

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

EVALUACION DEL PASTO ESTRELLA (*Cynodon nlemfuensis*) SOLO Y
ASOCIADO CON LAS LEGUMINOSAS FORRAJERAS *Arachis pintoi* CIAT
17434 y *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 EN LA PRODUCCION DE
LECHE Y SUS COMPONENTES

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

Magister Scientiae

Por

LOURDES MARIELLA VAN HEURCK BARRIONUEVO

Turrialba, Costa Rica
1990

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

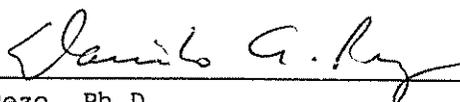
MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:



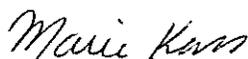
Francisco Romero, Ph.D.

Profesor Consejero



Danilo Pezo, Ph.D.

Miembro del Comité

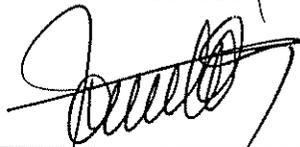


Maria Kass, Ph.D.
Miembro del Comité



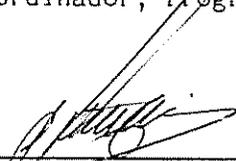
Pedro Argel, Ph.D.

Miembro del Comité



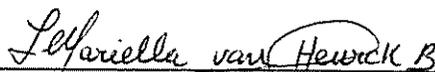
Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.

Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado



Dr. José Luis Parisí

Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Lourdes Mariella van Heurck

Candidato

DEDICATORIA

A mis padres Wuilly y Vilma
por su amor y dedicación

A mis hermanas Virginia y Vilma
por inmenso cariño

A mi sobrinito Miguel Angel

AGRADECIMIENTOS

La autora desea expresar su más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

Al Dr. Francisco Romero, Profesor Consejero Principal, por su valiosa orientación, revisión del presente estudio, por su calidad humana y excelente amigo durante los dos años de mi estadia en CATIE.

A los miembros del Comité Asesor: Dra. María Kass, Dr. Danilo Pezo y Dr. Pedro Argel por sus valiosas sugerencias, observaciones al texto y amistad brindada.

Al Dr. José Toledo y al Dr. Guillermo Gálvez, por haberme brindado las facilidades para efectuar mis estudios de Posgrado, así como por su gran amistad.

A mis compañeros de promoción por haber compartido estos dos años inolvidables, en especial a Beatriz, Alejandra, Vicente, Silvia, Néstor, Jenny, Gabriel, Martha y Marielos.

A la familia Arze y en especial a la Sra. Maruja, por compartir agradables momentos familiares y hacerme sentir como en casa.

Al Gobierno de Holanda y al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por permitirme realizar mis estudios de posgrado. Así como al Proyecto Silvopastoril (CATIE-CIID) por su apoyo en mi trabajo experimental.

A Don Victor López por su colaboración en la realización del trabajo de campo, como a los que trabajan en la planta lechera y en la finca del área de Ganadería Tropical.

A Gerardo Rodriguez, Frank López y Circe Ramirez por su colaboración en el análisis de las muestras en el Laboratorio de Ganadería Tropical.

A Luis Carlos Saborío, por su colaboración en el trabajo experimental y a Johnny Montenegro por su ayuda en el ordenamiento de los datos.

A Gustavo López y Johnny Pérez por su ayuda en el análisis estadístico de los datos.

A Rose Mary, Carmen María, Lorena y Marlene por su amistad y labor secretarial.

A todos los profesores del Programa de Maestría por sus enseñanzas.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por la oportunidad brindada para realizar mis estudios de maestría.

A todas aquellas personas que me brindaron su amistad y apoyo mis agradecimientos.

A Costa Rica por su amabilidad y hospitalidad brindada.

BIOGRAFIA

La autora nació en Lima, Perú el 6 de junio de 1962. Obtuvo el título de Ingeniero Zootecnista en la Universidad Nacional Agraria La Molina, en 1985.

Desde 1985 hasta 1988 trabajó como asistente de investigación en el Proyecto Cooperativo de Investigación en Pasturas Tropicales INIIA/IVITA/CIAT.

En 1988 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y en 1990 obtuvo el grado de Magister Scientiae en Producción Animal.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	ix
SUMMARY	xi
LISTA DE CUADROS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xvi
1 INTRODUCCION	1
2 REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Potencial de la pradera	5
2.2 Rol de las leguminosas en las pasturas asociadas	8
2.3 Características del <u>Desmodium ovalifolium</u>	10
2.4 Características del <u>Arachis pintoii</u>	12
2.5 Producción de leche a base de gramíneas y leguminosas	14
2.6. Componentes de la leche	17
2.7 Concentración de Urea en Sangre	20
3 MATERIALES Y METODOS	22
3.1 Localización	22
3.2 Manejo General del Ensayo	24
3.3 Variables Experimentales	26
3.4 Variables de respuesta	27
3.4.1 Componente Pasto	27
3.4.1.1 Materia seca ofrecida	27
3.4.1.2 Composición botánica del forraje disponible	29
3.4.1.3 Calidad del forraje en oferta y residual	30
3.4.2 Componente animal	31
3.4.2.1 Manejo de los animales durante la fase experimental	31
3.5 Diseño Experimental	33

4	RESULTADOS Y DISCUSION	37
4.1	Disponibilidad de biomasa total	37
4.1.1	Disponibilidad de material verde ofrecido y residual	40
4.1.2	Disponibilidad de material inerte ofrecido y residual	44
4.2	Composición botánica y disponibilidad de los diferentes componentes de la pradera	47
4.2.1	Contribución del pasto estrella a la biomasa disponible durante el experimento	48
4.2.2	Disponibilidad de pasto estrella africana en la pradera	51
4.2.3	Contribución de las leguminosas a la biomasa disponible	51
4.2.4	Disponibilidad de leguminosas	56
4.2.5	Contribución de las malezas a la biomasa disponible	58
4.2.6	Contribución del componente pasto natural a la biomasa disponible	59
4.3	Calidad nutritiva del forraje	60
4.3.1	Calidad del forraje en oferta y residual	60
4.3.2	Calidad del forraje en oferta y residual del material vivo	63
4.3.3	Calidad del forraje en oferta del material inerte	66
4.4	Producción de leche	67
4.5	Componentes de la leche	72
4.6	Urea Sanguínea	75
4.7	Ganancia diaria de peso en promedio	77
4.8	Ingreso bruto marginal diario	78
5	DISCUSION GENERAL	80
6	CONCLUSIONES	86
7	RECOMENDACIONES	87
8	BIBLIOGRAFIA	88
9	APENDICE	97

VAN HEURCK B., L.M. 1990 Evaluación del pasto Estrella (Cynodon nlemfuensis) solo y asociado con las leguminosas forrajeras Arachis pintoï CIAT 17434 y Desmodium ovalifolium CIAT 350 en la producción de leche y sus componentes. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 111 p.

Palabras claves: Cynodon nlemfuensis, Arachis pintoï CIAT 17434, Desmodium ovalifolium CIAT 350, % PC, % DIVMS, Composición botánica, producción de leche, componentes de la leche, concentración de urea en sangre.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental del área de Ganadería Tropical, tuvo como objetivo determinar el efecto de la asociación del pasto Estrella Africana (Cynodon nlemfuensis) con las leguminosas herbáceas Arachis pintoï y Desmodium ovalifolium sobre la producción de leche y sus componentes.

Las variables experimentales bajo estudio fueron tres tipos de pastura: a) Estrella africana en monocultivo b) Estrella+Arachis pintoï CIAT 17434 y c) Estrella+Desmodium ovalifolium CIAT 350, se utilizaron 27 vacas lecheras entre puras y mestizas de las razas Criolla Lechera y Jersey, las cuales fueron escogidas del hato del CATIE.

Las variables de respuesta para el componente pasto fueron disponibilidad de la materia seca (Haydock y Shaw, 1975), la composición botánica por el método del rango de peso seco (Mannetje y Haydock, 1963). Además la disponibilidad del forraje se evaluó en función de sus componentes: materia verde y materia inerte. Se determinó también la calidad del forraje en oferta y residual en términos de proteína cruda y la digestibilidad in vitro de la materia seca.

Respecto al componente animal se asignaron tres vacas al azar a cada tratamiento con una carga de 2.9 u.a./ha. Se midió la producción de leche y sus componentes. También se determinó la concentración de urea sanguínea.

Para la evaluación de leche y sus componentes se utilizó un diseño experimental tipo Cuadrado latino con tres tratamientos, tres períodos y repetido tres veces en el tiempo, en los cuales las vacas constituyeron las columnas y los períodos las hileras. El diseño experimental para el componente pasto fue el de Parcelas Divididas, en el cual los tratamientos constituyeron las parcelas, los cuadrados las sub-parcelas y los períodos dentro de cuadrados las sub-subparcelas.

Los resultados muestran que se encontraron diferencias ($P < 0.009$) para disponibilidad de material verde entre tratamientos, encontrándose la mayor disponibilidad en el tratamiento de Estrella + Desmodium (2582 kg/ha) lo cual probablemente fue debido a su menor consumo, consecuencia de poseer un alto contenido de taninos.

La leguminosa Arachis pintoii tuvo un efecto positivo ($P < 0.05$) sobre la calidad del forraje obteniéndose la mayor digestibilidad (57%) en el tratamiento de Estrella + Arachis con una concentración proteica del 16%.

Existió un efecto importante ($P < 0.001$) de los tratamientos evaluados sobre la producción de leche, encontrándose producciones promedio promedio de 8.8, 7.7 y 7.6 kg/v/d, para Estrella + Arachis, Estrella como monocultivo y Estrella + Desmodium respectivamente. Respecto a la composición de la leche solo se encontraron diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$) para sólidos totales cuando las vacas pastoreaban la asociación Estrella + Arachis (13.6%) mientras que en la asociación con el Desmodium solo se obtuvo 12.8%. El nivel de urea en sangre, en las vacas que pastoreaban Estrella + Arachis fue de 6.6 mg/dl, superior ($P < 0.05$) a los valores encontrados en los otros tratamientos evaluados, lo que nos indicaría que posiblemente las vacas en los otros tratamientos no llegaron a consumir las cantidades de proteína necesarios.

VAN HEURCK B., L.M. 1990 Evaluation of African star grass (Cynodon nlemfuensis) in monoculture and mixtures with forage legumes (Arachis pintoï CIAT 17434 or Desmodium ovalifolium CIAT 350) in terms of milk production and composition. Mag. Sc.Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE 111p.

Key words: Cynodon nlemfuensis, Arachis pintoï CIAT 17434, Desmodium ovalifolium CIAT 350, % CP, % IVDMD, botanical composition, milk production, milk constituents, blood urea concentration.

SUMMARY

The present study was carried out at CATIE's Tropical Livestock Experimental Station, with the objective of determining the effect of associating African star grass with either Arachis pintoï or Desmodium ovalifolium on the production of milk and its components.

The experimental variables studied were three types of pastures: a) African star grass in monoculture, b) African star grass + Arachis pintoï CIAT 17434 and c) African star grass + Desmodium ovalifolium CIAT 350. For this study, 27 purebred Jersey or crossbred Criollo x Jersey milking cows were selected from CATIE's herd.

The response variables measured in the pasture were: total available dry matter (Haydock and Shaw, 1975), botanical composition using the dry weight rank method (Mannetje and Haydock, 1963). Besides, available forage was separated into its components: green and inert material. Also, the nutritive quality of the offered and residual forage was determined, in terms of crude protein content (CP) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD).

With respect to the animal component, three cows were randomly assigned to each treatment resulting in a stocking rate of 2.9 an.ha⁻¹. In each cow, total milk yield and composition were measured. Also, blood urea nitrogen was determined.

For the evaluation of milk production and its components, a 3 x 3 Latin Square experimental design with three replications in time was utilised, in which a group of three cows represented the columns and the periods constituted the rows. On the other hand, a split plot design was used to study the pasture component, in which the treatments made up the main plots, the squares replicated in time the sub-plot and the periods within squares the sub-sub-plot.

The results revealed that there were significant ($P < 0.009$) differences among treatments for the availability of green forage biomass, corresponding the highest value to the African star grass + Desmodium treatment. This was presumably associated to low levels of legume intake, as a consequence of its high tannin content.

The legume Arachis pintoii had a positive effect ($P < 0.05$) on the quality of the available forage. In the case of the African star grass + Arachis mixture, the highest IVDMD (57%) and CP (16%) values were obtained.

There were also important effects ($P < 0.001$) of the treatments evaluated on milk yields. The levels of production obtained for African star grass + Arachis, African star grass in monoculture and African star grass + Desmodium were 8.8, 7.7 and 7.6 kg.cow⁻¹.d⁻¹, respectively. With respect to milk composition, significant ($P < 0.05$) differences in the total solids content were detected only for the mixtures of African star grass with Arachis or Desmodium (13.6 vs. 12.8%, respectively). The highest blood urea nitrogen concentration (6.6 mg.dl⁻¹) was observed when animals grazed the African star + Arachis mixture. This, could be considered an indication of higher protein intake in this treatment compared to the other two (African star grass alone or in mixture with Desmodium).

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1	Disponibilidad de biomasa total ofrecida y residual (kg MS/ha) en los diferentes tratamientos evaluados	39
2	Disponibilidad de biomasa total (kg MS/ha) por cuadrados para materia seca ofrecida y residual	40
3	Disponibilidad promedio de material verde ofrecido y residual (kg MS/ha) en los tratamientos evaluados	43
4	Disponibilidad promedio de material verde ofrecido y residual (kg MS/ha) en los tres cuadrados bajo evaluación	43
5	Disponibilidad de material inerte (kg MS/ha) en el forraje ofrecido y residual de los distintos tratamientos evaluados	46
6	Disponibilidad de material inerte (kg MS/ha) en el forraje ofrecido y residual en los diferentes cuadrados evaluados	46
7	Composición botánica de la pradera en los diferentes tratamientos a través de todo el experimento	49
8	Composición botánica de los diferentes componentes de la pradera en los diferentes cuadrados	49
9	Disponibilidad de componentes en términos de materia seca total (kg/ha) durante los tres cuadrados evaluados	55
10	Disponibilidad de componentes en términos de materia seca verde (kg/ha) en los diferentes cuadrados evaluados	55
11	Cambios en la disponibilidad de componentes (kg/ha) en términos de la materia inerte durante los cuadrados evaluados	56

12	Digestibilidad in vitro y proteína de la materia seca total ofrecida y residual durante el experimento	63
13	Digestibilidad in vitro (DIVMS) y Proteína cruda (PC) de la materia seca viva ofrecida y residual en los diferentes tratamientos evaluados	66
14	Digestibilidad in vitro (DIVMS) y Proteína Cruda (PC) de la materia seca inerte ofrecida en los diferentes cuadrados evaluados	67
15	Análisis de varianza de la producción de leche en los diferentes tratamientos evaluados	70
16	Efecto de las diferentes pasturas evaluadas sobre la producción de leche diaria	71
17	Producción promedio de leche diaria en los diferentes cuadrados evaluados	71
18	Composición de la leche de vacas pastoreando Estrella Africana con y sin leguminosas	73
19	Composición química de la leche en los diferentes cuadrados evaluados	75
20	Efecto de las diferentes pasturas evaluadas sobre la concentración de Urea (mg/dl) en suero sanguíneo de vacas en lactación	77
21	Efecto de las diferentes pasturas evaluadas sobre la ganancia de peso de vacas en producción	78
22	Ingreso bruto marginal diario con respecto al tratamiento testigo de pasturas asociadas con <u>Arachis pintoii</u> y <u>Desmodium ovalifolium</u>	79

En el Apéndice

Cuadro No.

1A	Resumen de los análisis de varianza para disponibilidad de biomasa total, verde e inerte ofrecida residual	98
----	--	----

2A	Disponibilidad de biomasa total (kg MS/ha) por periodos dentro de cuadrados ofrecido y residual	99
3A	Disponibilidad de material verde (kg MS/ha) por periodo dentro de cuadrado ofrecido y residual	100
4A	Disponibilidad de materia inerte (kg MS/ha) por periodo dentro de cuadrado ofrecido y residual	101
5A	Resumen de los análisis de varianza para los componentes de la pradera	102
6A	Composición botánica de los componentes de la pradera (%) por periodo dentro de cuadrado	103
7A	Resumen de los análisis de varianza para la disponibilidad total de componentes de la pradera	104
8A	Resumen de los análisis de varianza para la Disponibilidad de componentes material verde.	105
9A	Resumen de los análisis de varianza para la Disponibilidad de componentes material inerte	106
10A	Resumen de los análisis de varianza para la Digestibilidad in vitro y Proteína de la materia seca total ofrecida y residual	107
11A	Resumen de los análisis de varianza para Digestibilidad in vitro y Proteína de la materia seca viva ofrecida y residual	108
12A	Resumen de los análisis de varianza de la Digestibilidad in vitro y Proteína de la materia seca inerte ofrecida	109
13A	Resumen de los análisis de varianza realizados en los diferentes componentes de la leche	110
14A	Análisis de varianza para la concentración de urea en suero sanguíneo	111

LISTA DE FIGURAS

Fig No		Pág.
1	Temperatura y precipitación durante la fase experimental, Finca de Ganadería Tropical CATIE-Turrialba, 1990	23
2	Distribución espacial de los tratamientos	25
3	Disponibilidad de biomasa total (MT), viva e inerte (MI) ofrecida (O) y residual (R) por tratamientos	38
4	Disponibilidad de material verde ofrecido (MVO) y residual (MVR) en función de cuadrados y tratamientos	42
5	Composición botánica (E.Africana) y su relación con producción de leche (kg/v/d) de cuadrado por tratamiento	50
6	Composición botánica (Est+ <u>Arachis</u>) y su relación con producción de leche (kg/v/d) de cuadrado por tratamiento	53
7	Composición botánica (Est+ <u>Desmodium</u>) y su relación con producción de leche (kg/v/d) de cuadrado por tratamiento	54
8	Disponibilidad de la leguminosa <u>Arachis</u> y <u>Desmodium</u> en los tratamientos evaluados	57
9	Digestibilidad (DIV) y proteína (PC) de la materia total ofrecida en los tratamientos evaluados	62
10	Digestibilidad (DIV) y proteína (PC) de la materia verde ofrecida en los tratamientos evaluados	65
11	Producción de leche obtenida en las pasturas evaluadas en función del período de evaluación (cuadrado)	69
12	Composición de la leche por tratamientos en los diferentes cuadrados evaluados	74

1 INTRODUCCION

La producción de leche en las zonas tropicales continúa siendo un desafío importante debido a la necesidad de aumentar la disponibilidad de un alimento básico de alto valor biológico para una población que crece a un ritmo más acelerado que la producción actual de alimentos, lo que hace que países en zonas tropicales arrastren en su mayoría un pesado déficit nacional de productos lácteos.

En el trópico latinoamericano el desarrollo de los sistemas de producción de leche basados en pastoreo es, aparentemente una vía promisoría hacia la producción económica de leche, ya que implica la utilización de recursos autóctonos evitando así la importación de materias primas que implican una erogación de las escasas divisas con las que cuentan estos países.

Si se pretende aumentar la producción de leche con base a sistemas de pastoreo, es necesario la adopción de técnicas de manejo que aseguren una mayor producción y calidad de los recursos forrajeros. Bajo este contexto, la utilización de leguminosas como medio de incrementar la producción de biomasa y la calidad del forraje consumido constituyen una alternativa promisoría.

En los suelos de fertilidad adecuada del trópico bajo centroamericano, el pasto Estrella Africana (Cynodon nlemfuensis) se adapta y produce bien. Sin embargo, a medida que la fertilidad del suelo disminuye, estas pasturas tienden a degradarse.

Es ampliamente conocido la capacidad del pasto Estrella para soportar altas cargas animales lo que hace posible obtener altas producciones de carne y leche por hectárea, siempre y cuando se le supla de los nutrientes necesarios, especialmente nitrógeno, para compensar aquellos extraídos con su alta producción de biomasa.

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes nitrogenados es el uso de gramíneas en asocio con leguminosas herbáceas, las que por su capacidad de fijar nitrógeno inducen un aumento en la producción de biomasa de las gramíneas asociadas.

Sin embargo, no existe información sobre el potencial de las leguminosas más promisorias para el trópico húmedo bajo con respecto a su compatibilidad con una gramínea tan agresiva como el pasto Estrella Africana, ya que una asociación gramínea-leguminosa exitosa permitirá no solo mantener la calidad y cantidad de forraje ofrecido a los

animales, sino también rehabilitar aquellas pasturas en vías de degradación y reflejar estas bondades en aumento de la producción de carne y/o leche.

El uso de vacas lactantes para evaluar pastos tropicales ha cobrado interés especial en años recientes. En primer lugar los requerimientos nutricionales de las vacas en lactación son superiores a los de los bovinos en crecimiento, por lo que la producción de leche refleja cualquier variación en el valor nutritivo de la dieta consumida con mayor precisión que los cambios del peso corporal. Por tanto, si se logra mejorar la calidad y la cantidad de forraje disponible en las pasturas, las vacas lecheras ofrecerán posibilidades más atractivas para determinar la magnitud de estas mejoras.

La cantidad de leche que produce una vaca es el resultado de una combinación de factores que influyen sobre la capacidad fisiológica del animal para producir leche y la cantidad de nutrientes consumidos por ella. Los factores que influyen sobre estos dos aspectos son el manejo, nivel nutricional, sanidad y potencial genético.

Con base en estos antecedentes, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el Pasto Estrella Africana (Cynodon nlemfuensis) solo y asociado con las leguminosas

forrajeras Arachis pintoii CIAT 17434 y Desmodium ovalifolium
CIAT 350 en la producción de leche y sus componentes.

2 REVISION DE LITERATURA

2.1 Potencial de la pradera

Si el sistema de producción de leche está basado principalmente en el uso del recurso forrajero, cosechado directamente por el animal mediante el pastoreo, es necesario conocer cuales son los factores críticos que afectan la producción sostenida de la pradera. La pastura, como fuente de alimento está afectada por condiciones de suelo y clima, su composición botánica y el efecto de los animales sobre ella (Cubillos, 1975).

La principal limitante que presentan los pastos tropicales para la producción de leche es el bajo contenido de energía digestible en comparación con los pastos de clima templado. Esta diferencia se asocia con la menor digestibilidad de los primeros la cual puede ser de 10 a 13 unidades porcentuales inferior en los estadios jóvenes, incrementándose esta diferencia en forma acelerada a medida que se alcanzan los estados de madurez avanzada (Minson, 1970).

La disponibilidad de forraje esta influenciada marcadamente por la tasa de crecimiento del pasto. La tasa de crecimiento, expresada por pasturas manejadas bajo pastoreo es la respuesta fisiológica de las plantas determinada por factores genéticos y modificada por las condiciones del medio ambiente como el clima y el suelo, bajo la influencia del animal en pastoreo. En el trópico, uno de los factores que más influyen el crecimiento de los pastos es la precipitación pluvial y su distribución a través del año. Aún bajo condiciones de trópico húmedo, donde no existe una época seca definida, la tasa de crecimiento del pasto disminuye hasta en un 40% durante el tiempo de menor precipitación (Romero et al, 1988). Lo anterior configura una situación donde se deben suplir las necesidades relativamente constantes de nutrientes por parte de los animales, con una disponibilidad de forraje variable, lo cual hace que en determinados momentos del año la cantidad de pasto no sea suficiente para mantener producciones de leche estables durante el año.

A pesar de la variaciones estacionales antes mencionadas, el recurso alimenticio más barato y abundante en el trópico es la pastura, por lo que no se debería promover el uso de alimentos concentrados que compitan con

la alimentación humana bajo estas condiciones. De ahí la gran importancia de conocer cual es el verdadero potencial de las praderas y sus limitaciones para la producción de leche y carne.

En un sistema de producción de leche basado en el pastoreo, la cantidad y calidad de materia seca de pasto que consume voluntariamente un animal es probablemente el factor principal que determina la producción animal, pues a mayor consumo de materia seca, el consumo de energía, proteína, vitaminas y minerales será mayor (Quiñones, 1977). Cuando la disponibilidad de forraje es alta el animal consume más pasto, teniendo además la oportunidad de seleccionar su alimento, en este caso el consumo tiende hacia un valor constante determinado por el control físico de llenado del rumen (Paladines, 1966).

Varios trabajos realizados en áreas tropicales (Bryant, 1961; Cubillos, 1973) señalan que la suplementación en vacas lecheras con producciones entre 9 y 13 litros diarios, no resulta económica. Por lo que concluyen que en vacas con limitada capacidad de consumo de pasto, su rendimiento estará en función de la calidad del mismo.

2.2 Rol de las leguminosas en las pasturas asociadas

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes nitrogenados es el uso de leguminosas en asocio con las gramíneas, ya que éstas por su capacidad de fijar nitrógeno contribuyen a la producción de biomasa de las gramíneas asociadas, mejorando también la calidad del forraje en oferta, particularmente en términos de su contenido de proteína cruda y minerales (Mannetje et al., 1980). Por lo tanto, en una mezcla gramínea/leguminosa, esta última desempeña un doble papel con respecto al mejoramiento de la calidad nutritiva del forraje en oferta: 1) como contribuyente al valor nutritivo de la gramínea, debido a su aporte de nitrógeno dentro del sistema y 2) como componente directo del alimento disponible para el animal.

Chacón (1986) informa sobre el potencial de las leguminosas para la producción animal en el trópico, revelando que las leguminosas tropicales mejoran la calidad de la dieta de los animales en pastoreo y aumentan la producción animal en áreas marginales, además que mejoran la eficiencia reproductiva y permiten niveles de producción de carne de 700 a 900 g/animal/día y de 8 a 9 litros de leche/vaca/día. Este investigador destaca la necesidad de generar más información sobre la selección y mejoramiento de

ecotipos forrajeros adaptados a las condiciones de suelos deficientes en nutrientes.

Cuando se utiliza la leguminosa como banco de proteína, si bien no se aprovecha adecuadamente sus posibilidades de aportar a la gramínea el nitrógeno atmosférico fijado en sus nódulos radiculares o debido a la caída de las hojas, sí permite un incremento de la producción, al mantener una carga por encima del nivel que soportaría la gramínea sola y además aportar una concentración proteica superior a la de los pastos tropicales (Senra, 1988; Romero *et al.*, 1988).

Como es conocido, la producción lechera está en función del consumo diario de materia seca digestible y de proteína, dependiendo por ello tanto de la calidad como de la disponibilidad del alimento (Perez, 1981).

Un déficit de proteína cruda en la dieta ocasiona una reducción en el consumo de materia seca. Esta reducción en el consumo se manifiesta cuando el contenido de proteína cruda disminuye por debajo del 7% (Milford y Minson, 1965). Por lo tanto, la presencia de leguminosas en un pastizal contribuye de un modo importante a mantener un nivel protéico adecuado en el material a consumir, ya sea a través

de su propio contenido de proteína como por la transferencia de nitrógeno que hace a la gramínea, evitando así limitaciones en el consumo, debido a bajas concentraciones de nitrógeno en el rumen.

Tergas (1975) sostiene que la persistencia de las leguminosas en una asociación con gramíneas debe ser el principal objetivo en el manejo de pastizales ya establecidos, tratando de mantener al menos un 20% de leguminosas en la pradera, con un mínimo de malezas.

2.3 Características del Desmodium ovalifolium

El género Desmodium es originario del sureste de Asia, se cataloga como un subarbusto perenne, siempre postrado, fuertemente estolonífero con una altura de 75 cm y con altos rendimientos de materia seca. (Grof, 1982; Schultze-Kraft y Benavides, 1988).

Un estudio realizado en un suelo Ultisol de Colombia indica que esta leguminosa en cultivo puro, bajo corte cada 6 semanas, tuvo rendimientos de materia seca anuales de 23400 kg/ha, más altos que otras leguminosas como Centrosema spp (Grof, 1982). En los Llanos de Colombia, bajo la misma

frecuencia de corte, el Desmodium ovalifolium en asociación con B. humidicola, B. decumbens y A. gayanus produjo entre 4 y 7.3 ton/ha, encontrándose los mayores rendimientos en la pastura asociada con B. humidicola (Grof, 1984).

Uno de los factores limitantes que presenta el D. ovalifolium como planta forrajera es su alto contenido de taninos, los cuales afectan la digestibilidad de esta especie y por ende el consumo (Rotar, 1965; Lascano y Salinas, 1982). El contenido de taninos en esta leguminosa puede variar entre 21% y 43%, siendo mayor en el cultivar D. ovalifolium CIAT 350. Trabajos realizados por Lascano y Salinas (1982) identificaron al azufre como el elemento clave en la calidad y consumo del D. ovalifolium CIAT 350 en monocultivo, los resultados de este estudio mostraron que cuando se fertiliza el D. ovalifolium con una dosis de mantenimiento con base en S, se aumentó la disponibilidad de forraje, el consumo y la solubilidad del N, y se redujo en una forma importante la concentración de taninos.

Respecto a su valor nutritivo, el contenido de proteína cruda (PC) en las hojas de D. ovalifolium es en general adecuado y puede variar entre 12 y 20%. La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) se encuentra entre un 28 a 50%. La baja digestibilidad del D. ovalifolium asociada con un alto contenido de taninos, ha sido documentado en

varios estudios (CIAT, 1980; CIAT, 1982; Ramírez y Posso, 1984; Toro, 1990).

2.4 Características del Arachis pinto

El maní forrajero (A. pinto) es una leguminosa promisoría, rastrera, estolonífera, originaria de América del Sur (Grof, 1985). Se adapta muy bien a zonas con precipitación bien distribuida y con sequías cuya duración no sobrepase los cuatro meses.

La calidad de esta leguminosa, en términos de PC de la hoja es de 17% y la DIVMS de 62%, pudiendo variar esta última en función de la estación del año (28% en la época seca y 60% en la época húmeda (Lascano y Thomas, 1988). Así Hurtado (1988) reportó niveles de DIVMS y PC de 51% y 10.8% respectivamente, para el forraje ofrecido en la asociación del estrella con Arachis pinto.

Estas características hacen del A. pinto una buena fuente de proteína y también una fuente energética para los animales en pastoreo (Lascano y Thomas, 1988).

Los estudios de la calidad de asociaciones de A. pintoi con Brachiaria humidicola, B. dictyoneura, B. brizantha y B. ruziziensis indicaron que las asociaciones de A. pintoi con B. humidicola y B. dictyoneura ofrecen forraje de alta calidad a través del año, que se traduce en altas ganancias de peso (CIAT, 1987).

Respecto a su persistencia en asociaciones, en un experimento de pastoreo en pequeñas parcelas en Quilichao que incluyó A. pintoi en asociación con B. dictyoneura, la proporción de leguminosas en las pasturas no se incrementó después de dos años de pastoreo. Esto se ha asociado con una disminución significativa en la proporción de leguminosa durante los períodos secos del año. Sin embargo, la disponibilidad de A. pintoi en las pasturas sí ha sido afectada por el manejo del pastoreo. Un pastoreo frecuente cada dos semanas ha favorecido la leguminosa, independientemente de la intensidad de pastoreo.

En Carimagua, con una distribución uni-modal de lluvias, la proporción de A. pintoi ha aumentado con el tiempo en varias asociaciones con Brachiaria spp bajo pastoreo. (CIAT, 1988).

En Turrialba, luego del establecimiento del pasto estrella en asocio con Arachis pintoi, la contribución del Arachis pintoi a la biomasa presente fue baja (9.45%) y

tendió a mantener constancia a lo largo de los diferentes ciclos de pastoreo (Hurtado, 1988). Al efectuar la última medición durante el mes de octubre de 1989, los datos indicaron que el Arachis aumentó hasta un nivel de 20%. Lo anterior nos demuestra que es factible el hecho de lograr establecer, mantener y pastorear una asociación de estrella con arachis (CATIE, 1989).

2.5 Producción de leche a base de gramíneas y leguminosas

Cuando la producción de leche se basa en el uso de gramíneas el promedio y fluctuación de nutrientes contenidos en ellos y la variación en la disponibilidad del forraje a través del año, llegan a ser en gran medida, los factores más determinantes para la producción. La magnitud de la influencia de estos factores dependerá de la capacidad genética de los animales para producir leche (Ruiz, 1982).

Así, las vacas de doble propósito se verán menos afectadas por restricciones en la pradera, mientras que las vacas lecheras más especializadas son más dependientes de la calidad y cantidad del forraje consumido (Moe et al, 1975).

Se ha calculado que la cantidad de alimento que se necesita para producir una ganancia de peso de 1 kg/d es igual a la necesaria para producir 8-9 kg de leche diarios, considerando que adicional a los requerimientos de mantenimiento, las vacas en lactación requieren de 0.3 kg de Nutrientes Digestibles Totales y 0.06 kg de proteína por kilogramo de leche conteniendo 4% de grasa (Crowder, 1983).

La producción de leche en los trópicos bajos de Latinoamérica se basa casi exclusivamente en pastos, utilizando animales no especializados, con producciones de leche vendible promedio aproximadamente de 4 kg/d, a lo cual, si se añade lo que consume el becerro en amamantamiento restringido, se eleva por lo menos a unos 6 kg/d (Luz, 1977).

Una revisión de literatura realizada por Stobbs (1976), ilustra que en praderas de gramíneas tropicales con cargas animales bajas, la producción diaria de leche es de 6 a 7 kg por vaca. Si en estas praderas se introducen leguminosas o si son fertilizadas, la producción puede llegar hasta 12 y 14 kg por vaca por día, respectivamente.

La producción de leche por vaca en los trópicos está limitada fundamentalmente por el consumo de energía

digestible, aún cuando en determinadas circunstancias otros nutrientes incluyendo el nitrógeno, pueden limitar la producción (Dirven, 1965; Hardison, 1966; Hamilton et al, 1970). Esta limitación en la calidad esta relacionada con el efecto negativo de la temperatura sobre la digestibilidad de los pastos, lo que implica una reducción en el consumo y por ende en la producción de leche. Los pastos tropicales estan generalmente en el rango de digestibilidad, donde hay una relación directa entre esta variable y el consumo voluntario (Stobbs, 1975).

Por otra parte, el bajo contenido de proteína de los pastos maduros o de baja calidad también deprimen el consumo, cuando el porcentaje de proteína se encuentra por debajo de 6 a 7%. En raciones de alta digestibilidad, los factores reguladores del consumo dependen del tamaño metabólico, el nivel productivo del animal y la digestibilidad de la ración (Minson, 1970). Hay evidencias de que esta regulación del consumo voluntario es de naturaleza quimiostática, relacionada con la concentración de ácidos grasos volátiles en la sangre (Church, 1977; Cubillos, 1975).

Con raciones de baja digestibilidad los factores reguladores del consumo son de naturaleza física (Hamilton, 1970; Perez, 1977; Stobbs, 1975). Así la ingestión voluntaria de los forrajes se relaciona con la cantidad de digesta en el retículo-rumen, estando determinadas hasta cierto punto por la digestibilidad y la rapidez de salida del rumen de los residuos no digeridos (Perez, 1977).

2.6. Componentes de la leche

En las áreas tropicales la alimentación constituye uno de los factores fundamentales que limita la producción de leche. Según Johnson (1979), citado por García *et al*, (1988), la escasa disponibilidad y calidad de los alimentos tiene una importancia relativamente mayor que la influencia directa del clima sobre la producción de leche y sus componentes.

El bajo nivel de energía y proteína de los pastos disponibles en algunas regiones de Australia son señalados por Rogers y Stewart (1982) como la causa principal que afecta la producción de leche y su composición, planteando la necesidad de suplementar con granos o cereales y aumentar el uso de riego y fertilización nitrogenada si se quiere incrementar la producción.

Para las condiciones de pastoreo, no se pueden separar la calidad del consumo total realizado por el animal, lo que provoca que puedan existir diferencias en la concentración de grasa en la leche, pero poca variación en los sólidos no grasos. También se señala que en aquellas variedades más palatables y de mejor calidad, como serían las asociaciones de gramíneas con leguminosas, se pueden encontrar incrementos en proteína y grasa de la leche de 38 y 33%, respectivamente (García et al, 1988).

Desde el punto de vista productivo, el criterio empleado para clasificar un animal como buen productor de leche es totalmente relativo sino se considera la composición láctea. La corrección de la cantidad de leche debido a su contenido de grasa, proteína o sólidos totales es el indicador más adecuado cuando se comparan registros productivos de animales que difieren en la composición de la leche (García et al, 1988).

Se ha encontrado un efecto de la dieta sobre el contenido proteico de la leche. Así cuando la ración es hipó-energética, se produce una disminución de los sólidos no grasos. De esta disminución aproximadamente 2/3 son debido a una reducción en la concentración de proteína. Asimismo, raciones bajas en proteína también disminuyen el contenido proteico de la leche (Carnevali, 1973).

En general, independientemente del régimen alimenticio, óptimo o de inanición, las vacas producen proteína con el mismo contenido de aminoácidos, pero en el segundo caso la concentración proteica es mucho menor.

Stobbs (1978) trabajando con vacas líderes y seguidoras encontró que las líderes produjeron 8.0 kg de leche/vaca/día, mientras que las seguidoras 5.8 kg de leche/vaca/día. Además la leche de las vacas líderes presentó altos porcentajes de sólidos totales, proteína y bajo porcentaje de grasa, posiblemente debido al alto consumo de energía digestible y de nitrógeno.

Carnevali (1973) concluye que la composición de la leche es un factor bastante variable y gran parte de esta variación es debida al medio ambiente, pero que también factores genéticos son importantes. Entre los factores ambientales, son importantes la temperatura y la humedad; también la etapa de la lactación, la edad y el tamaño de la vaca, el procedimiento del ordeño y su frecuencia, las enfermedades y en especial el régimen de alimentación.

2.7 Concentración de Urea en Sangre

Rowlands (1980) reporta diferentes valores de urea en sangre de vacas lecheras, los cuales varían desde 11.8 mg/dl hasta 30.0 mg/dl. Kronfeld et.al (1982) señalan como valores normales, con un rango de referencia de 95%, concentraciones que varían de 2 a 22 mg/dl; pero según el criterio de Hammond(1983), citado por Blauwiekel y Kincaid (1986) niveles sanguíneos de urea inferiores a 10 mg/dl serían indicadores de una deficiencia en el consumo de proteína.

Los niveles altos de urea sanguínea pueden ser el resultado de un consumo elevado de nitrógeno que el animal no puede utilizar eficientemente (Rowlands, 1980). También una deficiente disponibilidad de energía a nivel ruminal puede incrementar el amonio y la urea sanguínea, debido a una limitación en la síntesis de proteína microbial (Lee et al, 1978).

Dietas para vacas lecheras, con 12.9% de proteína, donde la urea representaba 13.2% del total de proteína cruda, presentaron los valores más altos a nivel sanguíneo (17.5 vs 9.4 mg/dl), comparados con dietas bajas en proteína (8.8%) pero con mayor porcentaje de urea (19.4%) (Van Horn et al, 1969).

En el caso de vacas lecheras en pastoreo, los valores altos de urea en sangre se asocian con un exceso en el consumo de proteína, aunque ello también se puede explicar por un consumo inadecuado de energía. Bajo las condiciones del trópico, esto podría estar relacionado con las épocas de mayor y menor disponibilidad de pasturas, el cual en muchos casos es regido por la precipitación (Parker y Blowey, 1976).

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El presente experimento se llevó a cabo en la Finca Experimental de Ganadería Tropical del CATIE en Turrialba, Costa Rica, durante los meses de Enero a Septiembre de 1990.

Turrialba esta situado a los 9^o 53' latitud norte y 83^o 38' longitud oeste, a 639 m.s.n.m. y corresponde a la zona de vida de Bosque Húmedo Premontano Tropical. (Holdridge, 1978).

La temperatura media anual es de 22.3 °C con una precipitación anual de 2636 mm, distribuida a lo largo del año, el periodo de menor precipitación ocurre entre los meses de marzo a abril. La humedad relativa promedio anual es de 87.7% y el promedio de radiación es de 417.7 cal/cm²/d

En la Figura 1 se presentan las características climáticas de precipitación, temperatura promedio máxima y mínima durante los meses de enero-septiembre que duró la fase experimental de campo.

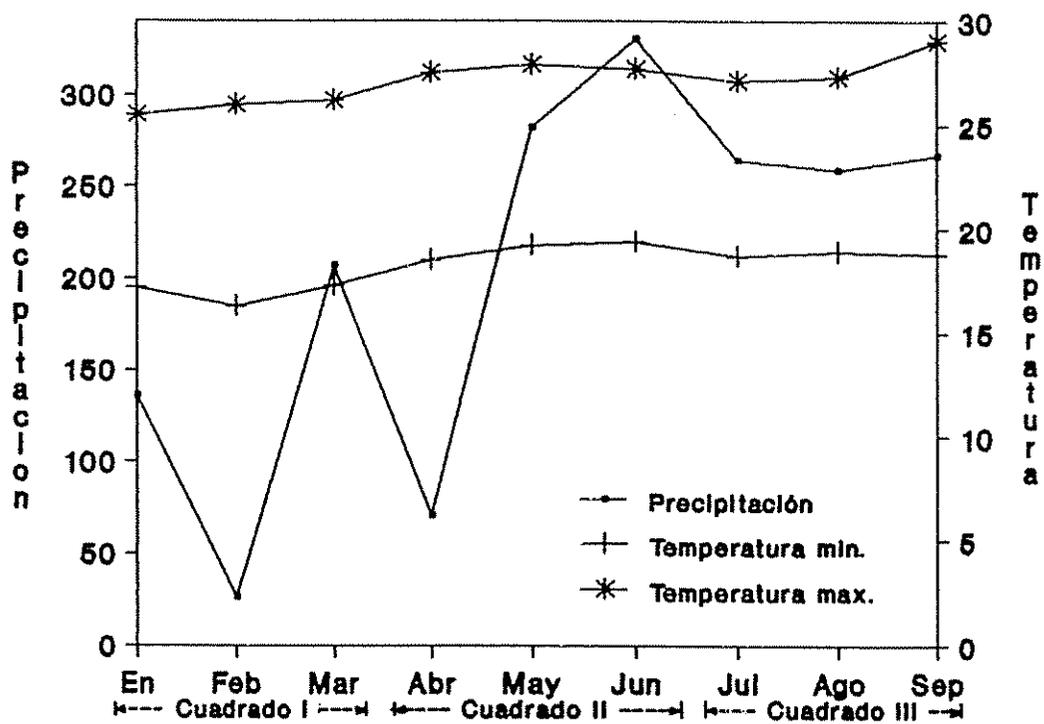
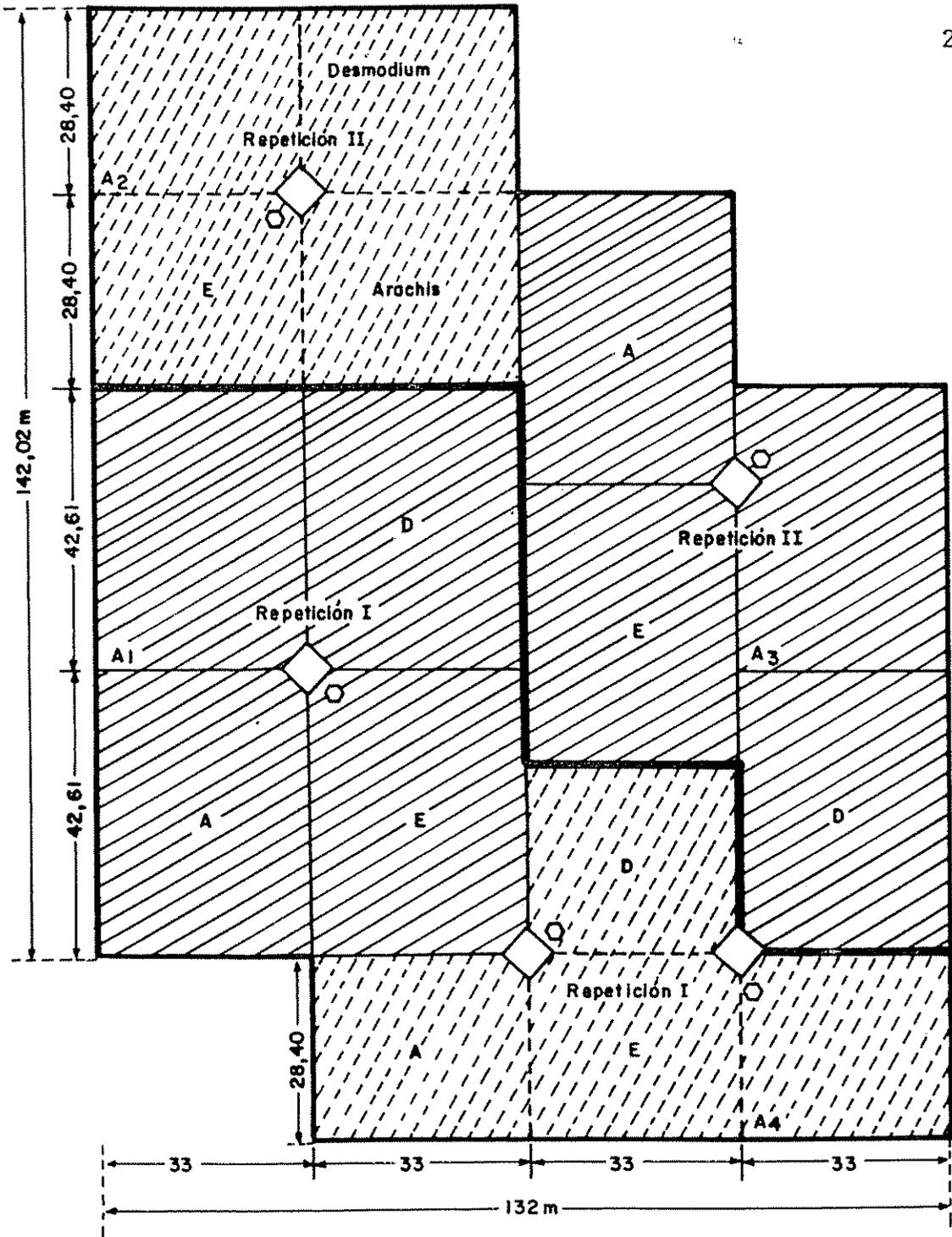


Fig.1 Temperatura y Precipitación durante la fase experimental, Finca de Ganadería Tropical CATIE-Turrialba, 1990

3.2 Manejo General del Ensayo

El área con el cual se trabajó tiene una extensión de 1.9 hectáreas, en los cuales se encuentran potreros de pasto Estrella Africana (Cynodon nlemfuensis) asociada a las leguminosas Arachis pintoii CIAT 17434 y el Desmodium ovalifolium CIAT 350. Las leguminosas fueron sembradas en franjas en Noviembre de 1986. De esta fecha hasta Septiembre de 1989 se determinó la dinámica poblacional de estas especies bajo el efecto de dos niveles de carga animal.

La superficie total fue subdividida en 16 parcelas (Figura 2) donde se utilizó un sistema de pastoreo rotacional con 3 y 5 días de pastoreo y 21 y 23 días de descanso para los potreros utilizados en el periodo de adaptación y de mediciones, respectivamente. La carga animal utilizada fue constante (2.9 U.A./ha) durante todo el período experimental.



- ◇ Bebedero
- Salero
- E Estrella africana
- A Arachis pintoi A1, A2, A3, A4 = Areas de reserva
- D = Desmodium ovalifolium
- ▨ Nivel 11246,4 m²
- ▩ Nivel 7497,6 m²
- IUA 400 kg PV

Fig. 2 Distribución espacial de los tratamientos

3.3 Variables Experimentales

Las variables bajo estudio fueron tres tipos de pastura: a) Estrella Africana en monocultivo b) Estrella + Arachis pintoi CIAT 17434 y c) Estrella + Desmodium ovalifolium CIAT 350. Las leguminosas con las cuales se trabajó se encontraban ya establecidas y en estudios previos habían demostrado tener potencial para asociarse con el pasto Estrella Africana, en condiciones de trópico húmedo (Hurtado, 1988; CATIE, 1989).

Se utilizaron 27 vacas lecheras entre puras y mestizas de las razas Criolla Lechera y Jersey, las cuales fueron escogidas al azar entre los animales que hubieron durante el período en que se desarrollo el estudio.

Las mediciones experimentales se iniciaron después que los animales alcanzaron el pico de lactancia (45 a 60 días posparto).

3.4 Variables de respuesta

3.4.1 Componente Pasto

3.4.1.1 Materia seca ofrecida

La determinación de la materia seca ofrecida se hizo por medio de la técnica del "doble muestreo" (Haydock y Shaw, 1975). En cada potrero se seleccionaron cinco puntos representativos de diferentes disponibilidades de forraje, a los cuales se le asignó un puntaje de uno (1) a cinco (5), de acuerdo a la menor o mayor cantidad de forraje presente.

En dichos puntos se colocó un marco cuadrado de 0.25 m² y se cortó la fitomasa presente adentro. Llamándose estas muestras "reales". Además se tomaron sub-muestras de aproximadamente 200 g para la determinación del contenido de materia seca. Las muestras se secaron en una estufa de aire forzado, a 60°C hasta que alcanzaron un peso constante.

Con base en los porcentajes de materia seca y el peso encontrado en base fresca, se estimó la disponibilidad de forraje seco en cada marco de 0.25 m². Adicionalmente se seleccionaron al azar 80 puntos donde se estimó la disponibilidad de forraje, utilizando la escala descrita

para las muestras reales. Estas muestras se denominaron "visuales". Con los puntajes asignados a las muestras "reales" y las disponibilidades de forraje seco encontradas en dichas muestras, se corrió un modelo de regresión lineal simple.

Con base en la ecuación de regresión desarrollada a partir de las muestras "reales" y con los puntajes asignados a las muestras "visuales", se estimó la disponibilidad de forraje ofrecido utilizando la ecuación siguiente:

$$Y = \mu + \beta (X' - X)$$

Y = Producción estimada de materia seca por m².

μ = Producción promedio de todas las observaciones reales.

X' = Valor promedio de todas las estimaciones hechas en las observaciones visuales tomadas en cada potrero.

X = Valor promedio de las observaciones visuales

correspondientes a cada observación real.

β = Coeficiente de regresión entre observaciones visuales y valores obtenidos para las muestras reales en cada potrero.

3.4.1.2 Composición botánica del forraje disponible

La composición botánica de las pasturas para este experimento se determinó utilizando el método del rango de peso seco (Mannetje y Haydock, 1963).

El método consiste en utilizar marcos de 0.25 m², los cuales fueron lanzados 80 veces en cada parcela experimental, determinándose visualmente en cada marco que componentes ocupan el primer, segundo y tercer lugar en términos de su contribución a la fitomasa, con base a la materia seca presente dentro de cada marco. Los datos de los 80 marcos se tabularon para obtener la proporción de ellos en los que cada componente ocupa el primer, segundo y tercer lugar. Estas proporciones se multiplicaron por los factores 70.2, 21.1 y 8.7, respectivamente. Luego se sumaron las cifras resultantes a fin de obtener la contribución porcentual de cada componente a la fitomasa seca.

Los componentes que se consideraron en la determinación de la composición botánica por el método del rango del peso seco fueron:

- a.- Estrella africana
- b.- Leguminosa establecida
- c.- Pasto natural
- d.- Otras leguminosas
- e.- Malezas

El forraje disponible antes y después de cada ciclo de pastoreo también se evaluó en función de sus componentes: material verde y material inerte. Para esto se tomó una muestra de aproximadamente 0.5 kg y en ella se determinó la contribución de cada componente en base seca, luego de la separación manual de las mismas.

3.4.1.3 Calidad del forraje en oferta y residual

Para la determinación de la calidad del forraje disponible, antes que ingresaron los animales al potrero y luego de la salida de los mismos, se prepararon muestras compuestas, de aproximadamente 100 g en base seca, a partir de las submuestras que se secaron para las determinaciones de materia seca ofrecida y residual.

Todas las muestras que se utilizaron para análisis de calidad nutritiva fueron molidas en un molino Willey, utilizando una malla con poros de 1 mm de diámetro.

Los parámetros de calidad nutritiva evaluados en las muestras de forraje total, ofrecido y residual, material verde y material inerte, fueron la proteína cruda según el método de Kjeldahl (Bateman, 1970) y la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) por el método de Tilley y Terry (1963).

3.4.2 Componente animal

Se asignaron tres vacas al azar a cada tratamiento, de las cuales una fue flotante, requerida para mantener una carga animal de 2.9 u.a. /ha. El estado nutricional de las vacas con las cuales se trabajó no era muy adecuado, pero para dicho experimento se escogieron con base en las especificaciones mencionadas anteriormente.

3.4.2.1 Manejo de los animales durante la fase experimental

- Antes de que los animales entrarán al experimento se trataron contra parásitos externos e internos.

- Al inicio de cada período se pesaron las vacas.

- Durante todo el ensayo diariamente se les suministró sal mineralizada para cubrir sus requerimientos básicos

- En cada período se midió la producción de leche en la mañana y en la tarde durante los últimos 10 días experimentales.

- Durante los últimos tres días de cada período a cada una de las vacas se les tomó muestras de leche en el ordeño de la mañana y otra en la tarde, para luego preparar una muestra compuesta, tomando alícuotas de acuerdo a la producción de leche en los dos ordeños. Estas muestras se analizaron para determinar los componentes de proteína por el método de titulación con formol (Bateman, 1970), grasa mediante el método de Babcock (Bateman, 1970) y la concentración de sólidos totales por el método gravimétrico (Leslie, 1982).

- Al final de cada período de evaluación se tomó una muestra de sangre de la yugular para determinar urea por el método colorimétrico cuantitativo (Sigma, 1985). Para la determinación de la concentración de urea sanguínea se utilizó el kit No 640 de Sigma Chemical^a siguiendo el procedimiento que se describe a continuación: se pipeteó 0.5ml de la solución de ureasa a un tubo de ensayo, adicionando 10 ul de suero sanguíneo, dejando incubar a temperatura

* ^a Sigma Chemical, St.Louis, EE.UU.

ambiente (21-23°C) entre quince a veinte minutos, para que la urea se hidrolize a amoníaco. Luego se adicionaron en el siguiente orden, 1.0 ml de hipoclorito de sodio y 5.0 ml de agua, mezclando después de cada adición, incubando por veinte a treinta minutos antes de realizar las lecturas en el espectrofotómetro.

3.5 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de Cuadrado Latino con tres tratamientos, tres períodos y repetido tres veces en el tiempo, en los cuales las vacas constituyeron las columnas y los períodos las hileras.

Cada animal pasó por todos los tratamientos obteniéndose nueve repeticiones por tratamiento (Lucas, 1957). La duración de cada cuadrado fue de 78 días y del experimento total 234 días. Las vacas ingresaron al experimento cuando tuvieron entre 45 a 60 días de paridas.

Cada uno de los períodos constó de una fase de adaptación a la pastura de 6 días y un período de medición de 10 días, los otros 10 días estuvieron en un potrero comun el cual contenía pastos estrella y natural.

El modelo estadístico para el análisis de la información fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + T_j + V(C)_{ik} + P(C)_{il} + TC_{ij} \\ + E_{ijk} + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Cualquier variable de respuesta estudiada

μ = Media general

C_i = Efecto del i -ésimo cuadrado

T_j = Efecto del j -ésimo tratamiento.

$V(C)_{ik}$ = Efecto de la k -ésima vaca dentro del i -ésimo cuadrado.

$P(C)_{il}$ = Efecto del l -ésimo período dentro del i -ésimo cuadrado.

TC_{ij} = Efecto de la interacción del i -ésimo tratamiento por el j -ésimo cuadrado.

E_{ijk} = Error experimental

e_{ijkl} = Error muestral

El diseño experimental para el componente pasto fue el de Parcelas Divididas en el Espacio y en el Tiempo con dos repeticiones (Steel y Torrie, 1985).

Los tratamientos (diferentes pasturas) constituyeron las parcelas, los cuadrados las sub-parcelas y los períodos dentro de cuadrados las sub-subparcelas. Este diseño permitió efectuar el análisis combinado de los datos para estimar las respuestas promedio a los tratamientos para todos los ciclos de pastoreo (Steel y Torrie, 1985).

Los diferentes parámetros evaluados en la pastura fueron: la composición botánica, la disponibilidad de la materia seca ofrecida y residual con sus componentes materia seca total, verde e inerte y la calidad del forraje. Los cuales fueron analizados mediante procedimientos de Análisis de Varianza (SAS, 1985) de acuerdo al modelo matemático siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + T_j + \alpha_{ij} + C_k + CT_{jk} + \beta_{jk} \\ P(C)_{kl} + TP(C)_{jkl} + E_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = Cualquier variable de respuesta estudiada

μ = Media general

B_i = Efecto del i -ésimo bloque ($i=1,2$)

T_j = Efecto del j -ésimo tratamiento ($j=1,2$)

α_{ij} = Error asociado a las parcelas principales

C_k = Efecto del k -ésimo cuadrado ($k=1,2$)

CT_{jk} = Efecto de la interacción del k -ésimo cuadrado por el j -ésimo tratamiento.

β_{jk} = Error asociado a las sub-parcelas.

$P(C)_{kl}$ = Efecto del l -ésimo período dentro del k -ésimo cuadrado ($l=1,2$)

$TP(C)_{jkl}$ = Efecto del j -ésimo tratamiento por el l -ésimo período dentro del k -ésimo cuadrado.

E_{ijkl} = Error experimental asociado a las sub-subparcelas.

e_{ijkl} = Error muestral.

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Disponibilidad de biomasa total

El análisis de varianza para disponibilidad de materia seca total ofrecida (Cuadro 1A) indicó que existieron diferencias importantes entre cuadrados ($P < 0.05$) y entre períodos dentro de cuadrado ($P < 0.02$).

Respecto a la materia seca residual (Cuadro 1) el análisis de varianza solo mostró diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$), que para el caso del asocio del pasto estrella con Desmodium ovalifolium fue de 3119 kg MS/ha comparada con los otros tratamientos donde las disponibilidades fueron de 2862 y 2480 kg MS/ha.

En el análisis de las medias de disponibilidad de biomasa total por cuadrados se observó una mayor disponibilidad de materia seca ya sea ofrecida como residual para el Cuadrado I (Cuadro 2).

En la Figura 3, se puede observar cómo respondieron los tratamientos a las diferentes disponibilidades evaluadas,

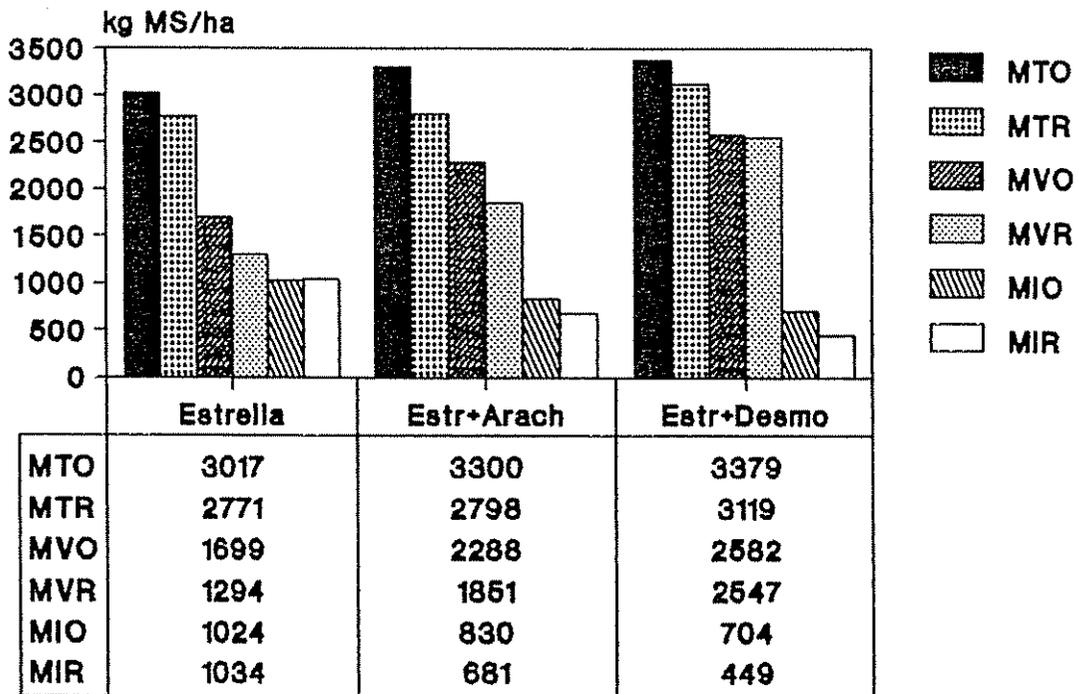


Fig.3 Disponibilidad de biomasa total (MT), viva (MV) e Inerte (MI) ofrecida (O) y residual (R) por tratamientos.

notándose que el asocio de pasto estrella con Desmodium ovalifolium obtuvo las mayores disponibilidades de materia seca ofrecida total, como en su componente materia verde tanto ofrecida como residual.

Cuadro 1 Disponibilidad de biomasa total ofrecida y residual (kg MS/ha) en los diferentes tratamientos evaluados.

Tratamientos	M.S. Ofrecida	M.S. Residual
Estrella	3017 ^a	2480 ^b
Estrella+Arachis	3402 ^a	2862 ^b
Estrella+Desmodium	3410 ^a	3119 ^a
Promedio	3276	2820
Error estándar	138	95

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel (P<0.05).

Cuadro 2 Disponibilidad de biomasa total (kg MS/ha) por cuadrados para materia seca ofrecida y residual.

	M.S. Ofrecida	M.S. Residual
Cuadrado I	3905 ^a	3672 ^a
Cuadrado II	3091 ^b	2670 ^b
Cuadrado III	2834 ^b	2119 ^c
Promedio	3276	2820
Error estándar	138	80

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel de ($P < 0.05$).

4.1.1 Disponibilidad de material verde ofrecido y residual

El análisis de varianza para disponibilidad de material verde ofrecido y residual (Cuadro 1A) mostró que solo hubo diferencias ($P < 0.009$) entre tratamientos respecto a la materia verde ofrecida. Con respecto a la materia seca residual se encontraron diferencias entre cuadrados ($P \leq 0.02$), período dentro de cuadrados ($P < 0.0002$) y entre tratamientos ($P < 0.0001$). Como se puede observar en el Cuadro 3, la mayor disponibilidad de material verde a través

de todo el experimento fue encontrado en la pastura de estrella asociada con Desmodium ovalifolium (2582 kg MS/ha) teniendo los otros dos tratamientos disponibilidades de material verde semejantes.

En la Figura 4 también se puede observar esa mayor disponibilidad de material verde en la pastura de estrella asociada con Desmodium ovalifolium cuando se compara los tratamientos en los diferentes cuadrados.

Lascano y Mendoza (1984) reportan que bajo las condiciones de trópico, con sus períodos lluviosos y secos, que afectan no sólo la cantidad del forraje en oferta sino también su composición en términos de la proporción entre material verde y material muerto, el forraje total disponible no tiene relación con la ganancia de peso obtenida en las pasturas. Por lo tanto, para comprender mejor los resultados de los ensayos de pastoreo es importante medir fracciones constitutivas del forraje total en oferta, haciendo énfasis en la materia verde y el rebrote que se produce durante el período de ocupación del potrero.

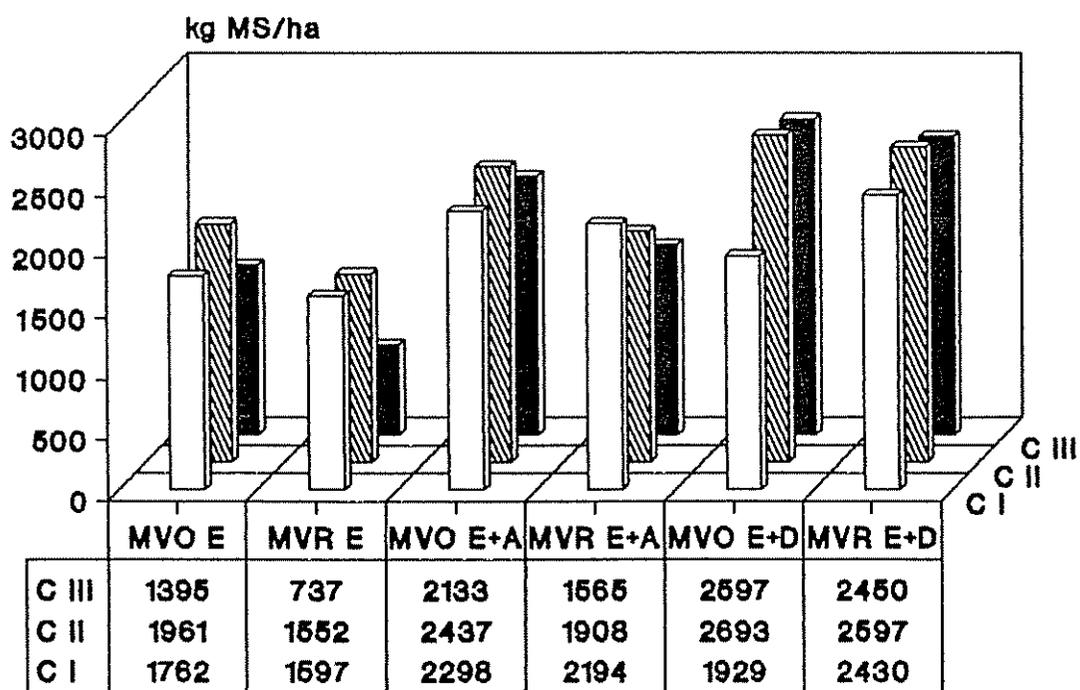


Fig.4 Disponibilidad de material verde ofrecido (MVO) y residual (MVR) en función de cuadratos y tratamientos.

Cuadro 3. Disponibilidad promedio de material verde ofrecido y residual (kg MS/ha) en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	M.V.S. Ofrecida	M.V.S. Residual
Estrella	1699 ^b	1294 ^b
Estrella+Arachis	2288 ^{ab}	1851 ^b
Estrella+Desmodium	2582 ^a	2547 ^a
Promedio	2189	1897

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel de ($P < 0.05$).

Cuadro 4. Disponibilidad promedio de material verde ofrecido y residual (kg MS/ha) en los tres cuadrados bajo evaluación.

	M.V.S.Ofrecida	M.V.S.Residual
CuadradoI	2136 ^a	1996 ^b
CuadradoII	2364 ^a	2019 ^a
CuadradoIII	2145 ^a	1635 ^b
Promedio	2215	1883
Error estándar	143	89

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel ($P < 0.02$).

4.1.2 Disponibilidad de material inerte ofrecido y residual

El análisis de varianza (Cuadro 1A) mostró diferencias significativas entre cuadrados ($P < 0.006$) y en la interacción tratamiento por cuadrado ($P < 0.08$) para el componente de material inerte ofrecido. Respecto a la materia inerte residual solo hubo diferencias ($P < 0.008$) entre tratamientos y cuadrados.

En el Cuadro 5 se observa que en el tratamiento con solo Estrella la cantidad de material inerte residual fue mayor a la cantidad de material inerte ofrecido. Sin embargo, en los otros tratamientos con asociaciones de leguminosas, el material inerte residual siempre fue menor que el ofrecido. Lo anterior puede ser debido a que el pasto estrella, por su hábito de crecimiento vegetativo emite estolones, que crecen por encima de la vegetación existente sin enraizar (Spedding, 1972)

Así, a medida que la planta envejece, la tasa de crecimiento de material verde a partir de los estolones es muy baja, aumentándose el proceso de lignificación que se traduce en una mayor presencia de material inerte (Zañartu, 1975) situación que es coincidente con los datos encontrados con el presente experimento.

Cuando se analiza esta información a través de los diferentes cuadrados (Cuadro 6) se observó que el material inerte ofrecido fue disminuyendo del primer al tercer cuadrado en una forma importante ($P < 0.001$). Este patrón también fue seguido por el material inerte en el forraje residual.

Esta situación ha sido constante en todos los componentes evaluados: disponibilidad total, de materia verde y material inerte; indicando que la producción de las pasturas a través del tiempo iba disminuyendo y que al mantenerse constante la carga animal, la presión de pastoreo en los cuadrados evaluados fue diferente.

Cuadro 5. Disponibilidad de material inerte (kg MS/ha) en el forraje ofrecido y residual de los distintos tratamientos evaluados.

Tratamientos	M.I.S. Ofrecida	M.I.S. Residual
Estrella	1024 ^a	1034 ^a
Estrella+Arachis	830 ^a	681 ^{ab}
Estrella+Desmodium	704 ^a	449 ^b
Promedio	852	721

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel ($P < 0.008$).

* M.I.S = Materia inerte seca.

Cuadro 6 . Disponibilidad de material inerte (kg MS/ha) en el forraje ofrecido y residual en los diferentes cuadrados evaluados.

	M.I.S. Ofrecida	M.I.S. Residual
Cuadrado I	1289 ^a	1095 ^a
Cuadrado II	726 ^b	650 ^b
Cuadrado III	689 ^b	550 ^b
Promedio	901	765
Error estándar	190	111

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel ($P < 0.001$).

* M.I.S = Materia inerte seca.

4.2 Composición botánica y disponibilidad de los diferentes componentes de la pradera

El análisis de varianza para la composición botánica de los componentes de la pradera mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) para cuadrados, tratamientos, interacción del tratamiento por cuadrado y período dentro de cuadrado (Cuadro 5A). Además se realizó un análisis de varianza para la disponibilidad de los diferentes componentes de la pradera (Cuadro 7A), encontrándose obviamente diferencias ($P < 0.01$) en la proporción de leguminosa entre los diferentes tratamientos debido a que uno de ellos era estrella africana en monocultivo. Pero como se puede apreciar en el Cuadro 7 no hubo diferencias entre Arachis y Desmodium en la proporción en que el componente leguminosa estuvo presente a través de todo el experimento. Pero sí se mostró diferencias ($P < 0.05$) en la disponibilidad de los diferentes componentes estrella, leguminosa, maleza y natural, evaluados a través de los cuadrados. Las interacciones que mostraron significancia fueron tratamiento por cuadrado para la leguminosa ($P < 0.01$) y períodos dentro de cuadrados ($P < 0.05$) para la disponibilidad de los cuatro componentes.

4.2.1 Contribución del pasto estrella a la biomasa disponible durante el experimento

El pasto estrella fue el componente que estuvo presente en todas las parcelas bajo estudio.

En promedio se observó una proporción de 51% para el tratamiento de solo estrella, de 44% para la asociación con Arachis pintoii y de 22% para la asociación con Desmodium ovalifolium (Cuadro 7).

Hubo algunas variaciones (Cuadro 8) en los ciclos de pastoreo en cuanto a la biomasa disponible, siendo la tendencia a disminuir la proporción de estrella y a aumentar el componente leguminosas. En la Fig 5 se muestra que la composición botánica, a través de los cuadrados, refleja que el componente estrella tendió a disminuir en el Cuadrado II, recuperándose un poco en el Cuadrado III, a su vez el pasto natural aumentó. Esto se relacionó con la producción de leche ya que al disminuir el componente estrella en el tratamiento de estrella como monocultivo y aumentar el pasto natural, la producción de leche se disminuyó a través de los cuadrados evaluados.

Cuadro 7.- Composición botánica de la pradera en los diferentes tratamientos a través de todo el experimento.

Tratamientos	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural
------(%)-----				
Estrella	51 ^a	0	10 ^a	39 ^a
Estrella+Arachis	44 ^{ab}	44 ^a	4 ^b	8 ^b
Estrella+Desmodium	22 ^b	51 ^a	5 ^b	22 ^b

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel (P<0.05).

Cuadro 8.- Composición botánica de los diferentes componentes de la pradera en los diferentes cuadrados

Componente	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural
------(%)-----				
Cuadrado I	50 ^a	18 ^c	9 ^a	23 ^a
Cuadrado II	36 ^b	33 ^b	5 ^b	26 ^a
Cuadrado III	34 ^b	43 ^a	4 ^b	19 ^b
Error estándar	2	2	0.6	2

Medias con diferente letra dentro de columna difieren a nivel de (P<0.01)

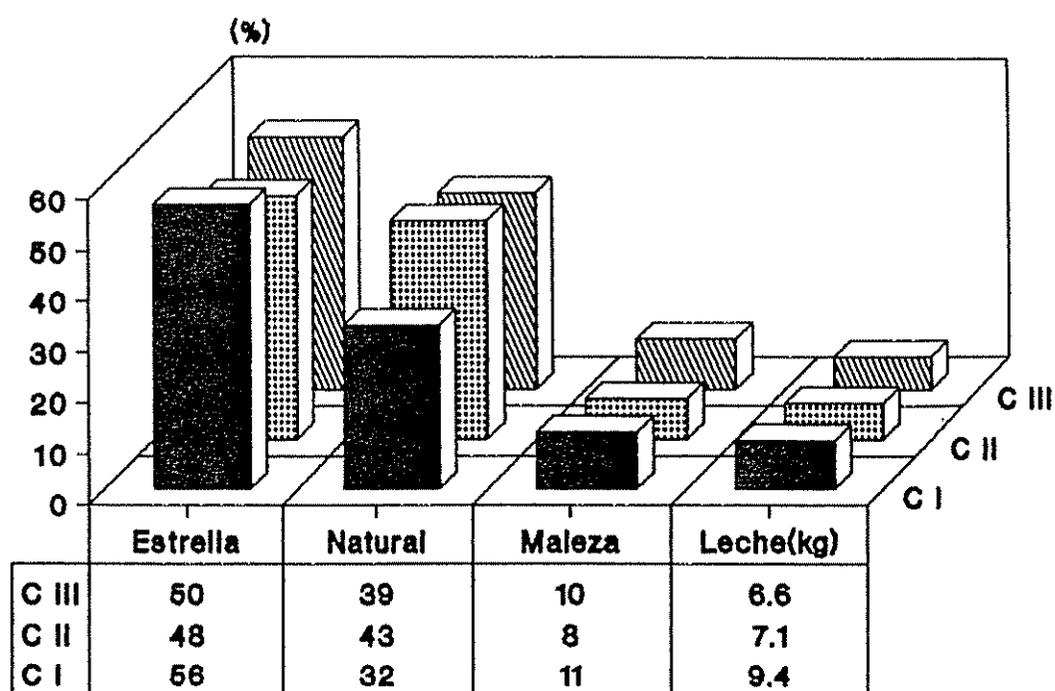


Fig.5 Composición botánica (E.Africana) y su relación con producción de leche (Kg/v/d) de cuadrado por tratamiento.

4.2.2 Disponibilidad de pasto estrella africana en la pradera

La disponibilidad de pasto estrella en los diferentes tratamientos fue semejante respecto a la materia seca total y materia viva o inerte, pero para los períodos dentro de cuadrado se mostraron diferencias ($P < 0.05$) como se aprecia en los resultados de los análisis de varianza (Cuadros 7A, 8A, 9A). También existió una disminución ($P < 0.05$) en este componente a través de los cuadrados tanto en materia seca total y materia verde o inerte (Cuadros 9, 10 y 11).

4.2.3 Contribución de las leguminosas a la biomasa disponible

Los resultados de la evaluación de composición botánica indican que las leguminosas contribuyeron mucho a la biomasa disponible (Cuadro 7). En la asociación de estrella con Arachis pintoi el porcentaje de leguminosa presente fue de 44% y para la asociación con Desmodium ovalifolium fue de 51%, esta diferencia entre las dos leguminosas se amplió a medida que se desarrollaban los subsecuentes ciclos de pastoreo.

En la Figura 6 se muestra la composición botánica de la asociación del estrella con Arachis, en la cual se ve claramente como el estrella tiende a disminuir a través de los cuadrados evaluados y el Arachis aumenta llegando hasta un 63% en la composición de la pastura; referente al pasto natural éste tiende a disminuir como la maleza, todo esto hizo que la producción de leche tiende a disminuir a través de los cuadrados de 10.2 a 7.8 kg/v/d.

En el estrella asociado con Desmodium (Figura 7) ocurrió algo similar como en el tratamiento con Arachis, el estrella a través de los cuadrados disminuyó, favoreciéndose el Desmodium, lo cual causó que la producción de leche a través de los cuadrados también se disminuyera de 9.6 a 6.2 kg/v/d. Una de las razones por las que se ha visto menos afectada en su tasa de crecimiento esta leguminosa puede deberse a la presencia de su alto contenido de taninos, que lo hace impalatable al animal, lo cual favorece que se aumente su disponibilidad por falta de consumo por el animal, llegando a constituirse más bien en algo indeseable en la pradera.

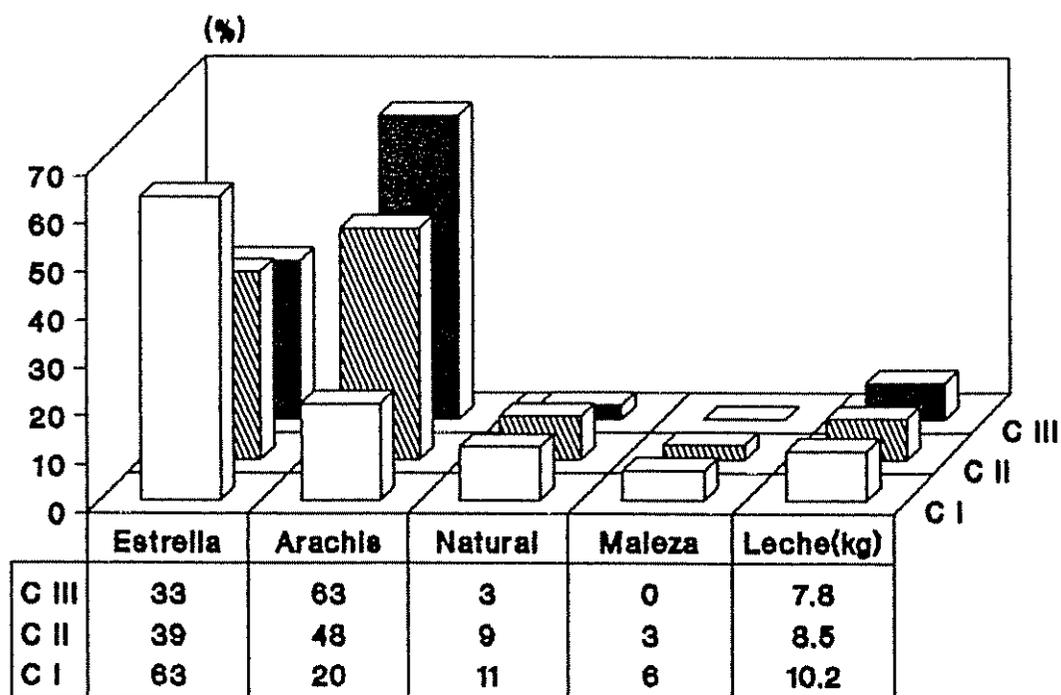


Fig.6 Composición botánica (Est+Arachis) y su relación con producción de leche (Kg/v/d) de cuadrado por tratamiento.

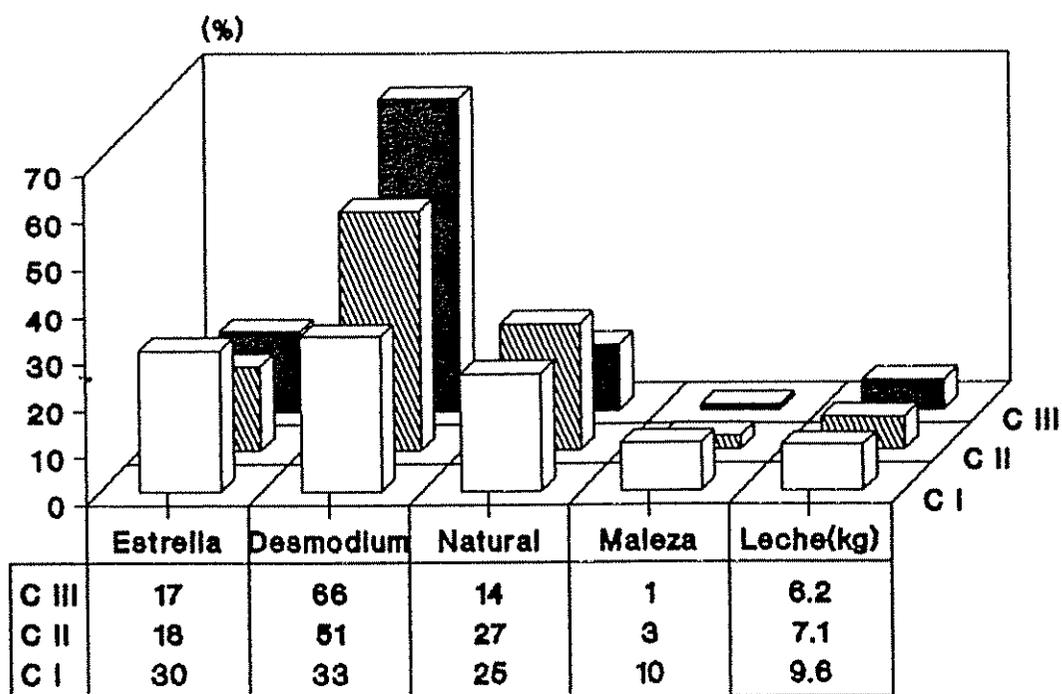


Fig.7 Composición botánica (Est+Desmo) y su relación con producción de leche (Kg/v/d) de cuadrado por tratamiento.

Cuadro 9.- Disponibilidad de componentes en términos de materia seca total (kg/ha) durante los tres cuadrados evaluados.

Componentes	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural
CuadradoI	2207 ^a	855 ^b	266 ^a	489 ^b
CuadradoII	1207 ^b	1059 ^b	115 ^a	707 ^a
CuadradoIII	883 ^b	1419 ^a	90 ^a	439 ^b
Promedio	1873	1111	157	545
Error estándar	125	100	32	70

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel de ($P < 0.05$).

Cuadro 10.- Disponibilidad de componentes en términos de materia seca verde (kg/ha) en los diferentes cuadrados evaluados.

Componentes	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural
CuadradoI	1886 ^a	922 ^a	192 ^a	176 ^b
CuadradoII	1017 ^b	946 ^a	94 ^{ab}	527 ^a
CuadradoIII	648 ^b	1054 ^a	70 ^b	301 ^b
Promedio	1183	974	118	334
Error estándar	66	77	29	37

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel de ($P < 0.001$).

Cuadro 11.- Cambios en la disponibilidad de componentes (kg/ha) en términos de la materia inerte durante los cuadrados evaluados.

Componente	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural
Cuadrado I	1119 ^a	518 ^c	175 ^a	176 ^b
Cuadrado II	902 ^a	847 ^b	85 ^a	527 ^a
Cuadrado III	594 ^b	1189 ^a	59 ^a	301 ^b
Promedio	871	851	106	334
Error estándar	67	92	23	46

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel de ($P < 0.01$).

4.2.4 Disponibilidad de leguminosas

Existió una fuerte diferencia ($P < 0.05$) entre los cuadrados respecto a la disponibilidad de leguminosas (Cuadros 9, 10, 11), ya sea como materia seca total y materia viva o inerte. El comportamiento de estas leguminosas fue a incrementarse a través de los cuadrados evaluados; así se puede observar en la Figura 8 como la disponibilidad de materia seca total de las leguminosas (Arachis y Desmodium) se incrementaron disminuyendo los otros componentes presentes como el Estrella, la maleza y el natural.

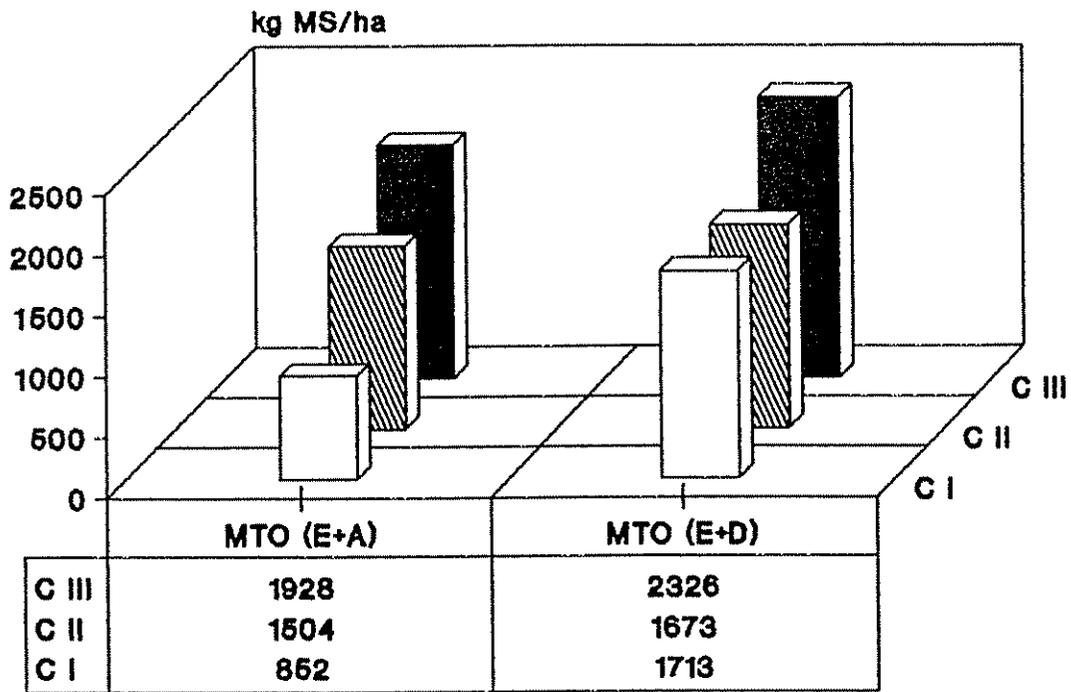


Fig.8 Disponibilidad de la leguminosa Arachis y Desmodium en los tratamientos evaluados.

4.2.5 Contribución de las malezas a la biomasa disponible

Uno de los mayores problemas en pasturas establecidas en el ecosistema de bosque tropical es la invasión de malezas (Serrao *et al.*, 1979).

La cantidad de malezas fue más alta (10%) en el tratamiento control, que consistió de pasto estrella como monocultivo, mientras que para el tratamiento de pasto estrella asociado con Arachis pintoi fue de 4% y en el pasto estrella asociado con Desmodium ovalifolium 5% (Cuadro 7).

En los Cuadros 9, 10 y 11 se puede observar que la maleza estuvo presente en mayor proporción durante el primer cuadrado para la materia seca total y materia viva o inerte, encontrándose la mayor cantidad de malezas en el tratamiento con solo estrella (Cuadro 7). Esto confirma que las leguminosas sembradas en franjas ayudan a controlar las malezas (Spain *et al.*, 1984).

Los datos obtenidos en este trabajo concuerdan con lo observado por Hutton (1979) y Jones (1983) en el sentido que si se hace un manejo de pastoreo adecuado a la asociación gramínea-leguminosa, las leguminosas persistirán y no darán lugar a la invasión de especies indeseables.

4.2.6 Contribución del componente pasto natural a la biomasa disponible

El pasto natural fue el otro componente importante de gramíneas en las pasturas evaluadas. En el Cuadro 7 se observa que en el tratamiento control (estrella como monocultivo) hubo una mayor proporción de pasto natural (39%), seguido por el tratamiento de pasto estrella asociado con *Desmodium ovalifolium* (22%) y pasto estrella asociado con *Arachis pintoii* (8%). En cuanto a la disponibilidad de este componente natural, las tendencias observadas fueron de una mayor presencia de este componente en el Cuadrado II para la materia seca total, viva o inerte (Cuadros 9, 10, 11). Si este componente lo relacionamos con las condiciones climáticas que se dieron en ese momento en que se realizó la evaluación del segundo Cuadrado (Figura 1) se observa que hubo una mayor precipitación desde mayo a junio, lo cual nos hace pensar que el componente pasto natural se vió favorecido tanto por la condición climática como por la desaparición del estrella en la pastura como posible consecuencia de una mayor presión de pastoreo. La mayor presencia del pasto natural (Cuadro 7) en el tratamiento de estrella como monocultivo, nos hace dilucidar que éste tiene una competencia menos fuerte con el pasto natural, que cuando la pastura de estrella se encuentra asociada con

leguminosas, quienes aparentemente también compiten por espacio contra el componente natural.

4.3 Calidad nutritiva del forraje

4.3.1 Calidad del forraje en oferta y residual

El análisis de varianza para la DIVMS del material ofrecido y residual se muestra en el Cuadro 10A. La DIVMS del forraje ofrecido fue afectada significativamente ($P < 0.05$) por los tratamientos, a favor de una mayor digestibilidad (53%) para el pasto estrella asociado con Arachis pintoii, mientras que para el tratamiento con solo estrella y estrella asociado con Desmodium ovalifolium la DIVMS fue de 45% y 44%, respectivamente (Cuadro 12). Valores de DIVMS para el forraje residual fueron de 39% y 41% para los tratamientos estrella solo y estrella asociado con Desmodium ovalifolium, respectivamente. Estos valores encontrados son concordantes con lo reportado por Hurtado, (1988) quién encontró valores para DIVMS residual de 39.1 y 42.5% en los tratamientos de estrella solo y estrella asociado con Desmodium ovalifolium. Los valores encontrados para el presente trabajo fueron inferiores ($P < 0.05$) al

valor de 47% encontrado para la mezcla de estrella más Arachis. En el caso de la asociación de estrella con Desmodium ovalifolium lo que podría estar influenciando su baja digestibilidad es el alto contenido de taninos, el cual ejerce un efecto detrimental sobre la DIVMS del forraje (Lascano y Salinas, 1982.; Valerio, 1990; Toro, 1990).

Respecto al contenido de proteína cruda (PC) del forraje en oferta (Cuadro 12), se detectó diferencias importantes ($P < 0.05$) entre tratamientos, aportando un mayor nivel de proteína la asociación del pasto estrella con Arachis pintoii (12%) comparado con la asociación de pasto estrella con Desmodium ovalifolium (11%) y para el estrella solo (9%).

En la Figura 9 se puede observar como la digestibilidad y proteína del forraje en oferta fue mayor en el tratamiento de estrella con Arachis en el tercer Cuadrado, esa mayor calidad obtenida pudo deberse a la mayor proporción de la leguminosa en la pastura.

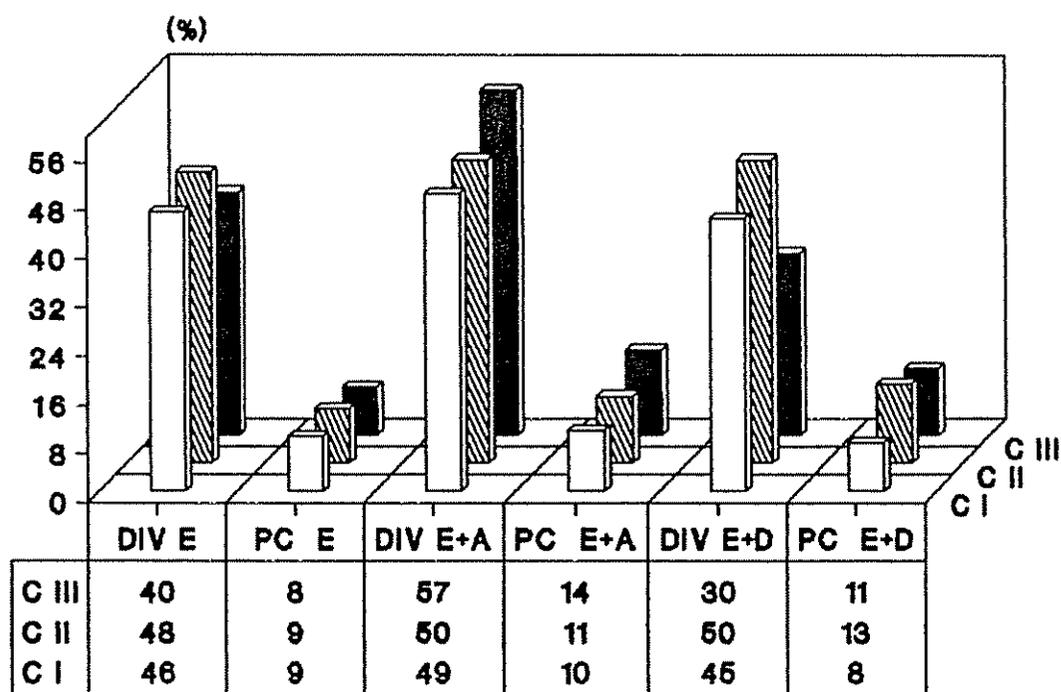


Fig.9 Digestibilidad (DIV) y proteína (PC) de la materia total ofrecida en los tratamientos evaluados.

Cuadro 12 Digestibilidad in vitro y proteina de la materia seca total ofrecida y residual durante el experimento.

Tratamiento	DIVMS Ofrec.	DIVMS Res.	PC Ofrec	PC Res.
	----- (%) -----			
Estrella	45 ^{ab}	39 ^b	9 ^b	7 ^b
Estrella+Arachis	53 ^a	47 ^a	12 ^a	11 ^a
Estrella+Desmodium	44 ^b	41 ^b	11 ^{ab}	10 ^a

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel de (P<0.05).

* Ofrec = Ofrecido

* Res = Residual

4.3.2 Calidad del forraje en oferta y residual del material vivo

Los análisis de varianza (Cuadro 11A) indicaron que la (DIVMS) de la materia seca viva del forraje en oferta fue significativamente (P<0.05) superior en el tratamiento de pasto estrella asociado con Arachis pintoi (57%), comparado con la mezcla de estrella y Desmodium ovalifolium (45%), pero similar al tratamiento con solo estrella el cual tuvo una DIVMS del 51% (Cuadro 14).

Con respecto al contenido de proteína cruda (PC) del forraje en oferta (Cuadro 13), los tratamientos fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$), presentándose el mayor contenido de proteína cruda (PC) en el pasto estrella asociado con Arachis pintoii (16%), mientras que la asociación con D. ovalifolium y estrella sola tuvieron concentraciones semejantes (12% y 10% respectivamente).

Es de importancia el hecho que se hayan detectado en promedio valores más altos de DIVMS para el pasto estrella asociado con Arachis pintoii, ya que esto indicaría que esta leguminosa mejora la dieta no solo en su valor proteico sino también en su valor energético.

En la Figura 10 se observa como la digestibilidad y proteína de la materia seca verde en los tratamientos evaluados tendió ser mayor en el Cuadrado III para el tratamiento de estrella asociado con Arachis, ocurriendo lo contrario para los otros tratamientos donde la DIVMS disminuyó a través de los cuadrados evaluados.

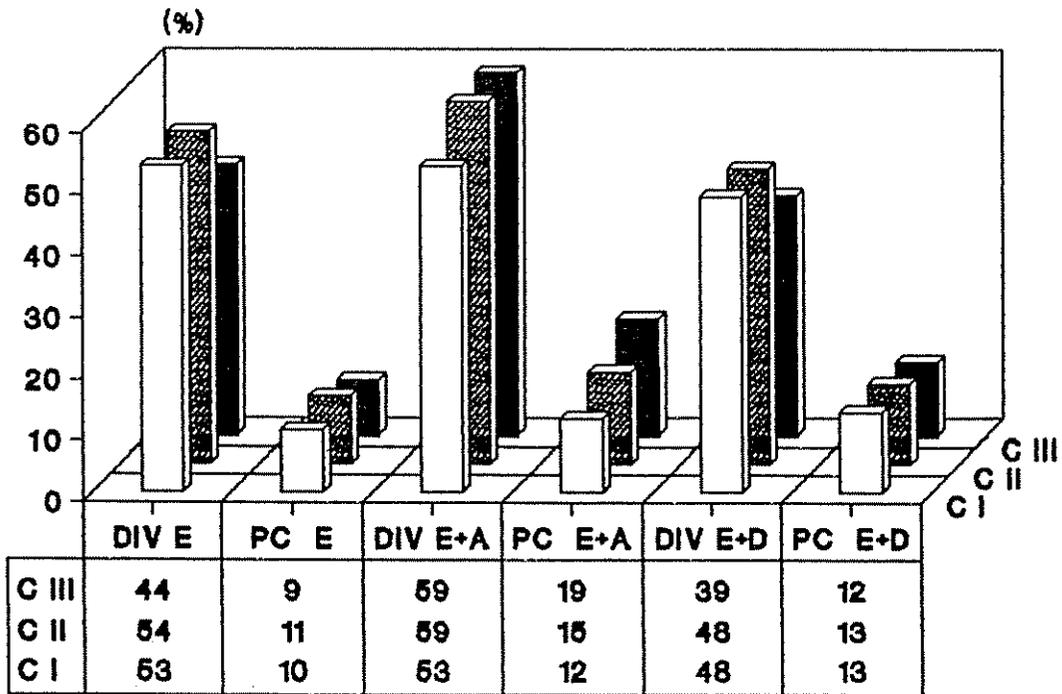


Fig.10 Digestibilidad (DIV) y proteína (PC) de la materia verde ofrecida en los tratamientos evaluados.

Cuadro 13 Digestibilidad in vitro (DIVMS) y Proteína cruda (PC) de la materia seca viva ofrecida y residual en los diferentes tratamientos evaluados.

Tratamientos	DIVMS Ofre	DIVMS Res	PC Ofre	PC Res
	----- (%) -----			
Estrella	51 ^{ab}	45 ^{ab}	10 ^b	8 ^b
Estrella+	57 ^a	55 ^a	16 ^a	14 ^a
Arachis.				
Estrella+	45 ^b	40 ^b	12 ^b	12 ^{ab}
Desmodium.				

 Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel (P<0.05).

* Ofre = Ofrecido
 * Res = Residual

4.3.3 Calidad del forraje en oferta del material inerte

El análisis de varianza para la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) del forraje inerte en oferta no mostró diferencias entre tratamientos (Cuadro 12A), las únicas diferencias importantes se encontraron entre cuadrados (Cuadro 14), para la proteína cruda obteniendose

un valor de proteína de 6% para el Cuadrado I en comparación con el Cuadrado II donde se obtuvo un 10%.

Cuadro 14 Digestibilidad in vitro (DIVMS) y Proteína Cruda (PC) de la materia seca inerte ofrecida en los diferentes cuadrados evaluados.

	DIVMS	PC
	------(%)-----	
Cuadrado I	26 ^a	6 ^b
Cuadrado II	25 ^a	10 ^a
Cuadrado III	28 ^a	9 ^{ab}
Promedio	26	8

Medias con diferente letra dentro de columna difieren a nivel de (P<0.05).

4.4 Producción de leche

En el Cuadro 15 se presenta el análisis de varianza para la producción de leche obtenida en los diferentes tratamientos. Como se puede observar hubo importantes diferencias entre cuadrados, vacas dentro de cuadrados y tratamientos.

Las producciones de leche obtenidas fueron de 8.8, 7.7 y 7.6 kg/v/d, para los tratamientos de pasto estrella asociado con Arachis pintoi, pasto estrella solo y pasto estrella asociado con Desmodium ovalifolium, respectivamente (Cuadro 16).

En el Cuadro 17 se muestran las diferencias encontradas en los diferentes cuadrados evaluados ($P < 0.0001$). Así, en el primer cuadrado se obtuvo la mayor producción de leche promedio a través de todos los tratamientos (Figura 11) habiendo luego una disminución a través de los siguientes cuadrados que se evaluaron. Lo anterior principalmente fue debido a dos causas: el nivel de producción de las vacas que conformaron cada cuadrado y la época del año. Referente a la época del año los datos de precipitación durante el período de experimentación (Figura 1) indican que ésta fue mayor entre los meses de mayo a junio, estos meses correspondieron al segundo Cuadrado del experimento, si lo relacionamos con la disponibilidad de pasto en esa época el pasto estrella tendió a declinar tanto en su composición como disponibilidad, ya fuere en monocultivo como asociado, favoreciéndose el incremento de la tasa de crecimiento de la leguminosa. Estos resultados pueden estar indicando que con mayores niveles de precipitación, la leguminosa se vería favorecida en su

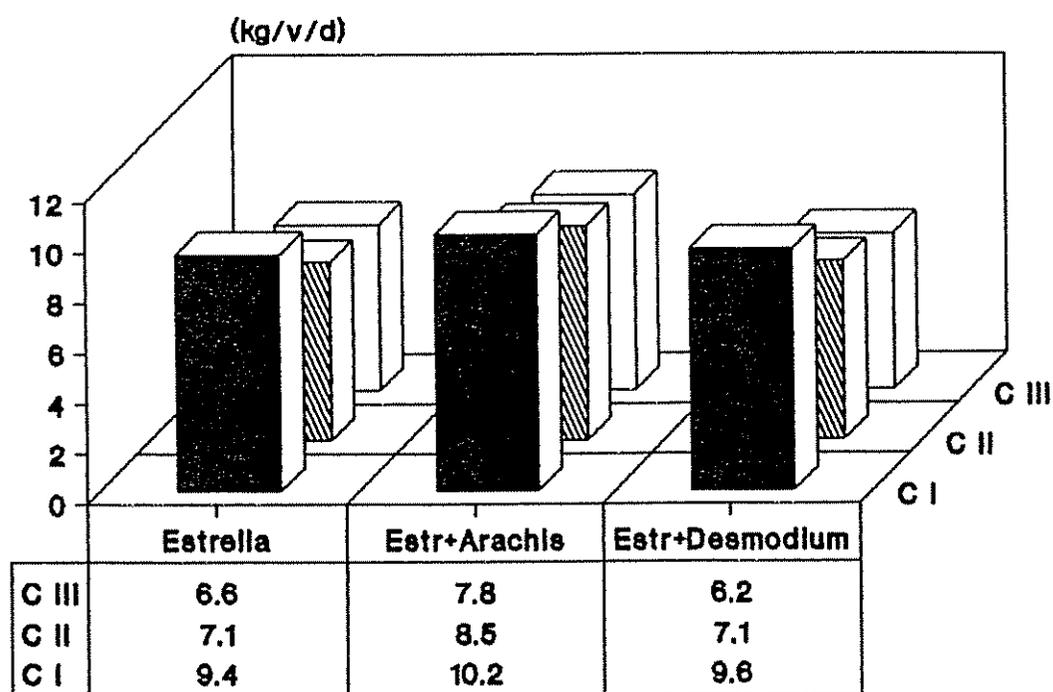


Fig.11 Producción de Leche obtenida en las pasturas evaluadas en función del período de evaluación (cuadrado).

crecimiento, porque los animales tenderían a consumir más la estrella, por lo cual se estaría ejerciendo una presión de pastoreo fuerte a la gramínea. Estos datos concuerdan con lo mencionado por Humphreys (1980) quien reporta que la preferencia hacia los componentes de la pastura pueden variar de acuerdo a cambios en la estación climática. Además se hace referencia a que los animales seleccionarán más leguminosa durante los períodos de estrés hídrico, a medida que la gramínea madura y pierde su calidad (Gardener, 1980; Bohnert *et al*, 1986).

Cuadro 15 Análisis de varianza de la producción de leche en los diferentes tratamientos evaluados.

Fuente de variación	GL	C.M.	Valor de F	Pr>F
Cuadrado	2	19	62	0.0001
Tratamiento	2	4	13	0.0016
Vaca(Cuadro)	6	3	11	0.0008
Período(Cuadro)	6	0.5	2	0.1790
Error	10	0.3		

C.V. = 6.9

Cuadro 16 Efecto de las diferentes pasturas evaluadas sobre la producción de leche diaria.

Tratamiento	Producción de Leche (Kg)
Estrella	7.7 ^b
Estrella+Arachis	8.8 ^a
Estrella+Desmodium	7.6 ^b
Error estándar	0.2

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel ($P < 0.001$).

Cuadro 17 Producción promedio de leche diaria en los diferentes cuadrados evaluados.

Cuadrado	Leche, (kg/v/d)
I	9.7 ^a
II	7.6 ^b
III	6.9 ^c
Error estándar	0.2

Medias con diferente letra dentro de cada columna difieren al nivel ($P < 0.0001$).

4.5 Componentes de la leche

En el Cuadro 13A, se muestra un resumen de los análisis de varianza realizados para los diferentes componentes de la leche evaluados.

En el Cuadro 18 se indica la composición de la leche obtenida bajo los tratamientos en estudio. No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los contenidos de proteína y grasa en los diferentes tratamientos, solamente se encontraron diferencias entre tratamientos respecto al contenido de sólidos totales en la leche, siendo en la asociación con Arachis (13.6%) donde se obtuvo el mayor valor, comparado con la asociación con Desmodium donde solo se obtuvo 12.8%.

La concentración de proteína, grasa y sólidos totales (Cuadro 19) fue diferente ($P < 0.05$) entre el primer y segundo cuadrado respecto a la grasa y sólidos totales. Así los valores encontrados fueron de 3.6% y 4.0% de grasa y de 12.2% y 13.3% para sólidos totales en el primer y segundo cuadrado, respectivamente.

En la Figura 12 se muestra el efecto de la interacción tratamiento por cuadrado, notándose diferencias entre cuadrados respecto a los tratamientos ($P < 0.05$) solo para la concentración de sólidos totales.

Cuadro 18 Composición de la leche de vacas pastoreando estrella africana con y sin leguminosas.

	Proteína	Grasa	Sólidos totales
Tratamiento	------(%)-----		
Estrella	3.1 ^a	3.8 ^a	13.1 ^{ab}
Estrella+Arachis	3.3 ^a	3.9 ^a	13.6 ^a
Estrella+Desmodium	3.1 ^a	3.7 ^a	12.8 ^b
Error estándar	0.1	0.08	0.2

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel ($P < 0.05$)

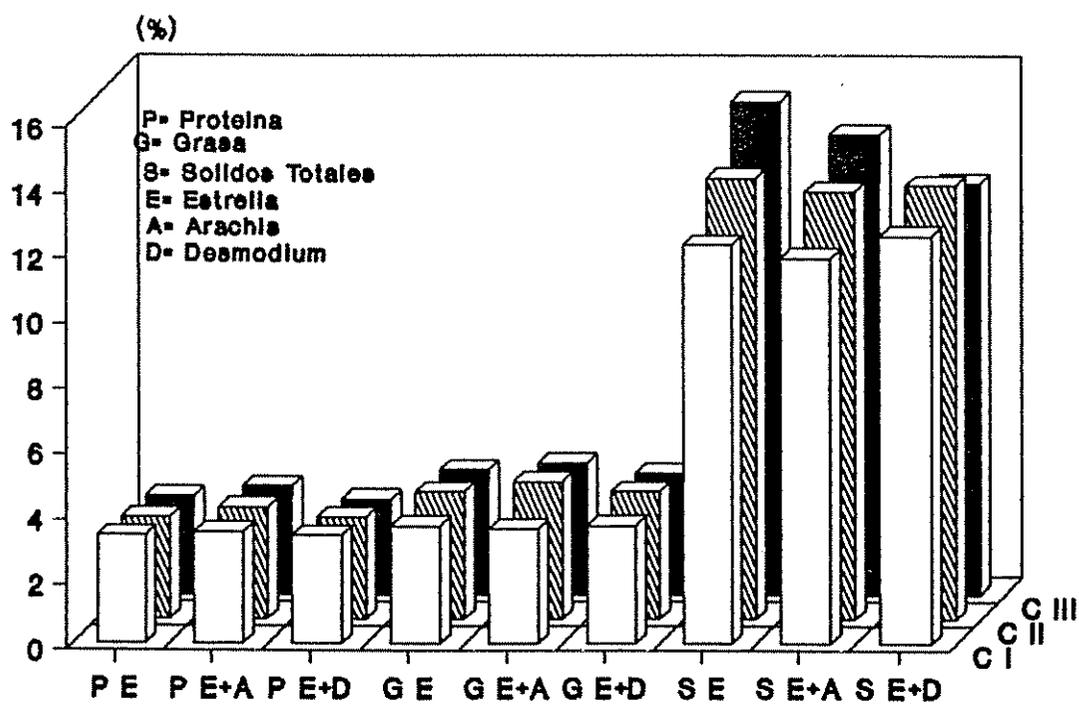


Fig.12 Composición de la leche por tratamientos en los diferentes cuadros evaluados.

Cuadro 19 Composición química de la leche en los diferentes cuadrados evaluados.

Cuadrado	Proteína	Grasa	Sólidos totales
	------(%)-----		
I	3.3 ^a	3.6 ^b	12.2 ^b
II	3.2 ^a	4.0 ^a	13.3 ^a
III	3.1 ^a	3.8 ^{ab}	13.9 ^a

Medias con diferente letra dentro de cada columna difieren al nivel ($P < 0.05$).

4.6 Urea Sanguinea

El análisis de varianza para este parámetro determinó una diferencia significativa ($P < 0.05$) en la concentración de urea presente en el suero sanguíneo de las vacas estudiadas en los diferentes tratamientos (Cuadro 14A).

Los valores determinados en el presente estudio (Cuadro 20) no están dentro del rango de valores indicados como normales para vacas lecheras (10-20 mg/dl) reportados por otros investigadores (Blauwiekel y Kincaid, 1986; NCR, 1978).

Se debe recordar que las vacas utilizadas en este estudio no recibieron suplementación y dependieron completamente de la proteína del forraje para su mantenimiento y producción. Los datos obtenidos en el presente trabajo sí concuerdan con los datos obtenidos por Montenegro (1989) para vacas que dependían de la proteína del forraje para su mantenimiento y producción.

Los mayores niveles de urea en sangre en las vacas que pastoreaban una mezcla de pasto estrella con Arachis pintoi (6.6 mg/dl) son coincidentes con la mayor concentración de proteína cruda encontrada en esta pastura que fue de 16% respecto a las otras bajo evaluación que tuvieron 10% y 12% para el estrella y Desmodium respectivamente. Relacionando estos resultados con la producción de leche obtenida se podría indicar que las vacas en las asociaciones de Desmodium ovalifolium y estrella como monocultivo no llegaron a consumir las cantidades de proteína necesarias y de ahí el bajo nivel de urea en sangre.

Cuadro 20 Efecto de las diferentes pasturas evaluadas sobre la concentración de Urea (mg/dl) en suero sanguíneo de vacas en lactación.

Tratamiento	Urea, mg/dl
Estrella	4.9 ^b
Estrella+Arachis	6.6 ^a
Estrella+Desmodium	4.5 ^b
Error estándar	0.5

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel ($P < 0.05$).

4.7 Ganancia diaria de peso en promedio

En el Cuadro 21, se presentan las ganancias de peso obtenidas por las vacas a través de los diferentes tratamientos. Se debe tomar en cuenta que como el objetivo del presente trabajo era medir la producción de leche el diseño utilizado no fue el apropiado para medir cambios en peso corporal, sin embargo se puede obtener una indicación de lo sucedido en los diferentes tratamientos. Los resultados provienen de un intervalo de medición entre un peso inicial y final de solo 16 días, que fue la duración del período en los potreros bajo evaluación. Lo cual da solamente una indicación de lo ocurrido con respecto a los cambios de peso.

Cuadro 21.- Efecto de las diferentes pasturas evaluadas sobre la ganancia de peso de vacas en producción.

Tratamiento	Ganancia de peso (g/d)
Estrella	200 ^b
Estrella+Arachis	582 ^a
Estrella+Desmodium	330 ^b
Error estándar	100

Medias con diferente letra dentro de columna difieren al nivel (P<0.05).

4.8 Ingreso bruto marginal diario

En el Cuadro 22 se muestra el ingreso bruto marginal diario con respecto al tratamiento testigo de pasturas asociadas con *Arachis pintoii* y *Desmodium ovalifolium*, para dicho análisis se asumió que se tiene una pastura de estrella africana y se quiere introducir dichas leguminosas. Los resultados indicaron un ingreso marginal bruto de 0.32 US\$/v/d. y 0.93 US\$/ha/d. para el asocio del pasto estrella con *Arachis pintoii*, ocurriendo lo contrario para el asocio de pasto estrella con *Desmodium ovalifolium* en el cual más bien se tiene un déficit de - 0.03 US\$/v/d. y - 0.084 US\$/ha/d.

Para dicho análisis se asume que el costo de mantenimiento anual (chapias) es similar en todos los tratamientos.

Cuadro 22 Ingreso bruto marginal diario con respecto al tratamiento testigo de pasturas asociadas con Arachis pintoi y Desmodium ovalifolium.

Tratamiento	Vaca	Hectárea
	-----US\$/dia-----	
Estrella	0	0
Estrella+ <u>Arachis</u>	0.32	0.93
Estrella+ <u>Desmodium</u>	-0.03	-0.084

* El precio de la leche \$ 0.29/kg.

5 DISCUSION GENERAL

La disponibilidad de forraje total ofrecido en todos los tratamientos estuvo bien distribuída, tendiendo luego a declinar a través de los ciclos de pastoreo. Esto fue consecuencia de la respuesta fisiológica de las plantas a las condiciones del medio ambiente, como el clima y suelo bajo la influencia del animal pastoreando.

La mayor precipitación se dió entre los meses de mayo y junio, momento en el cual se estaba en el segundo cuadrado de evaluación, notándose una disminución de la contribución del pasto estrella en la composición botánica y por ende en su disponibilidad en la pastura, lo cual se vió reflejado también en la disminución de la producción de leche. En condiciones de Turrialba, variaciones de producción de pasto por causas estacionales y propias de la planta, pueden reducir el crecimiento a niveles de 20-30% de las tasas de crecimiento obtenidos en los períodos de máxima producción (Cubillos, 1973; Gutiérrez, 1974).

En el presente trabajo la disponibilidad de material verde fue mayor en el caso de la asociación del tratamiento estrella más Desmodium, esto podría tener su explicación

lógica en el sentido que el Desmodium ovalifolium en sí no fue consumido por los animales probablemente debido a su menor ^{palatabilidad} ~~apetecibilidad~~, como consecuencia de poseer un alto contenido de taninos (Toro, 1990; Valerio, 1990). Esta característica, aunque desfavorable desde el punto de vista nutricional, constituye un mecanismo para asegurar la persistencia de esta leguminosa en la pastura ya que llegó a dominar casi por completo a las otras especies presentes.

Respecto a la disponibilidad de material inerte en el forraje residual se ve la presencia de este material en mayor proporción en el pasto estrella como monocultivo, sin embargo en los otros tratamientos con asociaciones de leguminosas el material inerte se encontró en menor proporción. Lo anterior podría explicarse debido a que el estrella es un forraje que tiende a acumular mucho material muerto, sobre todo si es una pastura con cierto grado de degradación, lo que podría indicar que a medida que se disminuía el material verde al mantenerse una carga constante se estuvo ejerciendo una presión de pastoreo mayor en el estrella como monocultivo. Si se relaciona esto con la producción de leche obtenida se puede notar que a medida que transcurrían los ciclos de pastoreo, la producción de leche obtenida era menor. Además a medida que el pasto estrella disminuyó, se aumentó la proporción de leguminosas

en las pasturas asociadas y solo en el caso de estrella como monocultivo al disminuir éste se incrementa la invasión de pasto natural.

Estos mismos resultados concuerdan con los datos reportados por Hurtado (1988) quién encontró una mayor presencia tanto de pasto natural, como de malezas en el tratamiento de estrella como monocultivo. Lo que parece confirmar que las leguminosas al invadir áreas que previamente eran ocupadas podrían ser una forma de ayudar a eliminar especies indeseables del potrero.

Asimismo, los datos sobre la calidad nutritiva de los forrajes, indicaron un efecto positivo de las leguminosas sobre la calidad del forraje. Se pudo observar una mayor digestibilidad (57%) para el tratamiento de estrella asociado con Arachis pintoii y una concentración proteica del (16%). Lo cual podría indicar que los animales que consumieron esa mezcla tuvieron la oportunidad de consumir un forraje con mayor contenido de energía digestible comparado con los animales que pastoreaban solo estrella o estrella más Desmodium. Además, fue también en el tratamiento con Arachis donde se encontró mayor disponibilidad de material vivo, lo cual podría indicar que

los animales tuvieron oportunidad de mayor consumo, o en su defecto la oportunidad de seleccionar mejor el material a consumir, comparado con las vacas de los otros tratamientos.

Esta situación se refleja también en la producción de leche obtenida con la asociación de estrella más Arachis, la cual fue superior a la producida con las otras pasturas. Si se considera que la mejor forma de evaluación de germoplasma promisorio es determinando su capacidad de incrementar la producción de carne o leche, entonces toda la información del presente trabajo apunta a que la asociación de estrella más Arachis es realmente superior.

Contrariamente, el Desmodium ovalifolium mostró valores de digestibilidad y proteína bajos, quizás por su alto contenido de taninos. Al respecto Valerio (1990) utilizando el método de Folin Dennis determinó que la concentración de taninos del material evaluado en el presente experimento fue para el Arachis pintoii y Desmodium ovalifolium de 2.43% y 6.41% respectivamente. Lo cual nos muestra que el contenido de taninos para el Desmodium fue superior al Arachis. Varios autores reportan que valores superiores al 5% causan serias limitaciones en el consumo de estos materiales.

Para el caso de la asociación del estrella con Desmodium ovalifolium cabe suponer que en el largo plazo, la leguminosa terminará dominando la gramínea simplemente debido a su muy baja palatabilidad, además de ser la dieta de muy baja digestibilidad obteniéndose bajas producciones de leche.

El pasto estrella asociado con Arachis pintoii fue el que tendió a presentar los mayores porcentajes de proteína, grasa y sólidos totales. Esto podría deberse tanto a un alto consumo de energía, como de nitrógeno aportado por la mezcla estrella más Arachis. Situación que coincide con los datos de Romero y Van Horn (1990) quienes al aumentar el consumo de proteína en la dieta encontraron un incremento en el porcentaje de grasa en la leche.

Cuando se determinó la concentración de urea en la sangre, las vacas que pastoreaban la asociación con Arachis tuvieron un nivel de 6.6 mg/dl, que fue significativamente superior ($P < 0.05$) al encontrado en los otros tratamientos evaluados. Relacionado con la producción de leche obtenida se podría indicar que las vacas en las asociaciones de Desmodium ovalifolium y estrella como monocultivo no llegaron a consumir las cantidades de proteína necesarias y de ahí su bajo nivel de urea en la sangre.

La baja digestibilidad de la dieta del estrellado asociado con D. ovalifolium pudo ser el factor determinante de bajas ganancias de peso, al limitarse el consumo de energía digerible, esto ha sido corroborado por (Romero y Siebert, 1980; Alvarez y Lascano, 1987; Moir et al., 1979).

Se deduce entonces desde el punto de vista de nutrición animal, que cuando se trabaja con leguminosas poco apetecibles como D. ovalifolium, es importante mantener un adecuado equilibrio entre las especies de una pastura gramínea-leguminosa, pues un exceso de leguminosa puede deprimir el consumo voluntario y por ende la producción animal.

6 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo este estudio y con base a los resultados obtenidos, se presentan las siguientes conclusiones.

- 6.1. La calidad nutritiva del forraje ofrecido se vio favorecida para la asociación del pasto estrella con Arachis pintoii
- 6.2. La dominancia de la leguminosa Desmodium ovalifolium sobre la gramínea bajo las condiciones de Turrialba se atribuyó a su comportamiento agresivo y a su baja apetecibilidad.
- 6.3. La producción de leche obtenida con la asociación del estrella con Arachis pintoii indica que esta es una asociación promisorio para el ecosistema de Turrialba y ecosistemas similares.
- 6.4. El pasto estrella solo sin fertilización y sin asocio con leguminosas tiende a su degradación rápidamente, siendo invadido por el pasto natural y malezas.

7 RECOMENDACIONES

- 7.1 Dado el bajo valor nutritivo y productividad animal del D. ovalifolium CIAT 350 como especie forrajera, se recomienda no continuar su evaluación dentro del ecosistema de Turrialba y ecosistemas similares.

- 7.2. Trabajar con animales fistulados al esófago con el fin de evaluar la composición botánica de la dieta seleccionada para la asociación del estrella con el Arachis pintoii CIAT 17434.

- 7.3 Continuar con la evaluación de la asociación del estrella con Arachis pintoii CIAT 17434 por un período mayor e investigar diferentes manejos del pastoreo que permitan mantener una adecuada proporción de Arachis en la asociación.

B BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, A.; LASCANO, C. 1987. Valor nutritivo de la sabana bien drenada de los Llanos Orientales de Colombia. Pastos Tropicales. Boletín Informativo (Col.) 9(3):9-17.
- BATEMAN, J V. 1970 Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. México, D.F., Herrero. 468 p.
- BLAUWIEKEL, R.; KINCAID, R. 1986. Effect of crude protein and solubility on performance and blood constituents of dairy cows. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 69(8):2091-2098.
- BOHNERT, E.; LASCANO, C.; WENINGER, J.H. 1986. Botanical and chemical composition of the diet selected by fistulated steers under grazing on improved grass-legume pastures in the tropical savannas of Colombia.2. Chemical composition of forage available and selected. Zeitschrift fur Tierzuchtung und Zuchtungsbiologie. (Alemania) 103:69-79.
- BRYANT, H.T; BLASER, R.E.; HAMMES, R.C.; HARDISON, W.A. 1961. Method for increased milk production with rotational grazing. Journal of Dairy Science. (EE.UU.) 44:1733-1741.
- CARNEVALI, H. A.A. 1973. Composición de la leche y factores que la modifican. In Seminario sobre la Producción de Leche en Venezuela (1973, Maracaibo, Ven.). Trabajos presentados. Caracas, Consejo Nacional de Investigaciones Agrícolas. p 371-388.
- CATIE. 1989. Sistemas silvopastoriles para el trópico húmedo bajo: informe final primera fase. Turrialba, Costa Rica. p. 104-112.
- CHACON, E.; STOBBS, T.H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. Australian Journal of Agricultural Research (Australia) 27:709.
- ; BETANCOURT, R. 1986. El aporte de nutrientes por las leguminosas para la producción animal. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Alcance (Ven.) no.35:117-142.

- CHURCH, D.C.; POND, W.G. 1977. Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos. Zaragoza, Editorial Acribia. 462 p.
- CIAT. 1980. Tropical Pastures Program. Annual report 1979. Cali, Col. 56 p.
- 1982. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1981. Cali, Col. 302 p.
- . 1983. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1982. Cali, Col. 362 p.
- . 1987. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1986. Cali, Col. 347 p.
- . 1988. Programa de Pastos Tropicales. Informe anual 1987. Cali, Col. 344 p.
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA. RAMA ANIMAL (CUBA). 1975. Metodología de balance alimentario para el ganado vacuno en Cuba. La Habana, Instituto Cubano del Libro. 192 p.
- CROWDER, L.V.; CHHEDA, H.R. 1983 Dairy production on tropical pastures. In Tropical grassland husbandry. London, Longman. p.249-250.
- CUBILLOS, G.; MUÑOZ, H.; FUENTES, G.; VALDEZ, F.; GUTIERREZ, M.; 1973. El uso intensivo del pasto estrella africana. (*Cynodon plectostachyus*) en la producción de leche. In Día de Campo Ganadero (7,1973, Turrialba, Costa Rica). Turrialba, C:R:, CATIE. p.14-16.
- CUBILLOS, H.; VOHNOUT K.; JIMENEZ. C. 1975. Sistemas intensivos de alimentación del ganado en pastoreo. In El potencial para la producción de ganado de carne en América tropical. Cali, Colombia, CIAT. p 215-241. (Serie c5-10).
- DIRVEN, J.G.P. 1965. Milk production on grassland in Suriname. In International Grassland. Congress (9,1965, Sao Paulo, Brasil). Proceeding. Sao Paulo, Secretaria de Agricultura. v.2, p.995-999.
- GARCIA LOPEZ, R.; PONCE CEBALLOS, P. 1988. Principales factores que influyen en la composición de la leche. In Producción de leche a base de pastos tropicales: conferencias. La Habana, Cuba, EDICA. p. 109-176.

- GARDENER, C.J. 1980 Diet selection and liveweight performance of steers on Stylosanthes hamata- native grass pastures. Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.) 31:379-392.
- GLOVER, J.; GOMEZ, E. 1961. Milk production from pastures. Journal of Agricultural Science (G.B.) 56:261-264.
- GREENHALGH, J.F.D.; REID, G. W.; AITKEN, J.N.; FLORENCE, E. 1966. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. 1. Short-term effects in strip-grazed dairy cows. Journal of Agricultural Science (G.B.) 67:13-23.
- GROF, B. 1982. Performance of Desmodium ovalifolium Wall, in legume-grass associations. Tropical Agriculture (Trin.) 59(1): 33-37.
- , 1984. Yield attributes of three grasses in association with Desmodium ovalifolium in an isohyperthermic savanna environment of South America. Tropical Agriculture (Trin.) 61(2): 117-120.
- , 1985 Arachis pintoii, una leguminosa forrajera promisorio para los Llanos Orientales de Colombia. Pastos Tropicales. Boletín Informativo (Col.) 7(1):4-5.
- GUTIERREZ, O.M.A. 1974. Comparación de dos métodos intensivos de utilización de pasto estrella africano (Cynodon pleustachyus K.Shum Pilger), en la producción de leche. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 71 p.
- HAMILTON, R.I.; LAMBOURNE, L.J.; ROE, R.; MINSON, D.J. 1970. Quality of tropical grasses for milk production. In International Grassland Congress (11,1970, Surfers Paradise, Queensland). Proceedings. St. Lucia, University of Queensland Press.Proceeding. p. 860-864.
- HARDISON, W.A. 1966. Dairy training. University of Phillipines. Technica/Bulletin no.1.
- HAYDOCK, K.; SHAW, N. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (Australia) 15:663-670.
- HUMPHREYS, L.R. 1980 Deficiencies of adaptation of pasture legumes. Tropical Grasslands (A.C.T.) 4(3):153-157.

- HURTADO, J. 1988. Introducción de leguminosas y manejo del pastoreo en praderas degradadas de estrella africana (Cynodon nlemfuensis). en el Trópico Húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 107p.
- JEREZ, I.; RIVERO, J.L. 1981. Efecto de la carga y tipo de pasto en la producción de leche en pastoreo de bermuda cruzada No 1 (Cynodon dactylon), estrella mejorado (Cynodon nlemfuensis) y pangola (Digitaria decumbens Stent). In Reunión ACPA (3,1981, La Habana, Cuba). [Informe]. La Habana, ACPA. p.
- JONES, R.J.; DAVIES, J.G.; WAITE, R.B. 1967 The contribution of some tropical legumes to pasture yields of dry matter and nitrogen at Samford. South. Eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. (Australia) 7:57-65.
- KRONFELD, D.S.; DONOGHUE, S.; COPP, R.L.; STEARNS, F.M.; ENGLE, R.H. 1982. Nutritional status of dairy cows indicated by analysis of blood. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 65(10):1925-1933.
- LASCANO, C.; SALINAS, J. 1982. Efecto de la fertilidad del suelo en la calidad de Desmodium ovalifolium. Pastos Tropicales. Boletín Informativo (Col.) 7:4-5.
- ; THOMAS, D. 1988. Forage quality and animal selection of Arachis pintoi in association with tropical grasses in the eastern plains of Colombia. Grass and Forage Science (G.B.) 43: 433-439.
- LEE, A.; TWARDOSK, A.; BUBAR, R.; HALL, J.; DAVIS, O. 1978. Blood metallic profiles: their use and relation to nutritional status of dairy cows. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 61(11):1652-1670.
- LUCAS, H.L. 1983. Design and analysis of feeding experiments. North Carolina, North Carolina State University. p.irr. (mimeografiado).
- MANNETJE, L. t.; HAYDOCK, K.P. 1963. The dry weight-rank method for the botanical analysis of pasture. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18: 268-275.
- ; EBERSOHN, J.P. 1980. Relations between sward characteristics and animal production. Tropical Grasslands (Australia) 14:273-280.

- . 1980. Studies on buffel grass pasture. In CSIRO. TROPICAL CROPS AND PASTURES. Divisional Report 1979-80. Canberra (Australia). p. 106-109.
- MARTINEZ, R. O.; MENCHACA, M.A. 1986. Respuesta a la suplementación energética o proteica de vacas en pastoreo. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas (Cuba) 20:25-31.
- MILFORD, R.; MINSON, D. J. 1965. The relation between the crude protein content and the digestible crude protein content of tropical pasture plants. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 20:177-179.
- MINSON, D.; McLEOD, M. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. In Nutritional limits to animal production from pastures. Ed. by J. B. Hacker. Farnham Royal, G.B., CAB. p. 89-110.
- MOE, P.W. ; TRYRRELL, H.F. 1975. Efficiency of conversion of digested energy to milk. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 58(4): 602-610.
- MOIR, K.W.; DOUGHERTY, H.G.; GODDWIN, P.J.; HUMPHREYS, R.J.; MARTIN, P.R. 1979. An assessment of whether energy was the first factor limiting production of dairy cows grazing kikuyo grass pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (Australia) 19:530-534.
- MONTENEGRO, J. 1989 Caracterización de la concentración sanguínea de algunos metabolitos relacionados con el estado nutricional de vacas lecheras. Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba, Costa rica. 156 p.
- MUNOZ, K.A.; COSTALES, J.E. 1985 Prueba de ganancia de peso en Brachiaria humidicola sola y asociada con dos leguminosas. In Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (3., 1985, Cali, Col.). Resultados 1982-1985. Ed. por E.A. Pizarro. Cali, Col., CIAT. p. 1131-1132.
- PALADINES, O. 1966. Empleo de los animales en las investigaciones sobre pasturas. La Estanzuela, Uruguay, IICA, Zona Sur. 106 p.

- PARKER, B.; BLOWEY, R. 1976. Investigation into the relationship of selected blood components to nutrition and fertility of the dairy cow under commercial farm conditions. *Veterinary Record (G.B.)* 98(20):394-404.
- PEREZ, J.F. 1977. Potencial nutritivo de los pastos tropicales para la producción de leche. In Reunión Latinoamericana de Producción Animal (5, 1977, La Habana, Cuba). Resúmenes. La Habana, ALPA. p.26.
- . 1981. Algunos factores que afectan la producción de leche de vacas lecheras en pastoreo. Tesis Doctor en Ciencias. La Habana, Cuba, ISCAH. p.
- . 1982. Efectos de distintos componentes del pasto en el consumo y la producción de leche de vacas que pastaron en cinco pastizales diferentes. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. (Cuba)* 16(2):139-145.
- PONCE, P. 1985. Composición de la leche en vacas Holstein Friesian, Cebú y sus cruces en Cuba. *Revista de Salud Animal (Cuba)* 73:88.
- QUINONES, W., 1977. Producción de leche en pastos. La Habana, Cuba, Centro de Información y Documentación Agropecuarias. 53p.
- RAMIREZ, G.S.; POSSO, L.R. 1984. Algunos factores relacionados con la digestibilidad de la leguminosa Desmodium ovalifolium. Tesis Zoot. Palmira, Col., Universidad Nacional de Colombia. 58 p.
- REATEGUI, K.; ARA, M.; SCHAUS, R. 1985. Evaluación bajo pastoreo de asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas, Perú. *Pastos Tropicales. Boletín Informativo (Col.)* 7(3): 11-14.
- ROCHA, W. 1978. Evaluación del componente alimenticio y de la rentabilidad económica del Módulo Lechero del CATIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/ CATIE. 99 p.
- ROMERO, A.; SIEBERT, B.D. 1980. Seasonal variations of nitrogen and digestible energy intake of cattle on tropical pasture. *Australian Journal of Agricultural Research (Australia)* 31:393-400.

- ROMERO, F.; BOREL, R.; CAMERO, A.; SIJBRANDIJ, S. 1988. Evaluación agronómica de gramíneas en la zona Atlántica de Costa Rica. In Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales- CAC (1988, Veracruz, Méx.). [Trabajos presentados]. Ed. por E.A. Pizarro. Veracruz, México, INIFAP, CIAT. p. 210-222.
- . 1988. Evaluación agronómica de leguminosas herbáceas bajo las condiciones de la zona Atlántica de Costa Rica. In Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales-CAC (1988, Veracruz, Méx.). [Trabajos presentados]. Ed. por E.A. Pizarro. Veracruz, México, INIFAP, CIAT. p. 231-245.
- . ; VAN HORN, H.H. 1990 Utilización de alfalfa Florida 77 y maní forrajero (*A. glabrata* Benth c.v. Florigraze) en vacas lecheras. In Reuniao da Associacao Latino-Americana de Producao Animal (12., 1990, Campinas, Bra.). Anais Piracicaba, Fundacao de Estudos Agrarios Luiz de Quiroz. p.50.
- ROTAR, P.P. 1965. Tannins and crude proteins of tick clovers (*Desmodium* spp.). Tropical Agriculture (Trin.) 42(4): 333-337.
- ROWLANDS, G. 1980. A review of variations in the concentration of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. World Review of Nutrition and Dietetics (Suiza) 35:172-235.
- RUIZ, M.E. 1982. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo. In Curso sobre Aspectos Nutricionales en los Sistemas de Producción Bovina (1982, Santo Domingo, R.D.). [Trabajos presentados]. Turrialba, C.R., CATIE. p. 1-10.
- SALINAS, J.; LASCANO, C. 1983. La fertilización con azufre mejora la calidad de *Desmodium ovalifolium*. Pastos Tropicales. Boletín informativo (Col.) 5(1):1-8.
- SENRA, A. 1988. Sistemas de producción de leche. Características y algunos aspectos del manejo. In Producción de leche a base de pastos tropicales: conferencias. La Habana, Cuba, EDICA. p. 1-32.
- SIGMA CHEMICAL COMPANY . 1985. Urea nitrogen. Quantitative, ureasa/Berthelot determination in serum, plasma or urine at 500/650 nm. St. Louis, Mo. 10p. (Procedure no.640).

- SPAIN, J.; NAVAS, G.; LASCANO, C.; FRANCO, R.; HAYASHI, H.; 1984. A strategy for the gradual replacement of native savanna on an Oxisol in eastern Colombia. International Savanna Symposium (1984, Brisbane, A.C.T). Proceedings Brisbane, A.C.T. p. 17.
- STOBBS, T.H. 1975. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures, two differences in sward structure, nutritive value and bite size of animal grazing setaria crops and clorlys gayana at various stages of growth. Australian Journal of Agricultural Research (Australia) 24:709-713.
- 1976. Milk production per cow and per hectare from tropical pastures. *In* Seminario Internacional de Ganadería Tropical (1976, Acapulco, México). Memoria. México, D.F., FIRA, Secretaría de Agricultura y Ganadería. v.4, p. 129-146.
- 1977. Short-term effects of herbage alone on milk production milk composition and grazing time of cows grazing nitrogen-fertilized tropical grass pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry (Australia) 17:892-898.
- 1978. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behaviour of dairy cows grazing two tropical grass pastures under a leader and follower system. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. (Australia) 18:5-11.
- TERGAS, L. 1975. Factores que afectan la persistencia de las leguminosas en asociaciones de leguminosas y gramíneas tropicales. *In* Conferencia sobre Ganadería y Avicultura en América Latina (9, 1975, Florida). [Informe]. p.24A-26A.
- TILLEY, J.; TERRY, R. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18:104-111.
- TORO O., M.N. 1990 Productividad animal en pasturas de Brachiaria humidicola (CIAT 679) solo y en asociación con Desmodium ovalifolium (CIAT 13089) bajo un sistema de manejo flexible del pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 111 p.

- VALERIO, S. 1990 Efecto del manejo de las muestras y método de análisis sobre los estimados de taninos y su relación con la digestibilidad de algunos forrajes tropicales. Tesis Mag. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. (por publicar).
- VAN HORN, H.; JACOBSON, D.; GRADEN, A. 1969. Influence of level and source of nitrogen on milk production and blood components. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 52(9):1395-1403.
- VILLALOBOS, J. L. 1979. Efecto del intervalo de descanso y la presión de pastoreo sobre el comportamiento de la asociación de Kudzú tropical (Pueraria phaseoloides, (Roxb.) Bent) y pasto ruzi (Brachiaria ruziziensis, Germain y Evrard). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 103 p.
- WALKER, B.; RUTHERFORD, M.; WHITEMAN, P. 1983. Diet selection by cattle on tropical pasture in Northern Australian. In *International Grassland Congress*. (14th., 1981, Lexington, Ky). Proceedings. Boulder, Colo., Westview. p. 681-684.

9 APENDICE

Cuadro 1A Resumen de los análisis de varianza para disponibilidad de biomasa total, verde e inerte ofrecida residual.

Fuente de variación	MS.c.	MS.c	MS.v.	MS.v.	MS.i.	MS.i.
	Ofr.	Res.	Ofr	Res	Ofr	Res
	-----Pr>F-----					
Rep	0.21	0.27	0.43	0.05	0.26	0.65
Trat	0.28	0.07	0.009	0.0001	0.31	0.008
Error (a)	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cuad	0.05	0.0001	0.32	0.02	0.006	0.008
Trat*Cudad	0.76	0.66	0.23	0.33	0.08	0.17
Error (b)	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Per(Cuad)	0.02	0.82	0.10	0.002	0.63	0.56
Trat*Per(Cuad)	0.86	0.01	0.80	0.80	0.09	0.56

Cuadro 2A Disponibilidad de biomasa total (kg MS/ha) por períodos dentro de cuadrados ofrecido y residual.

Cuadrado	Período	M.S. total Ofrec.	M.S. total Res.
I	1	5143	4676
	2	3239	3466
	3	3333	2874
II	1	3749	3442
	2	3007	2327
	3	2513	2239
III	1	2818	2422
	2	2773	2235
	3	2912	1701
Error estándar		326	310

Cuadro 3A Disponibilidad de material verde (kg MS/ha) por periodo dentro de cuadrado ofrecido y residual.

Cuadrado	Periodo	M.S.viva Ofrec.	M.S.viva Recha.
I	1	----	----
	2	2169	2243
	3	1823	1905
II	1	2962	2783
	2	2354	1498
	3	1776	1776
III	1	2038	1869
	2	2093	1658
	3	2303	1225
Error estándar		266	187

Cuadro 4A Disponibilidad de materia inerte (kg MS/ha) por período dentro de cuadrado ofrecido y residual.

Cuadrado	Período	M.S. inerte Ofrec.	M.S.inerte Recha.
I	1		
	2	1069	1223
	3	1509	968
II	1	786	659
	2	653	829
	3	737	462
III	1	780	552
	2	680	576
	3	608	520
Error estándar		186	155

Cuadro 5A Resumen de los análisis de varianza para los componentes de la pradera.

Fuente de variación	G1	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural
-----Pr>F-----					
Rep	1	0.24	0.27	0.53	0.05
Trat	2	0.06	0.008	0.01	0.02
Error(a)	2	----	----	----	----
Cuad	2	0.0001	0.0001	0.003	0.007
Trat*Cquad	4	0.006	0.0001	0.08	0.01
Error(b)	6	----	----	----	----
Per(Cquad)	6	0.002	0.003	0.0001	0.08
Trat*Per(Cquad)	12	0.41	0.16	0.81	0.87
Error (c)	18	----	----	----	----

Cuadro 6A Composición botánica de los componentes de la pradera (%) por período dentro de cuadrado.

Cuadrado	Período	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural
I	1	47	14	7	31
	2	48	17	17	16
	3	53	21	4	21
II	1	42	30	2	23
	2	36	29	5	29
	3	26	40	5	26
III	1	35	37	4	22
	2	37	45	2	15
	3	27	47	6	19
Error estándar		2	2	1	3

Cuadro 7A Resumen de los análisis de varianza para la disponibilidad total de componentes de la pradera

Fuente de variación	gl	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural
-----Pr>F-----					
Rep	1	0.32	0.66	0.25	0.38
Trat	2	0.30	0.01	0.63	0.27
Error (a)	2	----	----	----	----
Cuad	2	0.0006	0.01	0.08	0.04
Trat*Cquad	4	0.24	0.07	0.57	0.59
Error (b)	6	----	----	----	----
Per(Cuad)	6	0.0007	0.02	0.05	0.14
Trat*Per(Cuad)	12	0.26	0.12	0.78	0.85

Cuadro 8A Resumen de los análisis de varianza para la Disponibilidad de componentes material verde.

Fuente de variación	gl	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural
-----Pr>F-----					
Rep	1	0.34	0.66	0.22	0.35
Trat	2	0.31	0.02	0.62	0.25
Error (a)	2	----	----	-----	----
Cuad	2	0.001	0.28	0.21	0.001
Trat*Cudad	4	0.66	0.22	0.88	0.29
Error (b)	6	----	----	-----	----
Per(Cuad)	6	0.003	0.36	0.003	0.37
Trat*Per(Cuad)	12	0.75	0.76	0.68	0.94

Cuadro 9A Resumen de los análisis de varianza para la Disponibilidad de componentes material inerte

Fuente de variación	gl	Estrella	Leguminosa	Maleza	Natural

-----Pr>F-----					
Rep	1	0.39	0.86	0.28	0.35
Trat	2	0.53	0.01	0.74	0.25
Error (a)	2	----	----	----	----
Cuad	2	0.01	0.004	0.16	0.001
Trat*Cuar	4	0.58	0.05	0.65	0.29
Error (b)	6	----	----	----	----
Per(Cuar)	5	0.02	0.02	0.04	0.37
Trat*Per(Cuar)	10	0.81	0.27	0.83	0.94

Cuadro 10A Resumen de los análisis de varianza para la Digestibilidad in vitro y Proteína de la materia seca total ofrecida y residual.

Fuente de variación	gl Of	DIVMS Re	DIVMS Of	PC Of	PC Re
				-----Pr>F-----	
Rep	1	0.59	0.17	0.39	0.20
Trat	2	0.06	0.06	0.08	0.05
Error (a)	2	-----	-----	-----	-----
Cuad	2	0.05	0.05	0.04	0.63
Trat*Cuar	4	0.02	0.35	0.03	0.32
Error (b)	6	-----	-----	-----	-----
Per(Cuar)	6	0.56	0.23	0.20	0.52
Trat*Per(Cuar)	12	0.07	0.60	0.55	0.93

Cuadro 11A Resumen de los análisis de varianza para Digestibilidad in vitro y Proteína de la materia seca viva ofrecida y residual.

Fuente de variación	Gl Of	DIVMS Re	DIVMS Of	PC Of	PC Re
		-----Pr>F-----			
Rep	1	0.40	0.57	0.38	0.59
Trat	2	0.04	0.05	0.02	0.13
Error (a)	2	----	----	----	----
Cuad	2	0.02	0.37	0.08	0.23
Trat*Cuar	4	0.05	0.63	0.009	0.79
Error (b)	6	----	----	----	----
Per(Cuar)	6	0.72	0.06	0.66	0.39
Trat*Per(Cuar)	12	0.64	0.27	0.24	0.57

Cuadro 12A Resumen de los análisis de varianza de la Digestibilidad in vitro y Proteína de la materia seca inerte ofrecida.

Fuente de variación	Gl	DIVMS Ofrec	PC Ofrec.
-----Pr>F-----			
Rep	1	0.67	0.35
Trat	2	0.27	0.12
Error (a)	2	----	----
Cuad	2	0.18	0.05
Trat*Cuar	4	0.01	0.54
Error (b)	6	----	----
Per(Cuar)	6	0.006	0.52
Trat*Per(Cuar)	11	0.01	0.67

Cuadro 13A Resumen de los Análisis de varianza realizados en los diferentes componentes de la leche.

Fuente de variación	Proteína	Solidos	Grasa
	--Pr>F--		
Cuad	0.25	0.003	0.03
Trat	0.27	0.09	0.33
Vaca (Cuad)	0.14	0.14	0.19
Per(Cuad)	0.33	0.10	0.57
Cuad*Trat	0.87	0.05	0.62

Cuadro 14A Análisis de Varianza para la concentración de urea en suero sanguíneo.

Fuente de variación	G1	CM	F	Pr>F
Cuad	1	13.9	3.5	0.07
Trat	2	24.4	6.1	0.07
Vaca(Cuad)	16	3.9	0.9	0.50
Per(Cuad)	3	6.0	1.5	0.24
Error	22	3.9		

cv =37.4