investigación futura, o bien se realicen pruebas preliminares que aclaren la variabilidad del material disponible.

6. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

- 1) Bajo las condiciones de Turrialba el pastoreo complementario de Kudzú no mostró ninguna ventaja como "banco de proteína" para incrementar las ganancias de peso en las terneras de lechería, aparentemente debido a que el pasto Estrella fue capaz de proporcionar los requerimientos de proteína de estos animales.
- 2) Para un incremento diario de peso de 454 g, el requisito teórico de proteína cruda fue satisfecho por cualquiera de los tratamientos.
- 3) Independientemente de las horas de permanencia en Kudzú, el mayor consumo de esta leguminosa ocurrió durante la primera hora.
- 4) Desde el punto de vista económico el uso de Kudzú como fuente de proteína no es recomendable para esta zona por el alto costo de establecimiento en comparación con el Estrella.

7. RECOMENDACIONES

Las experiencias y resultados logrados en el presente estudio permiten sugerir las siguientes recomendaciones:

1. Que se evalúe su utilización como "banco de proteína" en época de menor precipitación pluvial
2. Que se utilice como banco de leguminosa en praderas de gramíneas de menor valor nutritivo.
3. Que se estudie como fuente de proteína para terneros recientemente destetados y con rumen funcional.
4. Que se evalúe su potencial como "banco de proteína" en vacas lecheras en producción
5. Que se efectúen evaluaciones sobre posibles alternativas de siembra para reducir el costo de establecimiento del Kudzú.

8. LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS. Official methods of analysis. 9th ed. Washington, D. C., 1960. p. 832.
2. ANRIQUE, R. Consumo de pasto guinea (*Panicum maximum*) y pangola (*Digitaria decumbens*) por bovinos en pastoreo directo a diferentes edades y pesos corporales. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, IICA, 1960. 54 p.
3. AVENDAÑO, J. C. Período de descanso y asignación de forraje en el crecimiento y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1983. 65 p.
4. BERNAL, J. Botánica de pastos y leguminosas. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1982 22 p. (mimeo).
5. BLASER, R. E. Efecto del animal sobre la pastura. In Paladines, O. ed. Empleo de animales en investigaciones sobre pasturas. Montevideo, IICA, 'Zona Sur, 1966. pp. 1-25.
6. CARRILLO, F. Frecuencia de pastoreo y fertilización nitrogenada en la producción de seis gramíneas tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 87 p.
7. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Resúmenes de datos meteorológicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 2 p.
8. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe Anual del Programa de Pastos Tropicales 1979. Cali, Colombia, 1980. 186 p.
9. _____. Informe anual del programa de pastos tropicales 1980. Cali, Colombia, 1981. 138 p.
10. _____. Informe anual, 1981. Cali, Colombia, 1981. 124 p.
11. _____. Informe anual del programa de pastos tropicales 1981. Cali, Colombia, 1981. 302 p.
12. _____. Informe anual del programa de pastos tropicales 1983. Cali, Colombia, 1984. 387 p.
13. CHAO, L., VALDES, L. R. y DUQUEZNE, P. Uso de las leguminosas o suplementación para la producción de carne. II Ciclo de evaluación. Pstos y Forrajes (Cuba) 5:223-233. 1982.

14. COCHRAN, W. G. y COX, G. M. Diseños experimentales, México, Ed. Trillas, 1965. 661 p.
15. FREE, J. C., HASEN, R. M. y SIMS, P. L. Estimating Dyrweights of food plants in feces of herbivores. *Journal of Range Management* 23:300-302. 1970.
16. HAGAR, R. L., DE LEEUW, P. N. y AGISHI, E. The production and management of *Stylosanthes gracilis* at Shika, Nigeria. *Journal of Agriculture Science, Cambridge* 77:437-444. 1971.
17. HANNA, W. W., MONSON, W. C. y BURTON, G. W. Histological examination of fresh forage leaves after *in vitro* digestion. *Crop Science* 13:98. 1973.
18. HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. IICA, Serie de Libros y Materiales Educativos no. 34. 1978. pp. 1-68.
19. LEMUS, A. A. Producción de carne bovina en praderas de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst var. *nlemfuensis*) bajo diferentes presiones de pastoreo y niveles de fertilización nitrogenada. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 104 p.
20. MALTOS, J., ROUX, H. y DE ALBA, J. El problema del crecimiento estacional del bovino en clima tropical. *Turrialba (Costa Rica)* 12(1):41-42. 1962.
21. _____, CARTWRIGHT, T. C. y DE ALBA, J. Crecimiento de hembras de reemplazo en hatos lecheros experimentales bajo condiciones de trópico húmedo. *Memoria ALPA* 3:193-194. 1968.
22. MORONTA, F. Composición botánica y el valor nutritivo de praderas de *B. decumbens* sola y en mezcla con *P. phaseoloides* bajo dos sistemas de siembra. Cali, Colombia, CIAT, 1982. 6 p.
23. MUÑOZ, H. y MARTIN, T. G. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. *Memoria ALPA* 4:7-28. 1969
24. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of dairy cattle. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1971. 54 p.
25. NORMAN, M. J. T. y STEWART, G. A. Complementary grazing of native pasture and standing *Towsville lucerne* in the dry season at Katherine, N. Z. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 7:225-231. 1967.
26. PALADINES, O. y LEAL, J. A. Manejo y productividad de las praderas en los llanos orientales de Colombia. In Tergas, L. E. y Sánchez, P. A. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Cali, Colombia, CIAT, 1979. pp. 331-346.

27. PALOMO, J., CASTRO, R. y MELENDEZ, F. Aprovechamiento del guaje (*Leucaena leucocephala* la Lam de Wit) en pastoreo restringido sobre la ganancia animal en praderas de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) K. Schum. In Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 8a., Santo Domingo, República Dominicana, 1981. Resúmenes, Santo Domingo, República Dominicana, 1981. p-43.
28. PARTRIDGE, I. J. y RANACOU, E. The effects of supplemental *Leucaena leucocephala* browse on steers grazing *Dichanthium caricosum* en Fiji. *Tropical Grasslands* 8(2):107-112. 1974.
29. PATERSON, R. T., SAMUR, C. y SAUMA, G. *Leucaena leucocephala* para la complementación de pastos existentes. *Producción Animal Tropical* 7:9-14. 1982.
30. _____, SAMUR, C. y SAUMA, G. Crecimiento de novillos cebú-criollo en la época seca con acceso limitado a leucaena. *Producción Animal Tropical* 8:150-155. 1983.
31. PEÑA NEIRA, J. M. y HABIB DE PEÑA, R. La técnica microhistológica; un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros. México. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Serie técnico-científica no. 6. 1980. 82 p.
32. SLATER, J. y JONES, J. Estimations of the diets selected by grazing animals from microscopic analysis of the feces. A warning. *Journal of the Australian Institute of Agriculture Science* 37: 238-240. 1971.
33. SPARKS, D. R. y MALECHEK, J. C. Estimating porcentage dry-weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management* 21:264-265. 1968.
34. ST. CLAIR H., A. R. Producción animal de *Brachiaria decumbens* sola y con pastoreo complementario en *Pueraria phaseoloides* en los llanos orientales de Colombia. Cali, Colombia, CIAT, 1983. 30 p.
35. STEEL, G. R. y TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics New York, Mc. Graw-Hill, 1960. 481 p.
36. STEWART, D. R. M. Analysis of plant epidemis in feces; a technique for studying the food preferences of grazing herbívoros. *Journal of Applied Ecology* 4:83-111. 1967.
37. STORR, G. M. Microscopic analysis of feces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals. *Australian Journal Biological Science* 14:157-164. 1961.

38. TERGAS, L. E., *et al.* Productividad animal potencial de praderas en un ultisol en Colombia. *In* Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 8a., Santo Domingo, República Dominicana, 1981. Resúmenes, Santo Domingo, República Dominicana, 1981. p-45.
39. _____. Productividad animal potencial y manejo de pradreas en un ultisol de Colombia. *Producción Animal Tropical* 7:1-8. 1982.
40. _____. Productividad animal de praderas naturales con pastoreo complementario en *Pueraria phaseoloides* en los llanos orientales de Colombia. *Producción Animal Tropical* 2:203-211. 1983.
41. _____. El potencial de producción animal de cuatro asociaciones de *Andropogon gayanus* Kunth en los llanos orientales de Colombia. *Producción Animal Tropical* 9:176-186. 1984.
42. TILLEY, M. A. y TERRY, R. A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18(2):104-111. 1963.
43. WHYTE, R. D., NILSON, L. C. y TRUMBLE, H. C. Las leguminosas en la agricultura. Roma, FAO, 1962. 405 p. (FAO Estudios Agropecuarios N° 21).
44. ZAÑARTU, D. Presión de pastoreo y fertilización nitrogenada en la producción de carne en praderas de pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis* var. *nlemfuensis*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1975. 99 p.
45. ZARZOSA, C. M. Aumentos de peso en vaquillas de tres razas puras y sus cruzas recíprocas del destete a los 24 meses. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1967. 31 p.

9. A P E N D I C E

Cuadro 1A. Costo de establecimiento por hectárea de Kudzú
(*Pueraria phaseoloides*).

	Costo
Preparación de terreno	¢ 79,100.00
Establecimiento (limpieza de piedra, siembra, aplicación de herbicida, deshierbe y riego)	65,568.75
Herbicida	10,988.25
Semilla de kudzú	5,600.00
Fertilizante	<u>5,735.80</u>
Total	<u>¢166,992.80</u>

1 dólar: 49,85 colones

Cuadro 2A. Costo estimado de establecimiento por hectárea de Estrella
(*Cynodon nlemfuensis*).

	Costo
Preparación de terreno (uso de tractor)	¢19,142.00
Establecimiento (cortar material vegetativo, siembra y deshierbe)	<u>2,000.00</u>
Total	<u>¢21,142.00</u>

Cuadro 3A. Pesos cada 14 días de las terneras en el tratamiento de cero horas de permanencia en *Pseudococcus*.

N° del Animal	Peso inicial	Semanas															
		2	4	6	8	10	12	14	16	18.							
A-1	173	180	193	199	201	209	210	224	232								
A-33	157	163	168	177	177	180	184	191	196								
A-74	133	138	144	154	158	169	173	183	185								
A-81	157	163	171	171	174	181	181	192	195								
A-82	170	181	185	192	191	196	204	210	214								
A-83	158	165	171	177	175	185	185	199	197								
A-85	155	164	169	176	177	186	180	193	195								
A-91	146	156	164	164	166	175	176	191									
Promedio ± D.E.	156±12.6	159±12.5	163.7±13.5	170.6±14.5	176.7±14.3	177.3±13.4	185.1±12.5	186.6±13.2	197.8±13.11	200.6±15.1							

Cuadro 4A. Pesos cada 14 días de las terneras en el tratamiento de 11/2 horas de permanencia en *Pueyavia phascotoidea*.

N° de Anamni	Peso inicial	Semanas									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	
A-45	166	168	172	185	192	194	204	205	214	216	
A-6F	178	179	185	194	200	204	212	217	222	225	
A-73	151	145	151	152	160	159	167	172	178	181	
A-84	149	149	159	168	171	170	178	181	193	197	
A-86	150	156	158	168	176	176	183	187	192	199	
A-87	147	146	156	163	172	168	177	181	185	190	
A-108	150	159	169	175	194	189	198	204	203	222	
B-1	129	133	141	150	157	155	162	164	171	175	
Promedio ± D.E.	152.5±14.3	154.3±14.4	161.4±13.6	169.3±15.3	177.7±15.9	176.8±17.3	185.1±17.8	188.8±18.1	194.7±17.4	196.6±17.6	

Cuadro 5A. Pesos cada 14 días de las cerneras en el tratamiento de 3 horas de permanencia en *Plectonura plaseoteoides*.

N° de Animal	Peso inicial	Semanas									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	
A-21	153	150	164	164	172	166	174	178	182	184	
A-60	151	153	158	167	177	177	187	190	193	200	
A-70	142	140	144	147	160	162	168	170	183	189	
A-72	161	165	171	178	188	185	196	200	207	211	
A-80	163	165	176	183	183	186	197	200	206	211	
A-89	138	142	149	158	166	165	174	176	183	185	
A-97	129	134	135	141	151	151	160	165	172	179	
B-10	120	118	125	133	136	132	139	146	152	156	
Promedio ± D.E.	144.6±15.2	145.8±15.9	152.7±17.7	158.8±17.6	166.6±17.2	165.5±18	174.3±19.4	178.1±18.4	184.75±17.9	194.7±17.2	

Cuadro 7A. Promedio del porcentaje de proteína cruda del kudzú ingerido por las terneras fistuladas durante el período experimental.

Hora de pastoreo en kudzú	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Promedio
Inicio	25.4	22.1	22.3	18.4	18.9	21.4
2 1/2	24.9	19.5	20.7	17.0	16.6	19.8
5	23.4	19.1	20.9	16.7	17.0	19.5

Cuadro 8A. Promedio de los coeficientes de digestibilidad *in vitro* del kudzú ingerido por las terneras fistuladas durante el período experimental.

Hora de pastoreo en kudzú	Mes						Promedio
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero		
Inicio	58.7	58.9	55.5	60.5	55.5	57.9	
2 1/2	58.1	57.8	54.3	57.6	52.9	56.1	
5	57.6	58.9	55.4	60.3	53.1	57.0	

Cuadro 9A. Análisis de varianza del porcentaje de kudzú en la dieta de las terneras en los diferentes tratamientos.

F de V	GL	SC	CM	F
Tratamiento	2	430.14	215.07	3.01 ^{a/}
Error experimental	9	641.08	71.23	
Total	11			

a/ No significativo al 5 %.

Cuadro 10A. Análisis de varianza del porcentaje de Estrella en la dieta de las terneras en los diferentes tratamientos.

F de V	GL	SC	CM	F
Tratamiento	2	433.09	216.54	3.11 ^{a/}
Error experimental	9	626.26	69.58	
Total	11			

a/ No significativo al 5 %.

Cuadro 11A. Análisis de varianza del contenido de proteína cruda en la ingesta de las terneras fistuladas en las diferentes horas de pastoreo en kudzú.

F de V	GL	SC	CM	F
Tratamiento	2	10.93	5.46	0.6 ^{a/}
Error experimental	12	109.22	9.1	
Total	14	120.15		

a/ No significativo al 5 %.

Cuadro 12A. Análisis de varianza del coeficiente de digestibilidad *in vitro* de la ingesta de las terneras fistuladas en las diferentes horas de pastoreo en kudzú.

FV	GL	SC	CM	F
Tratamiento	2	7.65	3,82	.61 ^{a/}
Error exp.	12	74.83	6,23	
Total	14	82.48		

a/ No significativo al 5 %

Cuadro 13A. Análisis de varianza de la regresión de peso inicial sobre ganancia total de peso de las terneras.

FV	GL	SC	CM	F
Regresión	1	0.21720	0.217209	0.003 ^{a/}
Error exp.	30	2165.6577	72.188	
Total	31	2165.875		

a/ No significativo al 5 %.

Cuadro 14A. Análisis de covarianza de los aumentos de peso de las terneras usando como covariable el peso inicial.

FV	GL	SCX	SPXY	SCY	FV	CM	F
Tratamientos	3	576.09	-31.5625	220.625	3	73.47	1.0197 ^{a/}
Error exp.	28	6137.63	- 6.625	1945.25	27	72.05	
Total	31	6713.72	-38.1875	2165.875	30		

a/ No significativo al 5 %.

Cuadro 15A. Número de observaciones necesarias por tratamiento para detectar diferencias significativas en los aumentos de peso de las terneras, si es que existen diferencias.

Error realizado en la estimación de la media del tratamiento (g/día)	n ($\alpha = 0.05$)	n ($\alpha = 0.05$)
10	178	307
20	45	77
25	30	50
30	23	35
40	14	23
50	10	16
60	8	12
70	6	10
80	5	9
90	5	8
100	4	7