

RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE, CAPACIDAD DE  
PRODUCCION DE LECHE Y CAMBIOS EN LA COMPOSICION  
BOTANICA DE UNA PRADERA DE TRANSVALA  
(Digitaria decumbens stent)  
BAJO PASTOREO CONTINUO Y ROTACIONAL

P O R

*Luis Fernando Restrepo Vélez*

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA

OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROFIS:	402
FECHA:	10/VIII/92
ENCARGADO:	Zul

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
TEGUIGALPA, MANAGUA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril, 1992

RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE, CAPACIDAD DE PRODUCCION  
DE LECHE Y CAMBIOS EN LA COMPOSICION BOTANICA DE UNA PRADERA  
DE TRANSVALA (*Digitaria decumbens* Stent) BAJO PASTOREO  
CONTINUO Y ROTACIONAL

Por:

Luis Fernando Restrepo Vélez

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso  
para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los  
usos que considere necesarios.

Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos  
del autor.



---

Luis Fernando Restrepo Vélez

Abril de 1982

## DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO Y A LA VIRGEN MARIA, por haberme auxiliado siempre y mostrado el camino.

A mi Madre Angela Vélez y a mi Padre Aníbal Restrepo a quienes debo todo lo que soy.

A mis hermanos: Juan Manuel, Isabel Cristina, María Patricia; Olga Lucía, Carmen Elisa y Carlos Aníbal quienes en todo momento me han apoyado.

A mi primo y colega Jorge Gonzáles a quien estimo mucho.

A la Memoria de Juan Fernando Moreno.

A mi Alma Mater por haberme dado tanto durante estos cinco años de formación.

## AGRADECIMIENTO

A mis asesores: Dr. Miguel Vélez por todas sus enseñanzas y especialmente por tratarme como a un hijo, Al Dr. Raúl Santillán por su valiosa ayuda y paciencia para la realización de este trabajo; al Dr. Antonio Flores por su gran colaboración y amistad.

Al Dr. Leonardo Corral por su ayuda en los análisis estadísticos.

A la Dra. Beatriz Murillo por su gran colaboración en la realización e interpretación de los análisis de laboratorio.

A Iván Maradiaga por su gran ayuda y amistad.

A mis compañeros, especialmente a Gabriel Salceda, por haber compartido los buenos y malos momentos.

A los Sres. Amado Benavides, Teodoro Arias y Juan Colindres por su valiosa colaboración en los trabajos de campo.

## INDICE GENERAL

INTRODUCCION . . . . .		1
1	OBJETIVO GENERAL . . . . .	2
1.1	OBJETIVOS ESPECIFICOS . . . . .	2
2	REVISION DE LITERATURA . . . . .	3
2.1	ESPECIE FORRAJERA . . . . .	3
2.2	DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO . . . . .	4
2.2.1	PASTOREO ROTACIONAL . . . . .	4
2.2.2	PASTOREO CONTINUO . . . . .	7
2.3	ESPECIES ADAPTADAS A CADA SISTEMA . . . . .	8
2.4	COMPARACION DE PASTOREO CONTINUO Y ROTACIONAL SOBRE LA PRODUCCION ANIMAL . . . . .	9
3	MATERIALES Y METODOS . . . . .	19
3.1	UBICACION DEL ENSAYO . . . . .	19
3.2	TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES . . . . .	20
3.3	PARCELAS . . . . .	21
3.4	UNIDADES EXPERIMENTALES . . . . .	22
3.5	MUESTREO Y TOMA DE DATOS DE CAMPO . . . . .	22
3.5.1	PASTOREO CONTINUO . . . . .	22
3.5.2	PASTOREO ROTACIONAL . . . . .	23
3.6	DATOS A ANALIZAR . . . . .	24
3.6.1	EN LA PRADERA . . . . .	24
3.6.2	EN LA PRODUCCION ANIMAL . . . . .	25
3.7	DISEÑOS EXPERIMENTALES . . . . .	26
3.7.1	EVALUAR DIFERENCIAS EN LA PRODUCCION ANIMAL DEBIDAS A LOS TRATAMIENTOS . . . . .	26
3.7.2	EVALUAR DIFERENCIAS EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL FORRAJE . . . . .	26
4	RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	28
4.1	PRODUCCION DE FORRAJE . . . . .	28
4.1.1	COMPOSICION QUIMICA DEL FORRAJE DISPONIBLE Y RESIDUAL . . . . .	28
4.1.2	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y NUTRIENTES DIGERIBLES . . . . .	29
4.2	PRODUCCION ANIMAL . . . . .	30
4.2.1	CARGA ANIMAL . . . . .	30
4.2.2	PRODUCCION DE LECHE Y GRASA . . . . .	31
4.2.3	PRODUCCION DE LECHE Y GRASA POR HECTAREA . . . . .	32
4.2.4	ESTIMADO DEL POTENCIAL DE PRODUCCION DEL FORRAJE A PARTIR DE LA PRODUCCION, EL CONSUMO DE CONCENTRADO Y LA GANANCIA DE PESO DE LAS VACAS . . . . .	33
4.2.4.1	CONSUMO DE ENERGIA DIGERIBLE Y PROTEINA POR ANIMAL . . . . .	35
4.2.4.2	CONSUMO DE ENERGIA DIGERIBLE Y PROTEINA POR HECTAREA . . . . .	36
4.3	CONSUMO DE FORRAJE . . . . .	38
4.3.1	ESTIMADO DE LA PRODUCCION DE LECHE A PARTIR DEL CONSUMO ESTIMADO DE FORRAJE . . . . .	39

4.4	COMPOSICION BOTANICA . . . . .	41
4.5	COMPARACION ECONOMICA DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO . . . . .	42
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	43
6	RESUMEN . . . . .	45
	BIBLIOGRAFIA . . . . .	47
	ANEXOS. . . . .	51

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Precipitación durante los periodos experimentales . . . . .	19
Cuadro 2.	Composición química del concentrado. . . . .	25
Cuadro 3.	Distribución de grados de libertad (gl) para el análisis estadístico de la producción animal . . . . .	26
Cuadro 4.	Distribución de grados de libertad (gl) para el análisis estadístico de el rendimiento y la calidad del forraje. . . . .	27
Cuadro 5.	Composición química del forraje disponible en porcentaje. . . . .	28
Cuadro 6.	Composición química del forraje residual en porcentaje . . . . .	28
Cuadro 7.	Disponibilidad de materia seca (MS), materia orgánica digerible (MOD), proteína (PC) y energía digerible (ED) por hectárea según muestreos cada 15 días . . . . .	29
Cuadro 8.	Carga animal . . . . .	30
Cuadro 9.	Consumo de concentrado y producción promedio de leche y grasa por vaca por día. . . . .	31
Cuadro 10.	Producción promedio de leche y grasa en cada sistema por día. . . . .	32
Cuadro 11.	Requerimientos nutricionales de proteína cruda (PC) y energía digerible (ED) estimados por vaca por día . . . . .	34
Cuadro 12.	Consumos estimados de proteína (PC) y energía digerible (ED) y sus potenciales de producción de leche por vaca por día . . . . .	35
Cuadro 13.	Consumos diarios estimados de proteína (PC) y energía digerible (ED) y sus potenciales de producción de leche por hectárea en cada sistema. . . . .	37
Cuadro 14.	Estimación del consumo de materia seca por animal en el pastoreo continuo . . . . .	38
Cuadro 15.	Estimación del consumo de materia seca por animal en el pastoreo rotacional . . . . .	39

Cuadro 16. Energía digerible (ED) y proteína cruda (PC) disponible para producción a apartir del pasto y sus potenciales de producción de leche por vaca por día . . . . .	39
Cuadro 17. Porcentajes de transvala y estrella en el forraje disponible y residual durante el segundo año. . . . .	41
Cuadro 18. Análisis económico de los tratamientos . . .	42

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.1	Análisis de varianza porcentaje de proteína cruda (PC), digestibilidad in <u>VITRO</u> de la materia orgánica (DIMO) y fibra neutro detergente (FND) del forraje disponible por sistema. . . . .	52
ANEXO 1.2	Análisis de varianza rendimiento de materia seca (MS) y materia orgánica digerible (MOD) por sistema. . . . .	52
ANEXO 1.3	Análisis de varianza rendimiento de proteína cruda (PC) y energía digerible (ED) por sistema. . . . .	52
ANEXO 1.4	Análisis de varianza consumo de concentrado (CC) y producción de leche (PL) y grasa (PG) por vaca por día . . . . .	53
ANEXO 1.5	Análisis de varianza producción de leche (PL) y grasa (PG) por hectárea . . . . .	53
ANEXO 1.6	Análisis de varianza energía digerible (ED) disponible por vaca del pasto y potencial de producción de leche (LE) estimados a partir de la producción de leche, el cambio de peso y la ingestión de concentrado. . . . .	53
ANEXO 1.7	Análisis de varianza proteína cruda (PC) disponible por vaca del pasto y su potencial de producción de leche (LP) estimados a partir de la producción de leche, el cambio de peso y la ingestión de concentrado. . . . .	54
ANEXO 1.8	Análisis de varianza energía digerible (ED) disponible por ha del pasto y su potencial de producción de leche (LE). . . . .	54
ANEXO 1.9	Análisis de varianza proteína cruda (PC) disponible por ha del pasto y su potencial de producción de leche (LP). . . . .	54
ANEXO 2.1	Porcentaje de grasa por vaca . . . . .	55
ANEXO 3.1	Producción de leche y grasa por vaca y por sistema en pastoreo continuo . . . . .	56
ANEXO 3.2	Producción de leche y grasa por vaca y por sistema en pastoreo rotacional . . . . .	57
ANEXO 4	Costos de un cerco eléctrico por ha. . . . .	58

## INTRODUCCION

La alimentación del ganado lechero se basa en el pastoreo y/o la utilización de forrajes de corte. El rendimiento de las vacas lecheras en praderas tropicales es bajo, si se compara con el obtenido en zonas templadas, aunque los pastos tropicales tienen un potencial de producción de 35-85 tm/MS/ha/año, que es muy superior a la obtenido en pastos de zonas templadas de 25 tm/MS/ha/año. Esta baja producción de leche se debe a la menor digestibilidad de los pastos tropicales y frecuentemente a su mal manejo, que da como resultado una pobre producción y baja calidad.

Entre los factores de manejo que se destacan por su influencia sobre la productividad y vida útil de la pradera, están el sistema de pastoreo y la carga animal. Los sistemas de pastoreo más utilizados son el continuo y el rotacional, la decisión sobre cual usar dependerá de los factores de manejo y de las especies de pastos.

Aunque existe información sobre la productividad y calidad del pasto transvala (*Digitaria decumbens* Stent), es poco lo que se conoce acerca del sistema de pastoreo que mejor le permita expresar a largo plazo su potencial productivo; por tal razón se planificó este ensayo comparativo de sistemas de pastoreo.

## 1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de dos sistemas de pastoreo sobre el rendimiento y calidad del forraje, y la producción de leche de una pradera de transvala.

### 1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar los rendimientos de forraje y su calidad en base al contenido de proteína cruda y la digestibilidad de la materia orgánica en pastoreo continuo y rotacional.
2. Comparar la producción de leche obtenida por unidad de área en ambos sistemas.
3. Estudiar posibles cambios en la composición botánica de la pradera como un efecto del sistema de pastoreo.
4. Analizar los beneficios de los dos sistemas.

## 2 REVISION DE LITERATURA

### 2.1 ESPECIE FORRAJERA

El pasto transevala (*Digitaria decumbens* Stent) Zn = 27, es una gramínea provista de largos estolones rastreros que fácilmente desarrollan raíces. Los tallos son erectos y crecen entre 20 a 30 cm, su inflorescencia es una espiga digitada con diez ramificaciones.

El transevala es nativo de Africa del Sur, se adapta a regiones tropicales y subtropicales húmedas, desde el nivel del mar hasta los 1600 m de altura, y con más de 1000 mm de precipitación al año. Requiere suelos de mediana a alta fertilidad y bien drenados; responde magníficamente al riego y a la fertilización soportando pastoreos pesados pero preferiblemente rotacionales (Santillán 1988).

Se propaga fácilmente por tallos y estolones, ya que no produce semilla viable. Bajo condiciones favorables puede darse el primer pastoreo liviano a los tres meses de sembrado. La producción de forraje es alta y puede alcanzar más de 35 tm/MS/ha/año, siendo el rango normal de 8 a 24. Es un pasto de buena calidad y muy apetecible, su digestibilidad oscila entre 48 y 67 % y su contenido de proteína cruda entre 7 y 12 %.

Se utiliza principalmente en pastoreo, aunque también produce heno de excelente calidad. Suele formar un colchón

grueso y casi se elimina por efecto de la sombra cuando se deja sin pastorear (Santillán, 1988).

## 2.2 DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO

### 2.2.1 PASTOREO ROTACIONAL

El concepto de pastoreo rotacional se remonta a por lo menos 400 años atrás (Smith, 1956; citado por Riewe, 1984).

Consiste en dividir el área de pastoreo en potreros pequeños y de superficie similar, donde los animales se trasladan sucesivamente en la medida que consumen el pasto y regresan al mismo potrero después de cumplirse el ciclo completo, cuando el pasto se ha recuperado (González, 1986).

Voisin (1959; citado por Mcilroy, 1987) postuló tres leyes del pastoreo rotacional:

- a) Para que una pradera cosechada por los animales pueda alcanzar su máxima productividad, debe transcurrir un intervalo de tiempo suficiente para que el pasto acumule las reservas necesarias para un rebrote vigoroso.
- b) El periodo de ocupación de la pradera debe ser lo suficientemente corto para que el pasto sea cortado sólo una vez.

c) Para que una vaca de rendimientos regulares de leche no debe permanecer más de tres días en la misma parcela, los rendimientos serán máximos si permanece sólo un día. Con el manejo anterior el rendimiento individual aumentará de un 20 a 30% comparado con el pastoreo continuo.

Sanra (1986; citado por Rodríguez, 1986) encontró en estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) que la producción de leche de vacas que pastaban en una misma pradera, aumentó hasta el cuarto día de permanencia y que a partir de este, decrecía por la disminución en el contenido de proteína y en la digestibilidad del pasto.

El pastoreo rotacional permite aumentar la carga animal, al proporcionar un descanso a las praderas durante las etapas más críticas para el desarrollo del pasto, a la vez que el uso del potrero puede ser más parejo; además el ganado consume las partes más altas de los pastos que contienen mayor cantidad de nutrientes (Guzmán, 1972).

Cuando se sobrepastorea una pradera, el pastoreo rotacional puede ser tan perjudicial para las plantas como el continuo. Si se relaciona el aprovechamiento del pasto con el índice de área foliar (IAF), es más fácil mantener un alto valor de este último bajo pastoreo en rotación; bajo pastoreo continuo hay sobrepastoreo o pastoreo deficiente y el IAF varía de valores muy altos a muy bajos. Si el pastoreo rotacional va acompañado de prácticas adecuadas de conservación es ideal para mantener altos rendimientos

(Blasser, 1980).

El pastoreo rotacional permite dar un manejo acorde al hábito de crecimiento de las diferentes especies de pastos, a las condiciones de la pradera y a las necesidades del animal; facilita el consumo más parejo del forraje con menor pérdida por pisoteo, y mejora la producción animal por área (Heath y Barnes, 1985).

Smith (1975; citado por Heath y Barnes, 1985) afirma que la defoliación repetida en el pastoreo continuo, ocasiona una disminución en las reservas de las raíces de las plantas, mientras que un manejo rotacional permite que éstas recobren suficientes reservas durante los periodos de descanso y acumulen un mayor IAF.

McMeekan (1960; citado por McIlroy, 1987) concluyó que no pueden lograrse los beneficios plenos del pastoreo rotacional a menos que el sistema vaya asociado con un elevado índice de carga animal. El aumento en la carga animal bajo pastoreo continuo, no va acompañado por un incremento tan grande en el rendimiento por hectárea, como sucede en el pastoreo rotacional. En ambos sistemas el aumento en la carga animal disminuye el rendimiento individual, pero aumenta la producción por ha.

Delgado y Alfonso (1974) compararon dos sistemas de pastoreo rotacional con 4 y 10 potreros, a dos niveles de carga (3.5 y 5 toros/ha) en pangola (*Digitaria decumbens*) sin riego y fertilizada con 300 kg N, 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 85 kg

K20/ha/año. Los sistemas de pastoreo no afectaron el comportamiento animal. Hubo una disminución en la ganancia diaria por animal y un aumento en la producción de carne por hectárea cuando se aumentó la densidad de carga de 3.5 a 5 animales/ha. Se concluyó que el uso de más de 4 potreros es de poco valor en términos de comportamiento animal, mientras conlleva un aumento en el costos.

### 2.2.2 PASTOREO CONTINUO

Este sistema se basa en la permanencia del ganado en un mismo potrero durante períodos prolongados de tiempo. Es ampliamente utilizado en condiciones extensivas, con pastos naturales, baja carga animal y donde la disponibilidad de tierra es abundante y barata. Los costos de producción son menores si se compara con el pastoreo rotacional, debido a la menor inversión en la división de potreros. Algunas veces se obtiene mayor rendimiento por animal que con el pastoreo rotacional, ya que el ganado puede seleccionar más los rebrotes jóvenes; sin embargo, la producción por unidad de área es menor, pues la carga animal utilizada es inferior (González, 1986; McIlroy, 1987).

Van Dyne y Heady (1966; citados por Ovalle, 1987) afirman que en el pastoreo continuo hay una utilización desigual del forraje y que la selectividad con que el ganado consume las plantas, cosechándolas repetidamente muy cortas.

motiva a la postre el deterioro de la pradera. Inicialmente el animal selecciona el forraje con alto contenido de proteína y energía, pero la calidad va disminuyendo a medida que se prolonga el período de pastoreo.

Una desventaja del pastoreo continuo en el trópico es la alta infestación de parásitos internos. La mayoría de estos necesitan por lo menos tres días desde que son depositados en la pastura hasta que logran alcanzar el tracto digestivo del animal. Si los animales se mueven frecuentemente de potrero se puede lograr algún control de las larvas (McIlroy, 1987; González, 1986; Skerman, 1980).

### 2.3 ESPECIES ADAPTADAS A CADA SISTEMA

El pastoreo rotacional es un sistema intensivo de manejo, utilizado con pastos mejorados que responden a la fertilización y soportan un pastoreo intenso, mientras el pastoreo continuo es un sistema extensivo usado con especies naturales de menor rendimiento (González, 1986; McIlroy, 1987).

Guzmán (1972) recomienda utilizar en pastoreo rotacional pastos con alto índice de crecimiento como el pangola, siendo indispensable la aplicación de fertilizantes para suplir más nutrientes y aumentar la calidad y rendimiento del forraje.

Heineman (1970; citado por Riewe, 1984) afirma que el

sistema de pastoreo a utilizar depende del hábito de crecimiento y la aceptabilidad de la planta. En plantas de porte erecto y susceptibles a la defoliación como la alfalfa (Medicago sativa), es más recomendable el pastoreo rotacional; mientras que en plantas como el trébol blanco (Trifolium repens) el pastoreo continuo favorece su persistencia, así como un comportamiento animal igual o superior al obtenido con el pastoreo rotacional (Blasser y col., 1969; Hull y col., 1971; citados por Riewe, 1984).

#### 2.4 COMPARACION DE PASTOREO CONTINUO Y ROTACIONAL SOBRE LA PRODUCCION ANIMAL

En diversos estudios se ha hallado un impacto significativo de la carga animal en la producción animal independientemente del sistema de pastoreo utilizado. Un elemento común ha sido la interacción entre la carga animal y el sistema de pastoreo. Con una carga animal leve la respuesta en pastoreo continuo es igual o mayor que en pastoreo rotacional, mientras que este último favorece la producción animal en pasturas cuando la carga es fuerte (Blasser y col., 1980).

Riewe (1984) concluye que a menos que una pastura soporte en forma continua un pastoreo intenso, el ganado no defolia totalmente una planta individual. Morris (1969; citado por Riewe, 1984) observó que bajo pastoreo continuo,

un área de 8 por 8 cm de Dactylis glomerata fue pastoreada más frecuentemente conforme disminuía el IAF. En forma similar Hodgson (1968) y Curl y Wilkins (1982; citados por Riewa, 1984) confirmaron éstas observaciones concluyendo que la frecuencia y el grado de defoliación de las plantas reflejan más un efecto de la carga animal que del sistema de pastoreo.

Cuando se trabaja con pastos no fertilizados y cargas bajas, no hay ventaja en utilizar un sistema de pastoreo diferente al continuo. Si se utilizan pastos fertilizados y altas cargas, el rotacional supera al continuo en 13 a 25% en producción de leche (McMeekan y Walshe, 1963; citados por Crowder, 1982; Eguiarte y col., 1982; citados por Rodríguez, 1986).

La producción de nutrientes digeribles totales por hectárea en el pastoreo rotacional puede superar en un 11 a 22% a la del continuo (Pigden y Greenshields 1960; citados por Heath y Barnes, 1985).

Dependiendo de las especies utilizadas el pastoreo rotacional rinde 8 a 10 % más de producción animal por unidad de área que el continuo, aunque éstas diferencias casi siempre no han sido estadísticamente significativas (McMeekan y Walshe 1963; Blasser y col., 1973; Ernest y col., 1980; citados por Heath y Barnes, 1986).

Eguiarte (1982; citado por Carrete, 1986) comparó el pastoreo continuo y el rotacional en praderas de estrella

africana fertilizadas con 150 kg N y 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/año, y sin fertilizar en condiciones de trópico seco. El pastoreo rotacional consistió en tres potreros con 28 días de descanso cada uno. No hubo diferencias en la producción de carne/ha; cuando los pastos fueron fertilizados, el pastoreo continuo dió una mayor producción de carne (374 kg/ha) comparado con el rotacional (352 kg/ha) en 308 días. En las praderas sin fertilizar se produjeron 229 kg de carne/ha en el sistema continuo y 186 kg en el rotacional. Se concluyó que la recuperación del pasto después del período de lluvias, era lenta por lo que no se encontró respuesta a la utilización del pastoreo rotacional.

Eguiarte y col. (1984; citados por Carrete, 1986) compararon la eficiencia de dos sistemas de pastoreo en el aprovechamiento de la resaca de sorgo. En el pastoreo continuo se obtuvo una ganancia diaria de 0.73 kg (154 kg de carne/ha) y en el rotacional en dos lotes con 28 días de ocupación y los mismos de descanso, 0.72 kg de ganancia diaria (165 kg de carne/ha). Los autores concluyeron que la combinación de sistemas de pastoreo, rotando las praderas durante la época de lluvias y manejándolas en pastoreo continuo en la época seca, puede dar buenos resultados.

Eguiarte (1988) comparó el pastoreo continuo y el rotacional (28 días de ocupación y 28 de descanso) durante 364 días en la producción de carne de vaquillas Guzerat, utilizando los pastos pangola y pará (*Brachiaria mutica*). En

pangola el sistema rotacional y el continuo produjeron 484 y 482 kg/carne/ha respectivamente, en pará la producción de carne por ha fue 506 kg en el rotacional y 454 en el continuo.

En un estudio realizado en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) en Escuintla, Guatemala; se comparó el pastoreo continuo y el rotacional en estrella africana. En un área de 3.5 ha se practicó el pastoreo continuo y en otra similar dividida en once potreros sometidos a 2 días de ocupación y 22 de descanso el rotacional. Durante la época seca la producción de leche en un sólo ordeño en el sistema rotacional fue de 4.5 l/vaca/día y en el continuo 2 l/vaca/día. Además el sistema rotacional sostuvo cuatro veces más animales que el continuo (Romero, 1980).

Ayala (1969; citado por Crowder y Chheda, 1982) comparó las ganancias de peso en pastoreo continuo y rotacional durante 333 días en pasto pangola con una fertilización de 150 kg de N/ha/año. No hubo diferencias entre los sistemas, en el rotacional los animales ganaron 0.66 kg peso/día y en el continuo 0.60.

Costas (1965; citado por Crowder y Chheda, 1982) encontró en guinea (*Panicum maximum*) y pangola con dosis altas de fertilización nitrogenada, diferencias significativas en la ganancia de peso de los becerros y en la producción de leche de sus madres a favor del pastoreo

rotacional (3 días de ocupación y 21 de descanso) comparado con el continuo.

Leeuw (1971; citado por Crowder y Chedda, 1982) comparó el pastoreo continuo y el rotacional en praderas naturales en el norte de Nigeria. Las ganancias de peso fueron de 15.8 kg/ha/año en el continuo y de 11.2 kg/ha/año en el rotacional.

En Rhodesia, Kennen (1969; citado por Crowder y Chedda, 1982) comparó durante 12 años el pastoreo continuo y el rotacional en praderas de jaraguá (*Hyparrhenia rufa*). Las mayores ganancias de peso por animal y por hectárea se obtuvieron en el pastoreo continuo. Con una carga de 0.2 animales/ha el continuo produjo 198 kg de carne/animal cada dos años y el rotacional 150.

En Tanzania se comparó el pastoreo continuo con el rotacional en praderas naturales de pasto rhodes (*Chloris gayana*), jaraguá y guinea. El pastoreo rotacional fue mejor que el continuo con una carga de 0.27 novillo/ha en todas las épocas del año, excepto entre finales de la estación seca y comienzos de la estación lluviosa. Durante esta última época el ganado perdió peso cuando se extendió el pastoreo a toda el área, en lugar de restringirlo a una parcela de la misma.

Los novillos pastoreando en gramíneas altas bajo pastoreo continuo, tuvieron mejor comportamiento que los en gramíneas cortas. Los resultados parecen deberse a la

interrelación de la carga y los sistemas de manejo. Cuando la intensidad del pastoreo fue baja se favoreció al pastoreo continuo, y cuando fue alta el pastoreo rotacional produjo los mayores aumentos en peso vivo por hectárea (Walker, 1968).

En un trabajo realizado en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, se compararon dos sistemas de rotación en una pradera de estrella recientemente establecida. El primero consistió en 28 potreros de 0.5 ha cada uno, con un día de pastoreo y 28 de descanso, y el segundo en cinco potreros de 2.8 ha cada uno, con siete días de pastoreo y 28 de descanso. Durante el primer año, el sistema de rotación diaria sostuvo una carga de 6.1 animales con una producción de 13,740 l/ha, y el de rotación semanal una carga de 5.4 animales/ha con una producción de 11,860 l/ha (Cubillos, 1973).

Escobar (1971) evaluó en el Departamento del Valle del Cauca, Colombia durante 386 días el comportamiento de novillas Cebú bajo pastoreo continuo y rotacional en praderas de pasto bahía (*Paspalum notatum*). Se utilizaron dos grupos de 84 novillas cada uno, con un peso promedio de 250 kg. En un área de 20.4 ha se practicó el pastoreo continuo y en otra similar dividida en 8 parcelas el rotacional, con un periodo de ocupación de 6 a 7 días y 42 de descanso. El pastoreo rotacional aumentó la producción de

forraje, el porcentaje de leguminosas en la pradera y se obtuvieron mayores ganancias de peso: 330 y 180 g/animal/día respectivamente. Las novillas en la rotación alcanzaron peso de apareamiento 77 días antes que las novillas en el pastoreo continuo; además de que la concentración de las novillas en un área ocho veces menor, permitió que los toros detectaran más fácilmente las que estaban en celo.

En un trabajo realizado por Castle y Watson (1975; citados por Blasser y col., 1986) se comparó la producción de leche y su contenido de grasa bajo tres sistemas de pastoreo: rotacional, rotacional selectivo (primero las vacas en producción, luego las secas y las vaquillas) y continuo. La producción de leche fue similar, pero la concentración de grasa fue mayor en el continuo.

En Australia, Davison (1981) estudió el efecto de diferentes estrategias de manejo de una pradera para la producción de leche. Usando 24 vacas holandesas compararon por 10 semanas el pastoreo continuo y el pastoreo rotacional (dos<sup>h</sup> semanas de descanso, dos de ocupación), en pasto braquiaria (*Brachiaria decumbens*) y pasto guinea. Las producciones de leche fueron de 10.8 kg/vaca/día en pastoreo continuo y 9.8 kg/vaca/día en pastoreo rotacional en braquiaria; 10.1 kg/vaca/día y 9.9 kg/vaca/día en guinea respectivamente.

Durante cuatro años, Stobbs (1969) comparó dos sistemas de manejo de pastoreo rotacional en 3 y 6 potreros, con el

pastoreo continuo en asociaciones de pasto guinea y Siratro (Macroptilium atropurpureum), utilizando novillos cebú; la carga se mantuvo en 4.6 animales/ha. La mayor producción se obtuvo con las praderas pastoreadas rotacionalmente en 3 parcelas (1544 kg de carne/ha), en las pastoreadas en forma continua la producción fue 1462 kg de carne/ha y en el pastoreo rotacional en 6 parcelas se obtuvo 1310 kg de carne/ha. Los aumentos de peso vivo durante los 3 primeros años fueron mayores en el pastoreo continuo, debido al mayor crecimiento del pasto en los periodos de baja disponibilidad de forraje. Los tratamientos de pastoreo rotacional mostraron cierta ventaja sobre el pastoreo continuo sólo cuando la disponibilidad de forraje era alta. Se encontraron además cambios en la composición botánica como resultado del manejo; la mayor proporción de gramíneas y la menor de malezas se obtuvo en el rotacional, en tanto que el contenido de leguminosas fue más alto en el pastoreo continuo.

Chen y Othman (1986) estudiaron los efectos en la producción animal, el rendimiento del forraje y la composición botánica de una pradera de Digitaria setivalva fertilizada con nitrógeno durante cuatro años. La mayor producción, resultante de un aumento en la carga animal se obtuvo con pastoreo rotacional (una semana de pastoreo y tres de descanso). Este sistema dió la mayor cantidad de forraje disponible y redujo la invasión de malezas en

comparación con el pastoreo continuo. El pastoreo rotacional con una carga de 6.7 animales/ha y el continuo con 5.3 animales/ha mantuvieron la pastura estable dando las mayores producciones.

Fitts (1987), comparó durante 4 años el pastoreo rotacional y el pastoreo continuo en praderas naturales de Texas evaluando las ganancias de peso y la cantidad y calidad del forraje. Durante el primer año la carga animal fue similar en ambos sistemas (13.3 ha/UA); en el segundo, la carga fue el doble en el sistema rotacional (6.8 ha/UA) y en el tercero y cuarto año, el sistema rotacional mantuvo 1.5 veces más carga (8.8 ha/UA) que el continuo. El promedio de ganancia diaria de peso fue similar en los dos sistemas durante el primer año (0.33 kg/día); en el segundo, cuando la carga animal se duplicó en el sistema rotacional, la ganancia diaria disminuyó (0.15 kg/día) comparada con el continuo (0.33 kg/día); en el tercero y cuarto año las ganancias de peso fueron similares en los dos sistemas. Los cambios en la composición botánica de la pradera fueron similares en ambos sistemas de pastoreo; no se encontraron diferencias en el contenido de proteína cruda y en la digestibilidad de la materia orgánica debidas al sistema de pastoreo. Los aumentos en la producción animal, el consumo y la calidad del forraje debidos al pastoreo rotacional no fueron significativos cuando se evaluó el efecto sobre los 4 años que duró el experimento.

Heitschmidt (1987), en un estudio realizado en Texas durante dos años, comparó la producción de forraje y la productividad animal por área de praderas naturales sometidas a pastoreo rotacional y a pastoreo continuo. La carga animal en el sistema rotacional fue de 3.7 ha/vaca/año y en el continuo de 5.9. El sistema de pastoreo no afectó la dinámica de crecimiento de la pradera, pero sí la calidad del forraje en términos del contenido de proteína cruda y digestibilidad de la materia orgánica, que fueron mayores en el pastoreo rotacional que en el continuo. El autor concluyó que con el pastoreo rotacional se puede aumentar la capacidad de carga en un 10 a 15 % debido al mejor aprovechamiento del forraje, mas no por la mayor producción del mismo. Los resultados indican que las diferencias entre los tratamientos fueron causadas por las tasas de carga y no por los sistemas de pastoreo.

### 3 MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACION DEL ENSAYO

El experimento fue conducido en los potreros de ganado lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, a 37 km al este de Tegucigalpa, a 14°N de latitud y 87°O de longitud y a 850 msnm, con una precipitación promedio de 1100 mm al año de junio a noviembre.

El total de precipitación registrado en 1990 fue de 1080 mm y en 1991 de 755 mm. Los datos meteorológicos durante ambos periodos se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación durante los periodos experimentales.

Periodo	precipitación mm
1990	
Julio	67.7
Agosto	166.1
Septiembre	278.2
Octubre	85.2
Noviembre	184.9
Total	782.1
1991	
Julio	57.7
Agosto	84.5
Septiembre	171.6
Octubre	117.6
Noviembre	11.1
Total	442.5

El ensayo se estableció al inicio de la estación

lluviosa (28 de mayo de 1990) y estuvo en funcionamiento dos periodos: del 2 de agosto al 19 de noviembre de 1990 (12 semanas) y del 18 de junio al 26 de octubre de 1991 (18 semanas), para un total de 30 semanas.

### 3.2 TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Los tratamientos fueron:

- A. Pastoreo continuo con una carga inicial de 3.6 animales/ha.
- B. Pastoreo rotacional con igual carga y un ciclo de pastoreo de 24 días (3 de ocupación y 21 de descanso).

El primer período experimental (1990) duró doce semanas. En las dos primeras, en el potrero en pastoreo continuo la carga fue de 2.6 animales/ha; en las seis semanas siguientes se aumentó a 3.2 animales/ha y en las últimas cuatro por la baja disponibilidad de forraje se disminuyó a 2.6 animales/ha, para un promedio de 2.8 animales/ha. El pastoreo rotacional mantuvo una carga de 3.6 animales/ha durante las doce semanas.

El segundo período experimental (1991) duró 18 semanas, en las cinco primeras el pastoreo continuo mantuvo una carga de 3.4 animales/ha y en las 13 restantes 2.6 animales/ha para un promedio de 3 animales/ha. El pastoreo rotacional sostuvo 3.6 animales/ha las primeras nueve semanas, 2.8

animales/ha las cuatro siguientes y 2.6 animales/ha en las cinco restantes para un promedio de 3.1 animales/ha. En ambos sistemas la carga animal se estimó en base a la disponibilidad de forraje durante cada período.

### 3.3 PARCELAS

Se dispuso de un área de 7.72 hectáreas sembradas con transvala y divididas en:

- Una parcela en pastoreo continuo de 3.86 ha.
- Una parcela en pastoreo rotacional de igual área, dividida en ocho franjas de 0.48 ha cada una.

La parcela en pastoreo continuo tenía 1.8 ha recién sembradas (1990) y 2 ha establecidas el año anterior. En el pastoreo rotacional las 3.86 ha se habían sembrado en 1990.

Antes de iniciar el experimento, en el potrero rotacional se hizo un pastoreo secuencial para obtener la rotación establecida. En el primer período experimental se fertilizó cada tratamiento con 32 kg N, 65 kg P2O5 y 32 kg K2O por ha en forma de 12-24-12; y luego se aplicaron 31 kg N por ha en forma de Urea. En el segundo período se suministraron 32 kg N, 65 kg P2O5 y 32 kg K2O por ha en forma de 12-24-12; 84 kg N y 92 kg S por ha en forma de sulfato de amonio y 41 kg de N por ha en forma de Urea.

El control de malezas de hoja ancha se realizó con Tordón 101, (2-4-D + Piclorán) al 1 % en forma localizada en

los dos tratamientos y durante ambos periodos experimentales. A mediados del primer periodo experimental se presentó un ataque de Salivazo (*Philaenus spumarius*) viéndose más afectado el potrero rotacional, no se tomó ninguna medida de control. Al inicio de cada periodo experimental hubo ataques de Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en ambos sistemas de pastoreo que se controlaron por factores ambientales. Como control a largo plazo se liberó *Telenomus remus* parasitoide de la plaga.

#### 3.4 UNIDADES EXPERIMENTALES

Se escogieron vacas con una edad y producción similar para cada tratamiento. En el primer periodo todas las vacas tenían más de 60 días de paridas. En el segundo periodo, se utilizaron vacas con menos de 60 días de paridas. Los animales se suplementaron con concentrado a partir de una producción de siete litros de leche corregida al 4 % de grasa, en una proporción leche-concentrado de 2:1 dividido en dos ordeños. Además los animales recibieron sales minerales a libre consumo.

#### 3.5 MUESTREO Y TOMA DE DATOS DE CAMPO

##### 3.5.1 PASTOREO CONTINUO

En 1990 y 1991, antes de introducir los animales al potrero, se estimó el forraje disponible y se ajustó la carga animal en base a cinco muestras de 0.5 m<sup>2</sup> cada una, recolectadas al azar a 3 cm del suelo.

Cada 15 días se estimó el consumo voluntario con cinco jaulas de 1 m de ancho por 1 m largo por 1.5 m de alto, colectándose una muestra de forraje residual de 0.5 m<sup>2</sup> y a 3 cm sobre el suelo, alrededor de cada jaula y una de forraje disponible dentro de la jaula. Después del corte se trasladó la jaula a otro sitio escogido aleatoriamente.

En el primer período las cinco muestras de forraje disponible se juntaron en una sola que se secó a 58°C por 72 horas y de la que se extrajo una submuestra de 300 g para hacer los análisis correspondientes, completando un total de cuatro muestreos; igual procedimiento se siguió con el forraje residual de las áreas adyacentes a las jaulas. En el segundo período se siguió el mismo procedimiento sólo que cada muestra se analizó independientemente, obteniéndose nueve muestreos de forraje disponible y de residual.

### 3.5.2 PASTOREO ROTACIONAL

En 1990 antes de introducir los animales para estimar el forraje disponible y ajustar la carga animal se tomaron cinco muestras al azar de 0.5 m<sup>2</sup> c/u, a 3 cm sobre el suelo y en 1991 se hizo en base a diez muestras. En ambos años

cada 15 días se colectaron muestras de forraje disponible antes de que entraran los animales al potrero y del forraje residual después de que salieran para estimar por diferencia el consumo voluntario. Los muestreos se hicieron sin repetir potrero.

En el primer período experimental se completaron cuatro muestreos de forraje disponible y residual, en el segundo nueve. Además, en 1981 el número de muestras de forraje disponible y residual por potrero se aumentó a diez y se analizó independientemente cada muestra.

### 3.6 DATOS A ANALIZAR

#### 3.6.1 EN LA PRADERA

De cada muestra se determinó el porcentaje de materia seca y materia orgánica, el contenido de proteína cruda por el método Kjeldahl (AOAC, 1970) y la digestibilidad *in VITRO* (Menke y col., 1979). Además se hicieron análisis de fraccionamiento de paredes celulares por el método de Van Soest y Goering (1971). Los análisis se hicieron en el Laboratorio de Nutrición de la Escuela Agrícola Panamericana.

Durante el segundo período experimental, se buscaron variaciones en la composición botánica de la pradera durante cada muestreo, en cada sistema de pastoreo, separando

manualmente pastos diferentes al transvala.

### 3.6.2 EN LA PRODUCCION ANIMAL

Mensualmente se pesaron los animales para calcular sus requerimientos de mantenimiento. La formulación del concentrado varió a lo largo de los períodos experimentales, por lo que se tomaron muestras periódicas para su análisis que aparecen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química del concentrado.

Año	raçion	PC (%) (1)	ED (Mcal/kg) (2)
1	1	18.00	3.42
	2	18.76	3.51
2	1	20.14	3.73
	2	19.68	3.51

(1) proteína cruda.

(2) energía digerible

Semanalmente se midió la producción de leche por vaca durante los dos ordeños, mediante el uso de medidores Mark 4 Alfa Laval. Cada mes se determinó el contenido de grasa en la leche por el método de Babcock (Revilla, 1982) en el Laboratorio de Productos Lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana, con lo que se corrigió la producción al 4 % de grasa. Con la producción semanal de leche corregida al 4 % de grasa, la composición y el consumo de concentrado y la ganancia de peso de las vacas se hizo un balance nutricional para estimar la cantidad de energía y proteína disponible

del forraje. Estos parámetros se expresaron por hectárea según la carga animal para compararlos estadísticamente.

### 3.7 DISEÑOS EXPERIMENTALES

#### 3.7.1 EVALUAR DIFERENCIAS EN LA PRODUCCION ANIMAL DEBIDAS A LOS TRATAMIENTOS

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 X 2 (2 años y 2 sistemas de pastoreo) para ver si había diferencias entre los sistemas de pastoreo y analizar la interacción año por sistema de pastoreo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de grados de libertad (gl) para el análisis estadístico de la producción animal.

Fuente de variación	gl
Tratamientos	3
Sistemas de pastoreo	1
Años	1
Sistemas de pastoreo X años	1
Error	58
Total	59

#### 3.7.2 EVALUAR DIFERENCIAS EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL FORRAJE

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 X 2 ( 2 años y 2 sistemas de pastoreo) para ver

si había diferencias entre los sistemas de pastoreo y analizar la interacción año por sistema de pastoreo (Cuadro 4.)

Cuadro 4. Distribución de grados de libertad (gl) para el análisis estadístico de el rendimiento y la calidad del forraje.

Fuente de variación	gl
Tratamientos	3
Sistemas de pastoreo	1
Años	1
Sistemas de pastoreo X años	1
Error	22
Total	25

## 4 RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 PRODUCCION DE FORRAJE

#### 4.1.1 COMPOSICION QUIMICA DEL FORRAJE DISPONIBLE Y RESIDUAL

En el Cuadro 5 se da la composición química del forraje disponible y en el Cuadro 6 la de el forraje residual, según el sistema de pastoreo y el año.

Cuadro 5. Composición química del forraje disponible en porcentaje.

Sistema	año	PC(1)	DIMO(2)	FDN(3)
CONTINUO	1	8.72	54.6	68.3
	2	9.33	57.8	73.9
	Prom.	9.05	56.2	71.1
ROTACIONAL	1	9.67	55.8	68.8
	2	8.12	57.1	73.0
	Prom.	9.39	56.5	70.9

(1) proteína cruda.

(2) digestibilidad in VITRO de la materia orgánica.

(3) fibra neutro detergente.

Cuadro 6. Composición química del forraje residual en porcentaje.

Sistema	año	PC	DIMO	FND
CONTINUO	1	8.99	52.3	71.2
	2	9.04	55.4	75.0
	Prom.	9.01	54.0	73.1
ROTACIONAL	1	7.82	53.8	71.6
	2	7.94	55.6	75.1
	Prom.	7.90	54.7	73.4

No se encontraron diferencias en la composición química, en ninguno de los dos casos, estos resultados coinciden parcialmente con los reportados por Pitts (1987) quien no encontró diferencias en el contenido de proteína cruda ni en la digestibilidad de la materia orgánica del forraje disponible atribuibles al sistema de pastoreo.

#### 4.1.2 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y NUTRIENTES DIGERIBLES

En el Cuadro 7 se presenta la disponibilidad promedio diaria de materia seca, materia orgánica digerible, proteína y energía digerible de cada sistema.

Cuadro 7. Disponibilidad de materia seca (MS), materia orgánica digerible (MOD), proteína cruda (PC) y energía digerible (ED) por hectárea según muestreos cada 15 días.

Sistema	año	MS (kg)	MOD (kg)	PC (kg)	ED(Gcal)
CONTINUO	1	5650.8	2666.4	491.3	11.4
	2	3204.3	1665.5	293.1	7.1
	Prom.	4427.5	2166.0	392.2	9.3
ROTACIONAL	1	5619.2	2705.6	545.0	11.7
	2	3960.1	2030.7	343.9	8.7
	Prom.	4789.7	2368.1	444.4	10.2

No se encontraron diferencias para éstas variables entre los sistemas de pastoreo, pero sí entre años ( $P < 0.01$ ) siendo en todos los casos mayor el primer año. Lo anterior confirma lo reportado por Heitschmidt (1987) de que

con el pastoreo rotacional se puede aumentar la capacidad de carga debido al mejor aprovechamiento del forraje, más no por la mayor producción del mismo.

#### 4.2 PRODUCCION ANIMAL

##### 4.2.1 CARGA ANIMAL

En el Cuadro 8 se presentan los promedios de carga animal por año, para cada sistema.

Cuadro 8. Carga animal.

Sistema	año	animales/ha
CONTINUO	1	2.6
	2	3.0
	Prom.	2.8
ROTACIONAL	1	3.6
	2	3.1
	Prom.	3.3

El promedio de carga animal por año fue 3.3 en el rotacional y 2.85 en el continuo, por lo que el rotacional soportó una carga superior en 14 %. Estos resultados concuerdan con lo indicado en la literatura de que el pastoreo rotacional aumenta la producción por área en 10 a 15 % (McMeekan y Walsh 1963; Blasser y col., 1973; Enerst y col., 1980; citados por Heath y Barnes, 1985; Heitschmidt.

1987).

#### 4.2.2 PRODUCCION DE LECHE Y GRASA

El Cuadro 9 contiene los promedios de producción de leche y grasa y el consumo de concentrado por año para cada sistema de pastoreo. El promedio de producción de leche fue de 14.27 kg/vaca/día en el continuo y 14.41 en el rotacional, el de grasa de 0.58 y 0.56 kg/vaca/día y el consumo de concentrado de 3.49 y 3.56 kg/vaca/día para el continuo y el rotacional respectivamente.

Cuadro 9. Consumo de concentrado y producción promedio de leche y grasa por vaca por día.

Sistema	año	concentrado (kg)	leche al 4 % de grasa (kg)	grasa (kg)
CONTINUO	1	2.98	13.33	0.53
	2	4.02	15.21	0.61
	Prom.	3.49	14.27	0.57
ROTACIONAL	1	3.64	14.94	0.58
	2	3.49	13.87	0.54
	Prom.	3.56	14.41	0.56

Hubo una interacción significativa ( $P = 0.02$ ) entre los sistemas de pastoreo y los años para el consumo de concentrado, lo cual indica que éste varió en cada sistema de un año al otro. No hubo diferencias en el consumo de concentrado por sistema pues éstas se compensaron de un año

al otro. Igual sucedió con la producción de leche ( $P = 0.02$ ) y de grasa ( $P = 0.01$ ) por vaca, lo cual indica que no hubo diferencias en la producción por animal entre los sistemas de pastoreo. Estos resultados concuerdan con los reportados por Ayala (1969; citado por Crowder y Chedda, 1982); por Blasser y col. (1986) y por Davison y col. (1981) quienes no encontraron diferencias significativas en la producción por animal entre los dos sistemas de manejo.

#### 4.2.3 PRODUCCION DE LECHE Y GRASA POR HECTAREA

El Cuadro 10 contiene los promedios diarios de producción de leche y grasa por sistema. Los promedios de producción de leche fueron 39.06 y 49.51 kg/ha/día y los de grasa 1.55 y 1.95 kg/ha/día para el continuo y el rotacional respectivamente.

Cuadro 10. Producción promedio de leche y grasa en cada sistema por día.

Sistema	año	leche al 4 % de grasa (kg/ha)	grasa (kg/ha)
CONTINUO	1	34.74	1.37
	2	43.38	1.74
	Prom.	39.06	1.55
ROTACIONAL	1	54.21	2.13
	2	44.88	1.77
	Prom.	49.51	1.95

Hubo una interacción significativa ( $P < 0.01$ ) entre los sistemas de pastoreo y los años en ambas variables, encontrándose diferencias en el primer año a favor del rotacional. En el primer año la disponibilidad de forraje fue alta y similar en ambos sistemas; sin embargo, la carga animal fue mayor en el rotacional por lo que la producción de leche y grasa fue mayor. En el segundo año la disponibilidad de forraje fue más baja pero similar en ambos sistemas y la carga se mantuvo igual, por lo que no se encontraron diferencias significativas en la producción. Estos resultados coinciden con los reportados por Walker (1968) y por Stobbs (1969) de que el sistema rotacional aumenta la producción por hectárea sólo cuando la disponibilidad de forraje es alta.

El aumento en producción de leche por hectárea en el sistema rotacional, para el total de los dos años, fue de un 21 % sobre el continuo y concuerda con lo reportado por McMeekan y Walsh (1963; citados por Crowder, 1982) y Eguiarte y col. (1982; citados por Rodríguez, 1986) quienes afirman que utilizando pastos fertilizados y altas cargas, el pastoreo rotacional supera en producción al continuo en un 13 a 25 %.

#### 4.2.4 ESTIMADO DEL POTENCIAL DE PRODUCCION DEL FORRAJE A PARTIR DE LA PRODUCCION, EL CONSUMO DE CONCENTRADO Y LA GANANCIA DE PESO DE LAS VACAS.

El promedio de peso de los animales durante el primer año fue de 514 kg en el sistema continuo y de 529 en el rotacional, con una ganancia de peso diaria de 0.42 y 0.29 kg respectivamente; en el segundo, el promedio fue de 480 kg en el continuo y de 454 en el rotacional, con una ganancia de 0.16 y 0.10 kg/día respectivamente. Los requerimientos de proteína y energía digerible para mantenimiento, cambio de peso y producción de leche por vaca por día se indican en el cuadro 11.

Cuadro 11. Requerimientos nutricionales de proteína cruda (PC) y energía digerible (ED) estimados por vaca por día.

Requerimientos (1)	año 1		año 2	
	PC(g)	ED(Mcal)	PC(g)	ED(Mcal)
CONTINUO				
Mantenimiento	374	18.45	363	17.68
Cambio de peso	+94	+2.93	+53	+1.66
Producción	1200	18.93	1370	21.61
ROTACIONAL				
Mantenimiento	365	19.00	344	16.73
Cambio de peso	+134	+4.19	+34	+1.06
Producción	1350	21.13	1250	19.70

(1) N.R.C., 1988; valor de las tablas + 10 % para energía por estar en pastoreo.

## 4.2.4.1 CONSUMO DE ENERGIA DIGERIBLE Y PROTEINA POR ANIMAL

En el Cuadro 12 se indica el aporte de energía digerible y proteína del pasto estimado a partir del consumo de concentrado, del cambio de peso y de la producción de leche. El promedio de energía digerible ingerida fue de 28.5 Mcal/vaca/día en el continuo y 28.33 en el rotacional, que cubren los requerimientos de mantenimiento y permiten una producción de 5.57 y 5.51 kg/vaca/día respectivamente. El consumo de proteína fue 1.05 kg/vaca/día en ambos sistemas, que además de cubrir el requerimiento de mantenimiento permite una producción de 6.80 kg/vaca/día.

Cuadro 12. Consumos estimados de proteína (PC) y energía digerible (ED) y sus potenciales de producción de leche por vaca por día.

Sistema	año	ED(Mcal)	PC(kg)	LE (kg)(1)	LP (kg)(2)
CONTINUO	1	30.03	1.11	6.13	7.26
	2	26.47	0.98	5.02	6.33
	Prom.	28.52	1.05	5.57	6.80
ROTACIONAL	1	31.77	1.18	6.04	7.48
	2	24.89	0.93	4.99	6.14
	Prom.	28.33	1.05	5.51	6.81

(1) leche producida a partir de la energía.

(2) leche producida a partir de la proteína.

No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las variables entre los sistemas de pastoreo. Hubo una interacción significativa ( $P < 0.01$ ) entre años y

sistemas de pastoreo, con un mayor consumo de energía digerible a partir del pasto en el sistema rotacional, durante el primer año y en el continuo durante el segundo. En el primer año la disponibilidad de forraje fue alta, habiendo mayor consumo de energía por animal en el rotacional; en el segundo año la disponibilidad fue baja, favoreciendo al sistema continuo por la mayor selectividad que este permite a los animales. Estas diferencias se compensaron de un año a otro, por lo que el potencial de producción de leche a partir de la energía del pasto sólo fue diferente ( $P = 0.0001$ ) entre años. Igualmente sucedió con el consumo de proteína y su potencial de producción de leche. Estos resultados concuerdan con lo reportado por González (1986; citado por McIlroy, 1987) que en pastoreo continuo se obtienen algunas veces mayores producciones por animal que en el rotacional debido a que los animales pueden seleccionar más el forraje, y con los obtenidos por Eguiarte (1982) y Eguiarte y col. (1984; citados por Carrete, 1986) que concluyen que cuando la disponibilidad de pasto es baja no hay respuesta a la utilización de pastoreo rotacional.

#### 4.2.4.2 CONSUMO DE ENERGÍA DIGERIBLE Y PROTEÍNA POR HECTÁREA

En el Cuadro 13 aparece el consumo total diario por hectárea de energía digerible y proteína del pasto, así como sus

potenciales de producción de leche, estimados a partir del concentrado, del cambio de peso y de la producción de leche. El promedio de energía digerible producido fue de 76.05 Mcal/ha/día en el continuo y de 97.22 en el rotacional, que permiten una producción de 15 y 18.90 kg de leche/ha/día, respectivamente. La producción de proteína fue de 2.84 y 3.65 kg/sistema/día que permiten una producción de 18.40 y 23.41 kg de leche/sistema/día respectivamente.

Cuadro 13. Consumos diarios estimados de proteína (PC) y energía digerible (ED) y sus potenciales de producción de leche por hectárea en cada sistema.

Sistema	año	ED(Mcal)	PC(kg)	LE(kg)(1)	LP(kg)(2)
CONTINUO	1	77.83	2.91	15.91	18.87
	2	74.28	2.78	14.07	17.91
	Prom.	76.05	2.84	15.00	18.40
ROTACIONAL	1	115.24	4.32	21.90	27.15
	2	79.21	2.97	15.91	19.72
	Prom.	97.22	3.65	18.90	23.41

(1) leche producida a partir de la energía.

(2) leche producida a partir de la proteína.

Hubo una interacción significativa ( $P < 0.01$ ) entre los sistemas de pastoreo y los años para todas las variables, encontrándose diferencias el en primer año a favor del rotacional. El primer año la disponibilidad de forraje fue alta y similar en ambos sistemas; sin embargo la carga animal fue mayor en el rotacional lo que indica que en éste hubo un mayor aprovechamiento del forraje lo cual incrementó

la energía y proteína consumida. En el segundo año la disponibilidad de forraje fue baja y similar en ambos sistemas y la carga se mantuvo casi igual, por lo que no se encontraron diferencias en la cantidad de nutrientes aportados por el pasto ni en sus potenciales de producción. Estos resultados coinciden con los encontrados por Walker (1968) y Stobbe (1969) de que el sistema rotacional aumenta la producción por hectárea sólo cuando la disponibilidad de forraje es alta.

#### 4.3 CONSUMO DE FORRAJE

En el Cuadro 14 se muestra el consumo promedio de pasto por año en el sistema continuo y en el Cuadro 15 el del sistema rotacional. Ambos fueron estimados usando los valores de forraje disponible y residual, el número de animales en pastoreo y el índice de crecimiento estimado del pasto.

Cuadro 14. Estimación del consumo de materia seca por animal en el pastoreo continuo.

	año 1	año 2
F. disponible, kg/ha	5650.82	3959.98
F. residual, kg/ha	4947.07	3253.92
F. consumido, kg/ha	703.75	706.06
No de animales por ha	2.6	3.0
Consumo por animal, kg/día (1)	18	15.8

(1) Período entre muestreos = 15 días.

Cuadro 15 Estimación del consumo de materia seca por animal en el pastoreo rotacional.

	año 1	año 2
F. disponible, kg/ha	5619.27	3960.19
F. residual, kg/ha	4941.08	3253.73
F. consumido, kg/ha	678.19	706.46
I.C. del pasto, kg/ha/día (1)	34	55.3
F. consumido, kg/gaveta (2)	374.5	418.70
No de animales	14	12
Consumo, kg/animal/día (3)	9	11.6

(1) I.C. = índice de crecimiento del pasto.

(2) área por gaveta = 0.48 ha.

(3) Período de ocupación 3 días.

#### 4.3.1 ESTIMADO DE LA PRODUCCION DE LECHE A PARTIR DEL CONSUMO ESTIMADO DE FORRAJE

En el Cuadro 16 aparecen la energía digerible y la proteína disponibles para producción con sus respectivos potenciales de producción de leche; estimados en base al consumo estimado de pasto.

Cuadro 16. energía digerible (ED) y proteína cruda (PC) disponible para producción a apartir del pasto y sus potenciales de producción de leche por vaca por día.

Sistema	año	ED(Mcal)	PC(kg)	LE (kg)(1)	LP (kg)(2)
CONTINUO	1	14.80	1.10	10.42	12.24
	2	15.69	1.05	11.04	11.72
ROTACIONAL	1	0	0.35	0	3.90
	2	7.72	0.68	5.43	7.58

(1) leche producida a partir de la energía.

(2) leche producida a partir de la proteína.

En el pastoreo continuo el consumo de materia seca fue muy alto, equivalente a 3.5 y 3.3 % del peso vivo durante el primer y segundo año respectivamente; al igual que la energía digerible y la proteína disponibles para producción. Estos resultados concuerdan con lo reportado por la literatura de que el método de jaulas para medir el consumo voluntario en pastoreo continuo es poco confiable cuando el número de éstas es menor de 24 por hectárea (Join. Rep., 1952 y Waddington y Cooke, 1971; citados por Mendoza y Lascano, 1984).

En el sistema rotacional el consumo estimado de materia seca durante el primer año fue bajo equivalente a 1.7 % del peso vivo, al igual que la energía digerible del pasto, la misma que sólo cubrió los requerimientos de mantenimiento. El consumo de proteína cubrió el requerimiento de mantenimiento y el de producción de 3.90 kg de leche, resultado que fue menor al obtenido en el balance nutricional de 6.81 kg. En base a la producción obtenida, lo anterior indica que el estimado de consumo de materia seca fue bajo. En el segundo año, el consumo de materia equivalió a 2.4 % del peso vivo, aportando energía para cubrir el requerimiento de mantenimiento y permitir una producción de 5.43 kg, superior en un 15 % al resultado obtenido en el balance nutricional de 5 kg. Igual cosa sucedió con la proteína, indicando que se sobrestimó el consumo de materia seca.

#### 4.4 COMPOSICION BOTANICA

El Cuadro 17 contiene el porcentaje promedio de transevala y estrella encontrado el segundo año en cada sistema de pastoreo para el forraje disponible y residual.

Cuadro 17. Porcentajes de transevala y estrella en el forraje disponible y residual durante el segundo año.

Sistema	tipo de forraje	transevala	estrella
CONTINUO	disponible	0.35	0.65
	residual	0.23	0.77
ROTACIONAL	disponible	0.49	0.51
	residual	0.34	0.66

En ambos sistemas se encontró menor porcentaje de transevala en el forraje residual y mayor porcentaje de estrella lo cual indica que los animales prefieren el transevala. El porcentaje de estrella en el forraje disponible del sistema continuo fue mayor que en el rotacional, lo que sugiere que en la pradera manejada en forma continua se conservó menos el transevala; lo cual se explica por la mayor oportunidad para seleccionar que tienen los animales en este sistema, ya que la palatabilidad del transevala es superior. Los resultados anteriores concuerdan con lo reportado por Van Dyne y Heady (1965; citados por Ovalle, 1987) quienes afirman que en el pastoreo continuo hay una utilización desigual del forraje y que la selectividad con que el ganado consume las plantas, motiva a

la postre el deterioro del pasto.

#### 4.5 COMPARACION ECONOMICA DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO

En el Cuadro 18 se hace un análisis económico de los tratamientos, para el cual se usó el promedio de leche producida en cada sistema. Se asumió que los costos de producción eran iguales, excepto el del cerco eléctrico para el sistema rotacional.

Cuadro 18. Análisis económico de los tratamientos.

CONTINUO	
Leche por sistema, kg/ha/día	39.06
Ingreso, Lps/ha (1)	9491.60
ROTACIONAL	
Leche por sistema, kg/ha/día	49.51
Costo adicional, Lps/ha (2)	478
Ingreso, Lps/ha	12030.9
Diferencia	2061.13

(1) en 180 días; valor por kg de leche = Lps 1.35.

(2) valor cerco eléctrico depreciado a 5 años.

En 180 días que es el período normal de pastoreo en la región el ingreso del sistema rotacional fue mayor en 2061.33 Lps/ha. Este resultado coincide con el encontrado por Walker (1968) y por Stobas (1969).

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No se encontraron diferencias significativas en la producción por animal entre los sistemas de pastoreo, pero se mostró una tendencia de mayor producción en el rotacional cuando la disponibilidad de forraje era alta y en el continuo cuando la disponibilidad era baja. Además, sólo se registraron diferencias en la producción por hectárea a favor del rotacional cuando la disponibilidad de forraje era alta. Podría ser una buena alternativa combinar los dos sistemas de pastoreo de acuerdo a la disponibilidad de forraje.

El rendimiento de forraje y de nutrientes digeribles fue similar en ambos sistemas por lo que la mayor producción por hectárea en el sistema rotacional se debe al mejor aprovechamiento del forraje.

La composición botánica de la pradera fue afectada por los sistemas de pastoreo. hubo una disminución en el porcentaje de transevala y un aumento en el de ostrella en ambos sistemas, siendo esto más marcado en el pastoreo continuo por la mayor oportunidad de seleccionar que tienen los animales, ya que la palatabilidad del transevala es mayor.

El pastoreo rotacional aumentó el ingreso por hectárea en 2061.33 Lps. en 180 días que es el período normal de pastoreo en la región.

Se recomienda realizar estudios que abarquen más de dos años y en donde se incluyan pastos naturales y mejorados asociados a diferentes factores de manejo.

## 6 RESUMEN

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, entre el 2.8 y el 19.11 de 1990 y el 18.6 y el 26.10. de 1991. La precipitación en 1990 fue de 1080 mm y en 1991 de 755 mm. Se comparó el pastoreo continuo y el rotacional (3 días de ocupación y 21 de descanso) en la producción de leche, el rendimiento y la calidad de una pradera de transvala (*Digitaria decumbens* Stent). Las vacas recibieron concentrado a partir de una producción de 7 kg de leche al 4% de grasa; en una proporción leche-concentrado de 2:1.

La producción de forraje y su calidad fueron similares en ambos sistemas de pastoreo. La carga animal promedio fue de 3.30 vacas/ha en el rotacional y de 2.85 en el continuo. La producción de leche fue de 14.3 kg/vaca/día en el continuo y de 14.4 en el rotacional, la de grasa de 0.58 y 0.56 kg/vaca/día y el consumo de concentrado de 3.49 y 3.56 kg/vaca/día respectivamente. La producción de leche por ha fue de 39.1 kg/día en el continuo y 49.5 en el rotacional y la de grasa de 1.55 y 1.95 kg/día respectivamente. En ambos años las vacas ganaron de peso.

La ingestión de energía digerible del pasto, estimada a partir de la producción, el cambio de peso y la ingestión de concentrado fue de 28.5 Mcal/vaca/día en el continuo y de 28.3 en el rotacional, que cubre los requerimientos de

consumo estimado de proteína fue de 1.05 kg/vaca/día en ambos sistemas, que además de cubrir el requerimiento de mantenimiento permite una producción de 6.8 kg/vaca/día. La composición botánica fue afectada por los sistemas de pastoreo; en el segundo año el porcentaje de estrella en el sistema continuo fue mayor que en el rotacional, atribuido al mayor consumo de transvala. En 180 días que es el período normal de pastoreo en la región el ingreso del sistema rotacional fue mayor en 2061.33 Lps.

## BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Chemist. 13th Washington D.C., U.S.A.
- BLASSER, E. 1980. Sistemas de explotación en pastoreo. In Heath, H.; Barnes, R. y Metcalpe, P. Forages the science of grassland agriculture. 9 ed. Virginia p. 601-621.
- , 1986. Forage-Animal Management Systems. Virginia Agricultural Experiment Station. Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia. Boletín 86-7. p. 37-42.
- CARRETE, F. y EGUIARTE, J. 1986. Alternativas de producción de carne con ganado en pastoreo en el norte de Nayarit. In Peña, P. Actualización sobre producción de forrajes en la Costa del Pacífico. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. p. 20-35.
- CHEN, C. y OTHMAN, O. 1986. Effects of stocking rate and grazing management on cattle production from tropical grass (*Digitaria sativava*). Mardi Research Bulletin. 14(1): 69-80.
- CROWDER, L. y CHEDDA, H. 1982. Grazing management and animal feeding. In Wringley, G. Tropical Grassland Husbandry. New York. 500p.
- CUBILLOS, G. 1973. El uso intensivo del pasto estrella africana (*Cynodon dactylon*) en la producción de leche. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 7º. día de campo ganadero. Turrialba, Costa Rica. p. 14-16.
- DAVISON, T.; COWAN, R. y O'ROURKE, P.K. 1981. Management practices for tropical grasses and their effects on pasture and milk production. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 21: 196-202.

- DELGADO, A. y ALFONSO, F. 1974. Efecto del sistema de pastoreo y la carga animal en la producción de carne en pasto pangola (*Digitaria decumbens*). Revista de Ciencia Cubana. 8: 129-135.
- ESCOBAR, L. 1971. Comportamiento de novillas cebú en pastoreo continuo y rotacional en pasto bahía (*Paspalum notatum*) In Ramírez, P. Producción de carne con forrajes en el Valle del Cauca, Palmira. Instituto Colombiano Agropecuario. Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas. Regional no. 5. Boletín Técnico No. 15: 76-81.
- EGUIARTE, V. 1988. Estudios comparativos de sistemas de pastoreo en praderías de temporal y riego. In Hernández, J. Memorias de Reunión Nacional de Investigaciones Pecuarias. México. p. 116-117.
- GOERING, H. y VAN SOEST, P. 1971. Forage fiber analysis. Agriculture Handbook No. 379. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture.
- GONZALEZ, B. 1986. Producción de pastos para pastoreo. Fundación de Servicio para el Agricultor (FUSAGRI). Venezuela. 10: 81-86.
- GUZMAN, J. 1972. Utilización de los pastos y los alimentos concentrados en la producción de leche. Revista de Agricultura y Cría Venezolana. Venezuela. 53(4): 259-261.
- HEATH, M.; BARNES, R. y METCALFE, D. 1986. Forages the science of grassland agriculture. 4ta ed. Ames, USA. p. 439-539.
- HEITSCHMIDT, S. 1987. Some effects of a rotational grazing treatment on quantity and quality of available forraje and amount of ground litter. Journal of Range Management. 40(4): 314-318
- MENKE, K.; RAAB, L.; SALEWSKI; STEINGASS, H.; FRITZ, D.; y SCHNEIDER, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuff from gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. J. Agric. Sci., (Camb). 93:217.

- McILROY, R. J. 1987. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. 4ta ed. Limusa. México. p. 73-89
- LASCANO, C. y MENDOZA, P. 1984. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. In Lascano y Pizarro. Evaluación de pasturas con animales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 144-160.
- OVALLE, M. 1987. La carga animal con ovinos en el Espinal de la zona mediterránea subhúmeda. In Domínguez, P. Carta final de vegetación. Chile. p. 12-18.
- PITTS, J. 1987. Steer and vegetation response to short duration and continuous grazing. Journal of Range Management. 40(5): 386-390.
- RIEWE, E. M. 1984. Manejo del pastoreo fijo o variable en la evaluación de pasturas. In Lascano y Pizarro. Evaluación de pasturas con animales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 72-75.
- ROMERO, S. 1980. Información preliminar de un modelo de producción intensiva de ganado de doble propósito en Nueva Concepción Guatemala. Revista de Agronomía. Escuintla, Guatemala. 21: 8-10.
- RODRIGUEZ, P. y HERNANDEZ, R. 1986. Producción de leche en praderas tropicales. In Peña, P. Actualización sobre la producción de forrajes en la Costa del Pacífico. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pecuario El Macho. Tecuala, México. p.1-14
- SANTILLAN, R. 1988. Gramíneas introducidas y cultivadas como forrajeras en el trópico Americano. In Santillán, R. Material mimeografiado para dictar el curso de pastos y forrajes de la Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. sp.
- SKERMAN, J. y RIVELOS, F. 1980. Management of improved grassland in semi-intensive and intensive production systems. In Tropical grasses. FAO, Rome. p. 77-85.

SQUELLA, R. y MENESES, R. 1986. Influencia del residuo sobre la productividad de la pradera natural Mediterránea. Revista de Agricultura Técnica. México. 46:325-330.

STOBBS, T.H. 1969. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. III. Rotational and continuous grazing. Tropical Agriculture. 46(4): 293-301.

WALKER, B. 1968. Grazing experiments at Ukiriguru. Tanzania. II. Comparisons of rotational and continuous grazing systems in natural pastures of hardpan soils. East African Agricultural and Forestry Journal. 33: 235-244.

**ANKXOS**

ANEXO 1.1 Análisis de varianza porcentaje de proteína cruda (PC), digestibilidad in VITRO de la materia orgánica (DIMO) y fibra neutro detergente (FND) del forraje disponible por sistema.

FV	gl	PC	DIMO	FND
Año (A)	1	0.005 (P= 0.97)	28.73 (P= 0.28)	130.30 (P= 0.0001)
Sistema (S)	1	0.15 (P= 0.83)	0.02 (P= 0.97)	1.60 (P= 0.61)
A x S	1	1.85 (P= 0.47)	5.0 (P= 0.65)	2.86 (P= 0.50)
Error	25	3.53	24.01	6.0
CV %		20.39	8.62	3.40

ANEXO 1.2 Análisis de varianza rendimiento de materia seca (MS) y materia orgánica digerible (MOD) por sistema.

FV	gl	MS	MOD
Año (A)	1	23338520.06 (P= 0.0001)	3887858.66 (P= 0.002)
Sistema (S)	1	1714381.40 (P= 0.21)	455929.74 (P= 0.25)
A x S	1	858448.31 (P= 0.37)	147102.51 (P= 0.51)
Error	25	1050028.74	333313.33
CV %		24.31	27.41

ANEXO 1.3 Análisis de varianza rendimiento de proteína cruda (PC) y energía digerible (ED) por sistema.

FV	gl	PC	ED
Año (A)	1	220819.99 (P= 0.0001)	73.47 (P= 0.002)
Sistema (S)	1	17356.80 (P= 0.14)	8.49 (P= 0.24)
A x S	1	11.89 (P= 0.96)	2.39 (P= 0.53)
Error	25	7545.10	6.98
CV %		22.86	27.06

ANEXO 1.4 Análisis de varianza consumo de concentrado (CC) y producción de leche (PL) y grasa (PG) por vaca por día.

FV	gl	CC	PL	PG
Año (A)	1	3.02 (P= 0.07)	2.37 (P= 0.53)	0.007 (P= 0.373)
Sistema (S)	1	0.08 (P= 0.76)	0.26 (P= 0.83)	0.00003 (P= 0.951)
A x S	1	5.18 (P= 0.02)	31.60 (P= 0.02)	0.059 (P= 0.013)
Error	56	0.92	5.92	0.009
CV %		26.87	16.92	16.60

ANEXO 1.5 Análisis de varianza producción de leche (PL) y grasa (PG) por hectárea.

FV	gl	PL	PG
Año (A)	1	2.04 (P= 0.90)	0.0001 (P= 0.98)
Sistema (S)	1	1575.27 (P= 0.0008)	2.21 (P= 0.001)
A x S	1	1170.94 (P= 0.004)	1.94 (P= 0.003)
Error	56	129	0.20
CV %		25.66	25.56

ANEXO 1.6 Análisis de varianza energía digerible (ED) disponible por vaca del pasto y potencial de producción de leche (LE) estimados a partir de la producción de leche, el cambio de peso y la ingestión de concentrado.

FV	gl	ED	LE
Año (A)	1	392.92 (P= 0.0001)	16.85 (P= 0.0001)
Sistema (S)	1	0.99 (P= 0.33)	0.04 (P= 0.76)
A x S	1	39.93 (P= 0.0001)	0.01 (P= 0.85)
Error	56	1.06	0.53
CV %		3.70	13.35

ANEXO 1.7 Análisis de varianza proteína cruda (PC) disponible por vaca del pasto y su potencial de producción de leche (LP) estimados a partir de la producción de leche, el cambio de peso y la ingestión de concentrado.

FV	gl	PC	LP
Año (A)	1	0.53 (P= 0.0001)	18.45 (P= 0.0001)
Sistema (S)	1	0.0009 (P= 0.67)	0.01 (P= 0.89)
A x S	1	0.060 (P= 0.001)	0.59 (P= 0.33)
Error	56	0.005	0.62
CV %		6.80	11.73

ANEXO 1.8 Análisis de varianza energía digerible (ED) disponible por ha del pasto y su potencial de producción de leche (LE).

FV	gl	ED	LE
Año (A)	1	5639.35 (P= 0.0001)	220.75 (P= 0.0001)
Sistema (S)	1	4817.97 (P= 0.0001)	220.91 (P= 0.0001)
A x S	1	3798.47 (P= 0.0001)	82.04 (P= 0.0067)
Error	56	93.03	7.81
CV %		11.40	16.88

ANEXO 1.9 Análisis de varianza proteína cruda (PC) disponible por ha del pasto y su potencial de producción de leche (LP).

FV	gl	PC	LP
Año (A)	1	7.75 (P= 0.0001)	253.47 (P= 0.0001)
Sistema (S)	1	9.31 (P= 0.0001)	366.51 (P= 0.0001)
A x S	1	5.34 (P= 0.0001)	150.39 (P= 0.0020)
Error	56		
CV %		14.61	18.43

## ANEXO 2.1 porcentaje de grasa por vaca.

Año 1 Mes	rotacional % grasa	continuo % grasa
1	3.61	3.63
2	3.70	3.88
Prom.	3.66	3.75
Año 2 Mes	rotacional % grasa	continuo % grasa
1	3.84	3.82
2	3.72	3.94
3	3.84	3.81
4	4.08	3.94
5	3.84	3.97
Prom.	3.88	3.90

ANEXO 3.1 Producción de leche y grasa por vaca y por sistema en pastoreo confiano.

Año 1	leche 42	grasa	leche 42	grasa	carga
Semanas	kg/vaca	kg/vaca	kg/sist.	kg/sist.	anim/ha
1	16.86	0.73	39.32	1.33	2.3
2	16.27	0.70	37.92	1.47	2.3
3	15.73	0.64	44.83	1.74	2.8
4	15.82	0.62	45.09	1.76	2.8
5	14.74	0.64	42.00	1.63	2.8
6	13.27	0.63	37.83	1.47	2.8
7	12.37	0.56	35.25	1.37	2.8
8	12.58	0.59	35.85	1.43	2.8
9	10.63	0.55	24.79	1.14	2.3
10	10.90	0.47	25.42	1.01	2.3
11	10.31	0.49	24.05	0.96	2.3
12	10.52	0.45	24.53	0.98	2.3
	13.33	0.59	34.74	1.37	2.6
Año 2	leche 42	grasa	leche 42	grasa	carga
Semanas	kg/vaca	kg/vaca	kg/sist.	kg/sist.	anim/ha
1	19.38	0.78	65.94	2.80	3.38
2	17.60	0.78	66.02	2.72	3.38
3	18.59	0.74	62.62	2.55	3.38
4	18.81	0.72	60.66	2.46	3.38
5	15.73	0.63	52.96	2.29	3.38
6	16.34	0.67	42.34	2.05	2.60
7	15.04	0.62	38.97	1.94	2.60
8	13.42	0.55	34.76	1.64	2.60
9	13.74	0.57	35.61	1.54	2.60
10	13.56	0.56	35.14	1.37	2.60
11	13.41	0.54	34.74	1.28	2.60
12	13.23	0.55	34.34	1.19	2.60
13	13.75	0.54	35.61	1.36	2.60
14	13.94	0.55	36.12	1.18	2.60
15	14.59	0.57	37.79	1.27	2.60
16	13.91	0.54	36.04	1.49	2.60
17	13.96	0.56	36.16	1.36	2.60
18	13.51	0.55	35.01	1.32	2.60
	15.22	0.61	43.38	1.77	3.00

ANEXO 3.2 Producción de leche y grasa por vaca y por sistema  
en pastoreo rotacional.

Año 1	leche 42	grasa	leche 42	grasa	carga
Semanas	kg/anio.	kg/anio.	kg/sist.	kg/sist.	anim/ha
1	12.45	0.73	66.91	2.63	3.6
2	17.74	0.70	64.21	2.53	3.6
3	16.31	0.64	59.15	2.32	3.6
4	15.76	0.62	57.17	2.25	3.6
5	16.38	0.64	59.42	2.33	3.6
6	16.10	0.63	58.38	2.30	3.6
7	14.13	0.56	51.24	2.01	3.6
8	15.02	0.59	54.47	2.16	3.6
9	13.93	0.55	50.52	1.99	3.6
10	11.88	0.47	43.09	1.70	3.6
11	12.27	0.49	44.51	1.74	3.6
12	11.45	0.45	41.53	1.64	3.6
	14.95	0.59	54.22	2.13	3.6

  

Año 2	leche 42	grasa	leche 42	grasa	carga
Semanas	kg/anio.	kg/anio.	kg/sist.	kg/sist.	anim/ha
1	19.43	0.77	70.48	2.63	3.6
2	18.86	0.75	68.34	2.63	3.6
3	17.65	0.70	64.00	2.49	3.6
4	17.13	0.66	62.15	2.42	3.6
5	15.87	0.63	57.54	2.11	3.6
6	13.74	0.57	49.64	1.74	3.6
7	13.64	0.54	49.45	1.60	3.6
8	11.60	0.46	42.81	1.43	3.6
9	10.83	0.42	39.28	1.46	3.6
10	12.65	0.48	34.18	1.45	2.8
11	11.84	0.45	33.79	1.44	2.8
12	11.03	0.42	31.43	1.43	2.8
13	12.13	0.48	34.55	1.39	2.8
14	11.64	0.46	34.17	1.41	2.4
15	12.54	0.49	32.54	1.40	2.4
16	13.35	0.52	34.04	1.41	2.8
17	12.97	0.53	33.59	1.46	2.6
18	12.59	0.51	32.60	1.41	2.6
	13.67	0.55	44.42	1.74	3.0

Anexo 4 Costos de un cerco eléctrico por ha.

	unidad	cantidad	precio/unidad (Lps)	valor (Lps)
Impulsador	c/a	1	450	450
Postes	c/a	28	20	560
Alambre	m	416	0.28	116.4
Aisladores	c/a	28	2.01	56
Mano de obra	hr	8.29	1.54	12.76
Total (Lps).				1194.0
Depreciación 7 años				239.0
Interés sobre el capital (20%)				239.0
Costo por ha (Lps)				478.0