

COMPARACION DE DOS METODOS INTENSIVOS DE UTILIZACION DE PASTO
ESTRELLA AFRICANA (Cynodon plectostachyus (K. Shum) Pilger) EN LA
PRODUCCION DE LECHE

Tesis de Grado de Magister Scientiae

MIGUEL ANGEL GUTIERREZ ORELLANA



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Ganadería Tropical
Turrialba, Costa Rica
Abril, 1974

COMPARACION DE DOS METODOS INTENSIVOS DE UTILIZACION DE PASTO
ESTRELLA AFRICANA (Cynodon plectostachyus (K. Schum) Pilger) EN LA
PRODUCCION DE LECHE

Tesis

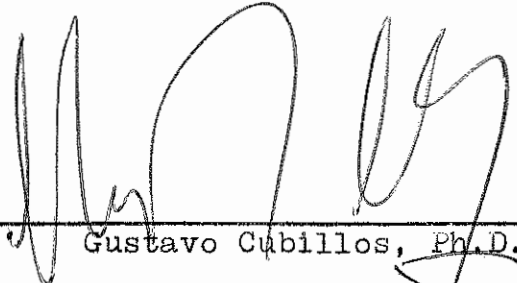

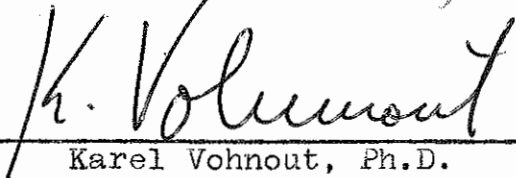

Sometida al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:

	Consejero
Gustavo Cubillos, Ph.D.	
	Comité
Héctor Muñoz, Ph.D.	
	Comité
Karel Vohnout, Ph.D.	
	Comité
Rufo Bazán S., Ph.D.	

Abril, 1974

DEDICATORIA

A EVELYN con todo mi cariño

A mis padres

A mis hermanos

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento más sincero al Dr. Gustavo Cubillos, Consejero Principal, por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo. Asimismo a los Dres. Héctor Muñoz, Karel Vohnout y Rufo Bazán por su orientación, colaboración y revisión del texto.

Al Dr. Pablo Torrealba por su orientación en la realización del análisis económico de este estudio.

Al Dr. Oliver Deaton por haber contribuido desinteresadamente en el desarrollo de esta investigación y a mis propósitos de estudio.

Al IICA-Zona Norte porque al brindarme su apoyo fué posible realizar los estudios de postgrado aspirados.

A los miembros del Ministerio de Agricultura de Guatemala, que en todo momento brindaron su valiosa colaboración para que lograra los fines propuestos.

A mi esposa por su apoyo y ayuda espiritual y física que en todo momento estuvo dispuesta a brindarme en la realización de mis caros anhelos.

A todos aquellos profesores del CATIE que supieron orientarme durante mi estada en el Centro.

A los empleados del Departamento de Ganadería por la invaluable ayuda y amistad brindada.

A todas aquellas personas que en una u otra forma pusieron su grano de arena para la culminación de este trabajo. A los buenos compañeros de estudio y a los muchos amigos de Costa Rica.

BIOGRAFIA

El autor nació en Guatemala, Guatemala, el 7 de julio de 1945. Realizó sus estudios primarios en las ciudades de Guatemala y Cobán, A.V. y sus estudios secundarios en Cobán, A.V. Ingresó a la Escuela Nacional de Agricultura en 1961 y recibió el título de Perito Agrónomo en 1964. El mismo año ingresó al Ministerio de Educación de su país donde ocupó el cargo de Supervisor de Huertos Escolares hasta enero de 1966, año en que ingresó a la Escuela de Agricultura y Ganadería del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, en Monterrey, N. L., México, donde se graduó de Ingeniero Agrónomo Zootecnista en 1970. Ese año fué nombrado profesor de tiempo completo en el Instituto Técnico de Agricultura. En 1972 impartió temporalmente la cátedra de Agrostología y Plantas Tóxicas en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En octubre de 1972 ingresó como estudiante graduado al Departamento de Ganadería Tropical del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, en Turrialba, Costa Rica, obteniendo el grado de Magister Scientiae en abril de 1974.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Uso del pasto en la producción de leche...	3
2.2 Consideraciones sobre el manejo y evaluación de pasturas.....	4
2.3 Sistemas intensivos de utilización del pasto.....	8
2.4 Comparación del pasto estrella con otros pastos.....	9
2.5 Aspectos económicos del análisis de una explotación ganadera.....	10
3. MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1 Ubicación del experimento.....	12
3.2 Conducción del experimento.....	12
3.3 Parámetros medidos.....	14
3.3.1 Mediciones a la pradera.....	14
3.3.2 Mediciones al animal.....	16
3.4 Análisis de la información.....	17
3.4.1 Análisis estadístico.....	17
3.4.2 Análisis económico.....	17
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
4.1 Producción de leche.....	21
4.2 Producción de pasto.....	30
4.3 Consumo de pasto.....	38
4.4 Análisis económico.....	41
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
6. RESUMEN.....	50
6a. SUMMARY.....	52
7. LITERATURA CITADA.....	54
APENDICE.....	61

LISTA DE CUADROS

CUADRO No.

<u>TEXTO</u>	<u>Página</u>
1 Producción de leche por vaca y por hectárea y carga mantenida en el método I.....	22
2 Producción de leche por vaca y por hectárea y carga mantenida en el método II.....	23
3 Efecto del largo del período de pastoreo sobre la producción de leche por vaca (kg/día).....	24
4 Efecto del largo del período de pastoreo sobre la calidad del forraje consumido.....	26
5 Producción de materia seca, tasa de crecimiento y porcentaje de utilización del pasto por método de pastoreo.....	31
6 Consumo de pasto, concentrado y melaza y la eficiencia de conversión en el método de pastoreo I (kg/animal/día).....	39
7 Consumo de pasto, concentrado y melaza y la eficiencia de conversión en el método de pastoreo II (kg/animal/día).....	39
8 Resultado económico de la empresa basada en una rotación diaria (Método I)...	42
9 Resultado económico de la empresa basada en una rotación con permanencia de 5 a 7 días por potrero (Método II)....	43
10 Distribución porcentual de la inversión anual de empresas basadas en los métodos de pastoreo I y II.....	47

CUADRO No.		<u>Página</u>
11	Distribución porcentual de los principales costos variables anuales de empresas basadas en los métodos de pastoreo I ó II.....	47

APENDICE

1A	Composición de los concentrados suministrados a las vacas.....	62
2A	Pesos promedios e incrementos de peso de las vacas en ordeño en los métodos de pastoreo I y II y de las vacas secas.....	62
3A	Detalle de los costos fijos (Método I)....	63
4A	Detalle de los costos variables (Método I).....	65
5A	Detalle de los costos fijos (Método II)...	67
6A	Detalle de los costos variables (Método II).....	69
7A	Costo total anual de alimentación.....	71

LISTA DE FIGURAS

FIGURA No.		<u>Página</u>
1	Efecto del largo del período de pastoreo sobre el contenido de proteína del pasto consumido.....	27
2	Efecto del largo del período de pastoreo sobre la digestibilidad de la materia orgánica del pasto.....	28
3	Efecto de la cantidad de materia seca ofrecida por hectárea sobre la producción de leche por vaca (Método II).....	36
4	Efecto de la cantidad de materia seca consumida por hectárea sobre la producción de leche por vaca (Método II).....	37

1. INTRODUCCION

Es un hecho de conocimiento general que parte del éxito de la industria lechera radica en el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles. Entre ellos, los más importantes son el pasto y la tierra. El pasto muy a menudo no tiene una utilización lo suficientemente eficiente y ello conduce a un derroche del recurso más barato que se traduce en una baja rentabilidad de la empresa ganadera.

La tierra que ordinariamente se aprovecha en forma deficiente es a la fecha un recurso escaso y de alto valor, especialmente en las vecindades a las grandes urbes. El crecimiento demográfico está presionando a las explotaciones lecheras a hacer un uso más eficiente de ella o a trasladarse a otras áreas menos pobladas, como lo son los trópicos donde no se cuenta con una tradición lechera, ni mucho menos con información de manejo.

Al intensificar la utilización de los pastizales y de la tierra debe tenderse a la obtención de la máxima respuesta posible por unidad de insumo, dentro de límites económicos atractivos.

Aunque mucha de la información disponible resulta incompleta, confusa, no utilizable y sin análisis económico, prevalece el consenso general de aceptar para las condiciones tropicales, que los métodos más ventajosos de aprovechar el pasto son los de pastoreo rotacional. De estos hay muchas modalidades, de las cuales algunas resultan en rutinas fáciles de seguir a nivel de

finca, pero que dependiendo del grado de intensificación requieren de mayor o menor inversión en cercas y manejo. Las rutinas referidas incluyen la rotación diaria y aquella que involucra cambio de potrero cada semana.

Además de la comparación biológica de distintos métodos de utilización del pasto, es imprescindible determinar la rentabilidad económica de cada uno de ellos, lo que en última instancia fijará la política a seguir. Información de esta naturaleza es escasa en la literatura científica.

Las razones expuestas han motivado el presente trabajo, cuyos objetivos fundamentales fueron:

1. Evaluar dos métodos de manejo intensivos de pastoreo para producir leche a base de pasto estrella (Cynodon plectostachyus (K. Schum) Pilger).
2. Determinar la rentabilidad de la producción de leche bajo los dos métodos de manejo de pastoreo.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Uso del pasto en la producción de leche

La producción lechera alcanza la mayor eficiencia en aquellas explotaciones que cuentan con un abastecimiento de forrajes abundante y de buena calidad (16, 39); éstos suelen ser la fuente más económica de principios nutritivos para que los animales crezcan, se mantengan y produzcan leche (2, 26, 31, 47, 63).

Hay mucha evidencia experimental de que vacas alimentadas exclusivamente de pasto, pueden satisfacer sus necesidades de mantención, reproducirse normalmente y producir cantidades no menores a los 8 lt de leche/vaca/día con 3.8% de grasa en pastos como guinea, pangola, sudán y napier (4, 16, 23, 39, 48, 74). Cunningham y Ragland (23) proporcionando raciones a base exclusivamente de pasto sudán y sorgo-sudán obtuvieron producciones que oscilaron de 13-19 kg de leche/vaca/día (corregida al 4% de grasa) y aumentos de peso simultáneos de 0.48 y 0.27 kg/vaca/día en sudán y sorgo-sudán. Resultados semejantes obtuvo Spahr et al (67) quienes afirman que en los trópicos húmedos pueden obtenerse ganancias en peso vivo de 897 kg/ha en una asociación gramínea-leguminosa y 1121 kg/ha en pasto fertilizado.

Caro-Costas y Vicente-Chandler (*), en la región húmeda montañosa de Puerto Rico, alimentando con pasto estrella durante 3 lactancias sucesivas obtuvieron promedios de 7.8, 12.7 y 13.9 lt/

* Comunicación personal.

vaca/día para lactancias que duraron 262, 290 y 280 días respectivamente, además de que los pesos promedios pasaron de 422-474 kg/animal de la primera a la tercera lactancia.

En términos generales, cuando se dá un forraje de buena calidad como ración única a vacas que producen no menos de 6000 lt/lactancia, los animales producen una cantidad de leche equivalente al 60-65% de la que se obtiene cuando se les dá alimentos concentrados además del forraje (39).

Una modalidad importante en la alimentación de vacas lecheras es permitir a las más productoras de leche la mejor oportunidad de selección. Al respecto Bryant et al (11) usando alfalfa y pasto ovillo proporcionaron al grupo de vacas de mayor producción un forraje con 65% de digestibilidad de la materia seca, con una carga suficiente para consumir la mitad del forraje inicialmente disponible. El grupo de menor producción consumía el forraje sobrante con 61% de digestibilidad de la materia seca. Esto favoreció el mayor consumo de materia seca y la mayor producción de leche del primer grupo.

2.2 Consideraciones sobre el manejo y evaluación de pasturas

Los efectos del manejo de una pradera sobre la conversión de pasto a leche han sido discutidos por Hancock (31), McMeekan (50), Holmes (37), Forbes y Voris (26), Humphreys (41) y Thurban (69). Así el manejo del pastizal parece consistir de tres elementos, los cuales están bajo control directo del hombre que dirige

la finca: a) el método de pastoreo, el cual puede variar desde extensivo y continuo por un lado, hasta rotacional intensivo por el otro, donde el hato es controlado día a día; b) la clase de ganado, lo que incluye su valor genético, su peso vivo y la relación vacas lactando-vacas secas; y c) la carga animal, la que determina el porcentaje del pasto consumido sin dañar la productividad ni la estabilidad de la pradera.

Existe el consenso general de que la carga animal tiene el efecto más destacado sobre la conversión de pasto a leche que el método de pastoreo o la clase de ganado utilizado, y que el logro de los beneficios máximos de una utilización intensiva del pastizal sólo es factible cuando el método de pastoreo se asocia a una carga animal adecuada por unidad de superficie (36, 49, 50, 72). De tal forma que cuando se comparan el pastoreo continuo con el rotacional, McMeekan (50) dice que los beneficios de la rotación no son importantes hasta cuando la carga llega a ser de 3 animales por hectárea, esto en praderas de ryegrass y trébol blanco bajo las condiciones de Nueva Zelanda. Otros estudios señalan cargas muy diferentes, pero ello se debe principalmente al efecto que la cantidad y distribución de la precipitación tiene sobre la producción de pasto.

Mott (59) expresa que al compararse especies, mezclas de especies, niveles de fertilización, métodos de pastoreo o tratamientos de naturaleza similar, en los cuales se usan los animales para evaluar la productividad del pasto, es imperativo que la presión de pastoreo impuesta a cada tratamiento sea igual y re-

presente la capacidad de carga de la pradera en cuestión. El subpastoreo resulta en subestimación de la capacidad de carga y la producción por unidad de superficie, además de acumulación de pasto que no es utilizado, y posiblemente sobreestimación del producto por animal. Por otra parte el sobrepastoreo resultará en una reducción del nivel nutricional para el ganado, subestimación del producto por animal y frecuentemente daño a la pradera. Si la capacidad de carga se asume muy cerca del óptimo, ese será el mejor estimador de la producción del pasto por unidad de superficie. Esto a su vez representará una combinación ideal de calidad y cantidad de pasto producido. Además Morley (58) muestra como la curva de crecimiento de un pasto debe ser analizada para diseñar y comparar los métodos de manejo del pastizal.

Lo anterior concuerda con las recomendaciones de Matches (53), Lucas (49) y Paladines (60) en el sentido de que en experimentos de pastos donde los animales son utilizados para evaluarlos, debe llegarse a cargas donde se afecta la productividad por animal. Ello permitirá determinar con mayor precisión, las diferencias de producción de forraje entre los métodos de pastoreo y no confundirlas con la medida de la calidad del forraje.

Aquí cabe mencionar los conceptos propuestos por Ivins et al (42) sobre "el potencial animal" y "el potencial de la pradera", que es necesario considerar en la conducción e interpretación de pruebas de pastoreo. El potencial de la pradera puede conceptuarse como la máxima cantidad de forraje disponible para pastoreo. Si todo el crecimiento pastoreable del pasto es utili

zado, entonces el potencial de la pradera se ha alcanzado; El potencial animal para producción se manifiesta solamente cuando todos los animales en la pradera producen a su máximo potencial, bajo las condiciones existentes de manejo y del pastizal. El potencial animal debe exceder al potencial de la pradera si se desea medir los efectos de los tratamientos asignados sobre el pastizal, caso contrario habrá un techo de producción que estará limitado por la producción de los animales y no por el pastizal.

Gordon et al (28) indica que al trabajar con diferentes presiones de pastoreo, la más alta de ellas resultó en un consumo casi completo del pasto; ello aunque redujo el vigor de las plantas, resultó en una mayor producción por unidad de superficie.

La selectividad de los animales que pastorean hace que el forraje que consumen sea de más alta digestibilidad, mayor contenido de proteína y grasa, y menor de fibra cruda que el total del pasto disponible en la pradera (9, 32, 54, 61, 62). Altas cargas con baja disponibilidad dificultan la selectividad del pasto y resultan en baja producción por animal (8, 9, 31, 44, 47). La permanencia del ganado por varios días en una misma pastura, resulta en una alta selectividad inicial en el pastoreo de la pradera, la que disminuye a medida que la hierba consumible es utilizada. Por ello los cambios en la posibilidad de selección de los animales en una pradera de pastoreo rotacional resulta en grandes fluctuaciones diarias en la producción de ellos (8, 9, 30, 62).

2.3 Sistemas intensivos de utilización del pasto

Los varios métodos de intensificar la utilización del pasto han sido ampliamente estudiados por Bryant et al (11), Line (47), Brundage y Petersen (10), Campling et al (13), Holmes y El Sayed Osman (38), Hull et al (40), Joblin (43), Leaver et al (45), Arnold et al (5), Castle y Watson (19), Caro-Costas y Vicente-Chandler (14, 16) y otros. La mayoría de ellos conceden mayores ventajas a los métodos rotacionales de pastoreo sobre el pastoreo continuo, señalando como puntos básicos de que, el ganado utiliza mejor el pasto que se produce, favorece tasas mayores de crecimiento por el descanso, contribuye al control de parásitos, el estiércol se distribuye más uniformemente en el área y finalmente los potreros son pastoreados en forma más uniforme. Por el otro lado, algunos autores le conceden al pastoreo continuo ciertos beneficios, entre ellos, permite un consumo más uniforme de forraje, hay una utilización más eficiente de la luz para el crecimiento del pasto (25, 73) y resulta más económico de establecer.

Otros trabajos (36, 38, 50, 72) consideran a la carga animal utilizada como uno de los factores más determinantes del beneficio que se obtiene de la utilización del método rotacional o continuo del pastoreo. En general concuerdan en que los métodos rotacionales son más ventajosos con cargas adecuadas o por encima de la capacidad de carga de la pradera, mientras que el método de pastoreo continuo resulta mejor por debajo de esos límites.

Los métodos de pastoreo rotacional varían desde aquellos en que el ganado permanece sólo un día en cada aparto hasta varios meses, con períodos de descanso igualmente variables. Algunos permiten acceso a pasto fresco todos los días, dejando paso libre al área pastoreada durante los últimos 4-7 días, otros no (19).

2.4 Comparación del pasto estrella con otros pastos

Caro-Costas et al (18) comparando la productividad de pasturas de pangola (Digitaria decumbes) y estrella (Cynodon Niemfuensis) bajo condiciones tropicales húmedas, produjeron anualmente 1062 kg/ha de carne con ganancias diarias individuales de peso de 0.49 kg en pangola en contraste a 1514 kg/ha/año con ganancias por día de 0.60 kg en estrella. Las capacidades de carga fueron respectivamente 6.5 y 7.4 novillos (275 kg) por hectárea. A lo largo del año el pasto estrella tuvo mayores contenidos de materia seca y proteína. Caro-Costas et al (15) en la región húmeda montañosa de Puerto Rico, produjeron ganancias de peso similares por unidad de superficie en pasto pangola, guinea y napier (Pennisetum purpureum), promediando 1194 kg de ganancia/ha/año, mientras que en la región semiárida del sur el napier y el guinea con riego produjeron cantidades que promediaron 1468.5 kg de ganancia/ha/año (14). En otro trabajo Caro-Costas y Vicente-Chandler (17) obtuvieron un promedio de producción durante cinco años de 1062, 1436 y 1773 kg de ganancia de peso/ha/año cuando se fertilizó anualmente con 1794, 3139 y 4448 kg del fer-

tilizante 14-4-10/ha respectivamente y las cargas a través de todo el año fueron en equivalente a novillos de 273 kg de 2.22, 2.89 y 3.58.

En un estudio en Orocovis, Puerto Rico (16) vacas Holstein alimentadas exclusivamente de los pastos napier, pangola y guinea produjeron como mínimo 4942 lt de leche/ha/año con lactancias de 8 meses. Las vacas no perdieron peso y la producción promedio por vaca fué 11.5 lt/día.

Los datos de los estudios anteriores, expresados por unidad de superficie, unidos a las producciones obtenidas por vaca en estrella por Caro-Costas y Vicente-Chandler (*), muestran el gran potencial de este pasto para producir leche en las condiciones del trópico. Esto es comparable a lo obtenido por otros autores en clima templado (19, 29, 47) utilizando ryegrass, fleo, festuca y trébol blanco.

2.5 Aspectos económicos del análisis de una explotación ganadera

Para determinar el resultado económico de una explotación pueden adoptarse una serie de criterios de acuerdo a Aguirre (1), Hernández (34) y Torrealba (**), para evaluar la rentabilidad del negocio. Entre estos criterios estan: margen bruto, beneficio, ingreso neto, retorno neto sobre inversión, utilidad neta, retorno al capital, etc. El margen bruto representa el valor del producto obtenido que excede al valor de los costos variables;

* Comunicación personal.

** Información personal.

el beneficio, según Chombart et al (24), es la diferencia entre el margen bruto y los gastos fijos de explotación; el ingreso ne to es la diferencia entre el beneficio y los intereses sobre los gastos variables; el retorno neto sobre la inversión, se obtiene restando del ingreso neto los intereses sobre la inversión en tierra, construcciones y mejoras, equipos y herramientas, maquinaria y animales; utilidad neta se obtiene restando del ingreso total, los costos totales, fijos y variables con los intereses por capital invertido en tierra, otros activos fijos y capital de operación; y retorno al capital es el cociente de la suma de la utilidad neta más los intereses de los distintos tipos de capital que integran la inversión, dividido entre la suma de los capitales que componen la inversión total (valor en: tierra, construcciones, mejoras, maquinaria, ganado, equipos y herramientas más capital circulante).

Con base en los conceptos antes vertidos, el retorno neto sobre la inversión determinado para varias explotaciones lecheras en Centro América y Puerto Rico ha variado desde -2.6 hasta 14.9% (27, 33, 34, 52, *). Estas variaciones han dependido principalmente de la eficiencia con que se han utilizado los recursos tierra, trabajo, pasto, maquinaria y equipos, y aun el po tencial de producción de los animales. Alguna influencia ha tenido el tamaño de la finca, duplicándose la rentabilidad en predios de 50 ha, con relación a aquellos de mayor superficie (33). Otro factor que tiene una importancia considerable en el resultado económico de una explotación de ganado es el costo de la alimentación.

* Comunicación personal.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del experimento

El presente estudio se llevó a cabo utilizando una superficie de 28 ha en la Estación Experimental del Departamento de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, durante los meses de junio a noviembre del año 1973. El área está distante a tres kilómetros al sureste de la población de Turrialba y tiene una altitud de 660 m. s. n. m. con una temperatura promedio de 22.4°C, una precipitación media distribuida a lo largo del año de 2667 mm y una humedad relativa promedio de 87.6%. Esto corresponde según el sistema de clasificación de Holdridge (35), al bosque húmedo tropical.

Las condiciones climáticas durante el experimento fueron: temperaturas, media 22.9°C, máxima absoluta 29.5°C y mínima absoluta 15.7°C; precipitación 1582 mm (180 días), horas de brillo solar promedio 4.33, humedad relativa promedio 86.1% e irradiación solar promedio recibida 443.6 cal/cm² (*).

La topografía del terreno es plana, con pequeñas áreas de drenaje deficiente. Los suelos corresponden a la serie Juray, categorías segunda y tercera descritas por Berlanga (7).

3.2 Conducción del experimento

El área total se dividió en dos subáreas de 14 ha cada una, las que a su vez fueron subdivididas en potreros de distinta di-

* Estación meteorológica del CATIE.

mensión, para el método I en 28 apartos de 5000 m² y para el método II en 5 apartos de 28000 m². Para las divisiones intermedias se usaron cercas eléctricas y para las perimetrales cerca permanente con alambre de púas.

Todos los potreros estaban compuestos principalmente de pasto estrella africana, con invasión variable de otras especies. El manejo de las praderas involucró además, la fertilización y el control de malas hierbas. La fertilización consistió en una aplicación inicial de la fórmula 20-10-6-5 a razón de 92 kg/ha y aplicaciones después de cada pastoreo de nitrato de amonio a razón de 240 kg de nitrógeno/ha/año. El control de malas hierbas se llevó a cabo principalmente en forma manual aunque en parte se utilizó el hierbicida 2,4-D. Debajo de las cercas eléctricas el pasto se cortó en forma manual inicialmente, pero después se llevó a cabo haciendo uso de una mezcla de 2,4-D con Dowpon.

Al inicio del experimento se chapearon todos los potreros con la finalidad de eliminar una gran cantidad de material seco y tosco acumulado, que no aprovecharían las vacas.

Para el experimento se utilizaron en término medio 140 vacas lecheras de las razas Criollo, Jersey, sus cruzas recíprocas y animales producto de cruce triple media sangre Ayrshire y Rojo Danés. Estos animales fueron divididos al azar en dos grupos equilibrados en cuanto a edad, número de partos, estado de lactancia, nivel de producción previa y grupo racial. Los animales en el método I usaron la pradera mediante un sistema de cambio diario, mientras los animales en el método II permanecí-

an en cada potrero por 5 a 7 días. Los períodos de recuperación del pastizal eran iguales en ambos métodos. El criterio para asignar la carga animal fué mantener una presión de pastoreo constante. Para lograr esto se aumentaba o disminuía el número de apartos pastoreados según se incrementara o redujera respectivamente la tasa de crecimiento del pasto. Los apartos que sobraban de cada ciclo, en cada método fueron pastoreados con vacas secas y vaquillas próximas a parir. Todas las vacas del experimento fueron manejadas en forma semejante; se les dió una suplementación de concentrado que osciló entre 300-800 g/vaca/día, y además se les suministró 1.5 kg de melaza/vaca/día. A todas las vacas se les desparasitó externamente varias veces. Se llevaron a cabo periódicamente pruebas para mastitis utilizando el método de California (46).

Todas las vacas fueron pesadas al inicio del experimento y después, cada cuatro semanas; cualquier animal que entraba o salía de un grupo también se pesaba.

La producción total de leche en cada método se anotó mañana y tarde diariamente y cada 15 días se tomaron las producciones individuales de las vacas. El contenido de grasa de la leche se determinó una vez por mes.

3.3 Parámetros medidos

3.3.1 Mediciones a la pradera

- a) Producción de forraje
- b) Tasa de crecimiento
- c) Composición botánica

La producción de forraje bajo cada uno de los métodos se estimó por muestreo agronómico. Para ello se tomaron 10 o 40 muestras, según fuera para potreros del método I o II, antes del ingreso del ganado al potrero e igual cantidad de muestras al término del período de pastoreo. Así se estimó el forraje ofrecido y el forraje rechazado. Basándose en éstos datos, y utilizando las ecuaciones luego descritas, se determinaron los consumos de pasto para cada método de pastoreo/ciclo, tanto por animal como por hectárea:

$$Fc_I = Fo_i - Fr_i$$

$$Fc_{II} = \left[Fo_i + (Tc_i \times N) \right] - Fr_i$$

$$Tc_i = \frac{Fo_i - Fr_{i-1}}{t_i}$$

$$Ca_i = \frac{Fc_i}{n}$$

donde:

Fc_I = forraje consumido por hectárea en método I

Fc_{II} = forraje consumido por hectárea en método II

Fc_i = forraje consumido por hectárea por método

Tc_i = tasa de crecimiento del pasto por día (se asumió una tasa lineal)

Ca_i = forraje consumido por animal por método

Fo_i = forraje ofrecido en un pastoreo en particular

Fr_i = forraje residual de ese mismo pastoreo

- Fr_{i-1} = forraje residual de un pastoreo anterior
 N = días de permanencia del ganado en un potrero
 t_1 = días comprendidos entre el momento cuando se muestreó el forraje residual de un pastoreo y el forraje ofrecido del siguiente.
 n = número de animales por hectárea.

El forraje cosechado se llevó al laboratorio para su análisis posterior. Se hicieron las siguientes determinaciones: las fracciones de materia seca en ambos métodos, la proteína (6) y la digestibilidad in vitro de la materia orgánica del pasto consumido en el método II, a lo largo de la permanencia del ganado en cada uno de los potreros, por el método de Tilley y Terry (70). Las muestras para proteína y digestibilidad fueron obtenidas con animales fistulados al esófago. Estos animales pastorearon todo el tiempo con las vacas del grupo en referencia, y las muestras se sacaron todos los días por la mañana durante tres períodos de pastoreo.

La composición botánica de los potreros de ambos métodos se determinó por el procedimiento de doble muestreo (20).

3.3.2 Mediciones al animal

- a) Producción de leche/vaca/tratamiento
- b) Producción de leche/ha/tratamiento
- c) Producción de grasa en ambos métodos
- d) Consumo de pasto
- e) Consumo de concentrado

- f) Consumo de melaza
- g) Peso de los animales

La determinación de grasa en la leche se hizo siguiendo el método de Babcock (30).

La evaluación final del experimento se hizo basándose en los parámetros siguientes:

- a) Producción promedio/vaca/día para cada método
- b) Producción por hectárea/día para cada método
- c) Carga animal mantenida por cada método
- d) Pesos promedios de los animales en cada método
- e) Los beneficios económicos que se deriven de cada método

3.4 Análisis de la información

3.4.1 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de la información se efectuaron:

- a) Pruebas de "t" de student para comparación de grupos según Steel y Torrie (68) considerando como factores a comparar: producción/vaca/día/método y producción/ha/día/método.
- b) Análisis de regresión de disponibilidad de pasto y consumo de pasto por unidad de superficie sobre producción de leche por animal.

3.4.2 Análisis económico

Este se realizó mediante la determinación de las rentabilidades de cada uno de los métodos bajo estudio, utilizando el concepto de "retorno al capital invertido" (R.C.), cuya fórmula

la es la siguiente:

$$R. C. = \frac{U.N. + I.C.O. + I.C.T.}{C.T.} \times 100$$

donde:

U.N. = el ingreso total menos los costos totales (variables y fijos) incluyendo los costos de oportunidad sobre el capital total.

I.C.O. = el interés sobre el capital de operación que incluye la inversión en activos fijos excepto la tierra y el capital circulante (aquel necesario para que la empresa funcione).

I.C.T. = el interés sobre el capital en tierra.

C.T. = el capital total que involucra los valores de la tierra, las construcciones y mejoras, los equipos y herramientas, el ganado y el capital circulante.

En la estimación de la rentabilidad se siguieron las instrucciones de Torrealba (*) y considerando algunas recomendaciones de Aguirre (1) y Hernández (34).

Los datos que sirvieron para el análisis económico quedaron enmarcados dentro del siguiente esquema:

$$\text{Resultado económico} = \text{Ingresos} - \text{Costos (variables, fijos y alternativos)}$$

* Información personal.

Los ingresos estaban constituidos por la venta de: a) leche; b) terneros machos; y c) terneras en exceso de las requeridas para vaquillas de reemplazo, dentro de los primeros siete días de vida.

Los costos fijos involucraron: a) el interés sobre el capital tierra; b) las depreciaciones de construcciones, mejoras, equipos y herramientas; c) el interés sobre el capital de operación (incluyó tanto el interés sobre la inversión en activos fijos, excepto la tierra, como el interés sobre el capital circulante; y d) los gastos generales y de administración.

Los costos variables fueron: a) fertilizantes; b) mano de obra; c) productos veterinarios; d) alimentos concentrados; e) reposición de animales muertos; f) servicio técnico; g) energía eléctrica; h) detergentes; i) pesticidas; j) accesorios equipo de ordeño; k) mantenimiento y reparación de varios ítems; l) materiales varios; y m) otros.

Además se estimó el costo de alimentación por litro de leche producido, tomando en cuenta tanto los costos variables y fijos, fueran directos o indirectos y dentro de los cuales se incluye principalmente los valores de: fertilizante, mano de obra, electricidad, cerca eléctrica, depreciación de la pradera, mantenimiento de cerca e instalación de agua, concentrado y melaza y sus fletes, parte proporcional de la administración, etc.

Para efectos del análisis económico se llevaron registros del uso de insumos tales como: mano de obra, insecticidas, hierbicidas, productos veterinarios, detergentes, materiales varios,

energía eléctrica, accesorios nuevos para el equipo de ordeño, etc., anotándose la cantidad y el valor.

Los valores considerados en los distintos rubros tuvieron como referencia los prevalecientes en el mercado para principios de febrero de 1974. Para los efectos de conversión se utilizó $\text{US\$ } 1.00 = \text{¢ } 8.54$.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Producción de leche

La producción de leche por vaca y por hectárea y la carga mantenida por ciclo de pastoreo para cada uno de los métodos en estudio se presentan en los Cuadros 1 y 2. La producción por vaca por día fué de 5.69 y 5.71 para los métodos I y II respectivamente y no fueron significativamente diferentes. La producción obtenida corresponde a un nivel ligeramente inferior (12-16%) de las que se tienen registradas como promedio del hato lechero de la finca del Departamento de Ganadería del CATIE cuando ha permanecido en pasto estrella. Esta situación está relacionada con lo expresado por Mott (59), McMeekan y Walshe (51) y Cubillos (22), en el sentido de que la máxima producción por unidad de superficie se logra a cargas que sobrepasan el punto óptimo de presión de pastoreo.

El hecho de que la producción individual por vaca haya sido similar en ambos métodos, es una indicación que la calidad del forraje ofrecido también fué similar (59).

Aun cuando la producción (promedio de leche/vaca/día) fué similar para ambos métodos, las oscilaciones diarias fueron mucho mayores en el II, especialmente si se consideran las variaciones para los días de permanencia del hato dentro de cada potrero como puede observarse en el Cuadro 3. La mayor producción se alcanzó entre el tercero y cuarto día de permanencia en un potrero y a partir de ese momento declinó hasta un mínimo en el último

Cuadro 1. Producción de leche por vaca y por hectárea y carga mantenida en el método I.

Ciclo No.	kg leche total/ciclo	Producción/vaca. kg/día**	Producción/ha. kg/día	Superficie (ha)	Cargas animal/ha*
1	811	5.61	35.3	11.5	6.29
2	768	5.22	36.6	10.5	7.01
3	754	5.34	41.9	9.0	7.85
4	778	5.79	37.1	10.5	6.40
5	817	6.17	54.5	7.5	8.82
6	833	6.16	55.5	7.5	9.01
7	804	5.99	50.2	8.0	8.38
8	788	5.94	43.8	9.0	7.37
9	682	5.36	32.5	10.5	6.06
\bar{x}		5.69	43.0	9.33	7.47

* Peso promedio por animal 327 kg

** Contenido promedio de grasa de la leche 4.2%

Cuadro 2. Producción de leche por vaca y por hectárea y carga mantenida en el método II.

Ciclo No.	kg leche total/ciclo	Producción/vaca. kg/día**	Producción/ha. kg/día	Superficie (ha)	Cargas animal/ha*
1	1002	5.56	35.8	11.2	6.44
2	759	5.11	33.0	11.2	6.46
3	663	5.25	26.5	14.0	5.05
4	720	5.72	34.3	11.2	5.99
5	750	6.28	37.5	11.2	5.97
6	797	6.07	36.2	11.2	5.97
7	836	6.06	34.8	11.2	5.72
8	746	5.74	31.1	11.2	5.42
\bar{x}		5.71	33.7	11.55	5.88

* Peso promedio por animal 340 kg.

** Contenido promedio de grasa de la leche 4.3%

Cuadro 3. Efecto del largo del período de pastoreo sobre la producción de leche por vaca. (kg/día)

Ciclo No.	P E R M A N E N C I A						
	1	2	3	4	5	6	7
1	5.24	5.58	5.89	5.74	5.69	5.44	5.29
2	4.92	5.30	5.23	5.35	5.18	4.60	4.71
3	5.08	5.19	5.36	5.32	5.26	4.93	4.63
4	5.50	5.81	5.87	5.93	5.70	5.07	--
5	6.14	6.42	6.29	6.38	6.21	--	--
6	5.64	6.06	6.45	6.25	6.12	6.08	--
7	5.57	6.22	6.43	6.38	6.14	5.81	--
8	5.33	5.65	6.15	6.20	5.81	5.45	--
\bar{x}	5.43	5.78	5.96	5.94	5.76	5.34	4.88

timo día o el primero del potrero siguiente. La causa principal fué el cambio en la calidad del pasto consumido por el ganado a lo largo de su permanencia en cada potrero. Al respecto puede apreciarse en el Cuadro 4 que el porcentaje de proteína del forraje disminuye en forma logarítmica de 14.9 a 10.4 al permanecer los animales hasta 6 días en el potrero. De un modo similar, la digestibilidad in vitro de la materia orgánica disminuyó de 68 a 57% en ese período. Ambos cambios pueden verse más claramente en las Figuras 1 y 2. Esto significó una reducción en la producción de leche/vaca/día del orden del 10.4% al sexto día de permanencia y del 18.1% al séptimo. Además de los cambios en composición química y valor nutritivo, la permanencia de los animales en el potrero significa una disminución en la disponibilidad de pasto y por lo tanto, la posibilidad de selección se reduce. La menor variabilidad diaria en las producciones de leche de los potreros del método I se debió a una mayor uniformidad en la calidad y disponibilidad de pasto ofrecido.

En los Cuadros 1 y 2 también se puede observar que la producción por unidad de superficie en el método I fué superior aunque no se alcanzó significancia estadística. La producción por hectárea por año fué de 15705 y 12286 litros para los métodos de pastoreo I y II respectivamente.

Puede notarse que las oscilaciones en producción de leche por unidad de superficie fueron mayores en el método I, esto se debió a las mayores oscilaciones en las cargas en los períodos, lo que fué reflejo real de los cambios en la producción de pasto a través del año. El método I por tener mayor número de subdiviu

Cuadro 4. Efecto del largo del período de pastoreo sobre la calidad del forraje consumido.

DIAS DE PERMANENCIA	PROTEÍNA CRUDA %	D. M. O.
1	14.90	68.00
2	12.70	63.24
3	12.36	61.37
4	11.11	56.79
5	10.96	58.35
6	10.42	56.88

siones permitió que sin alterar la eficiencia de utilización del pasto se eliminase o incluyese un aparto al ciclo según se incrementara o redujera la producción de pasto. Esta facilidad de ajuste fué menor en el método II por lo que la variación en producción de leche por hectárea y la carga mantenida fué menos evidente. Las cantidades de leche obtenidas están por encima de las reportadas por Toledo (71) con pasto pangola y guinea manejados menos intensivamente en Turrialba y similares a las señaladas por Gordon (29) en praderas de clima templado y manejadas intensamente con una suplementación diaria de 0.9 kg de cebada/vaca.

Aunque se proyectó un período de pastoreo de 7 días en el método II, las bajas marcadas en la producción por vaca antes mencionadas, hicieron necesarios ciertos ajustes, de tal modo que el número de días de permanencia por potrero varió entre 5 y

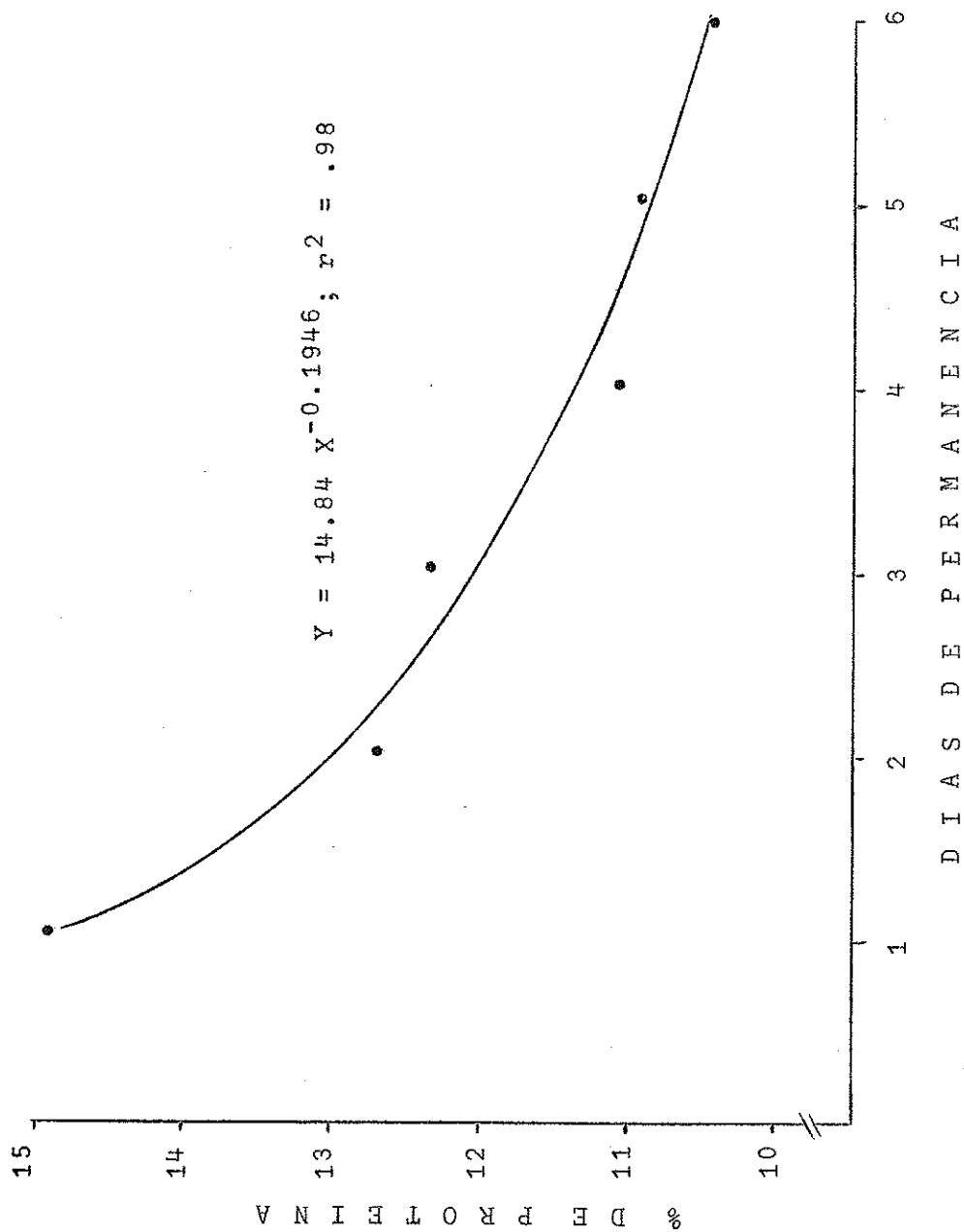


Fig. 1. Efecto del largo del período de pástoreo sobre el contenido de proteína del pasto consumido

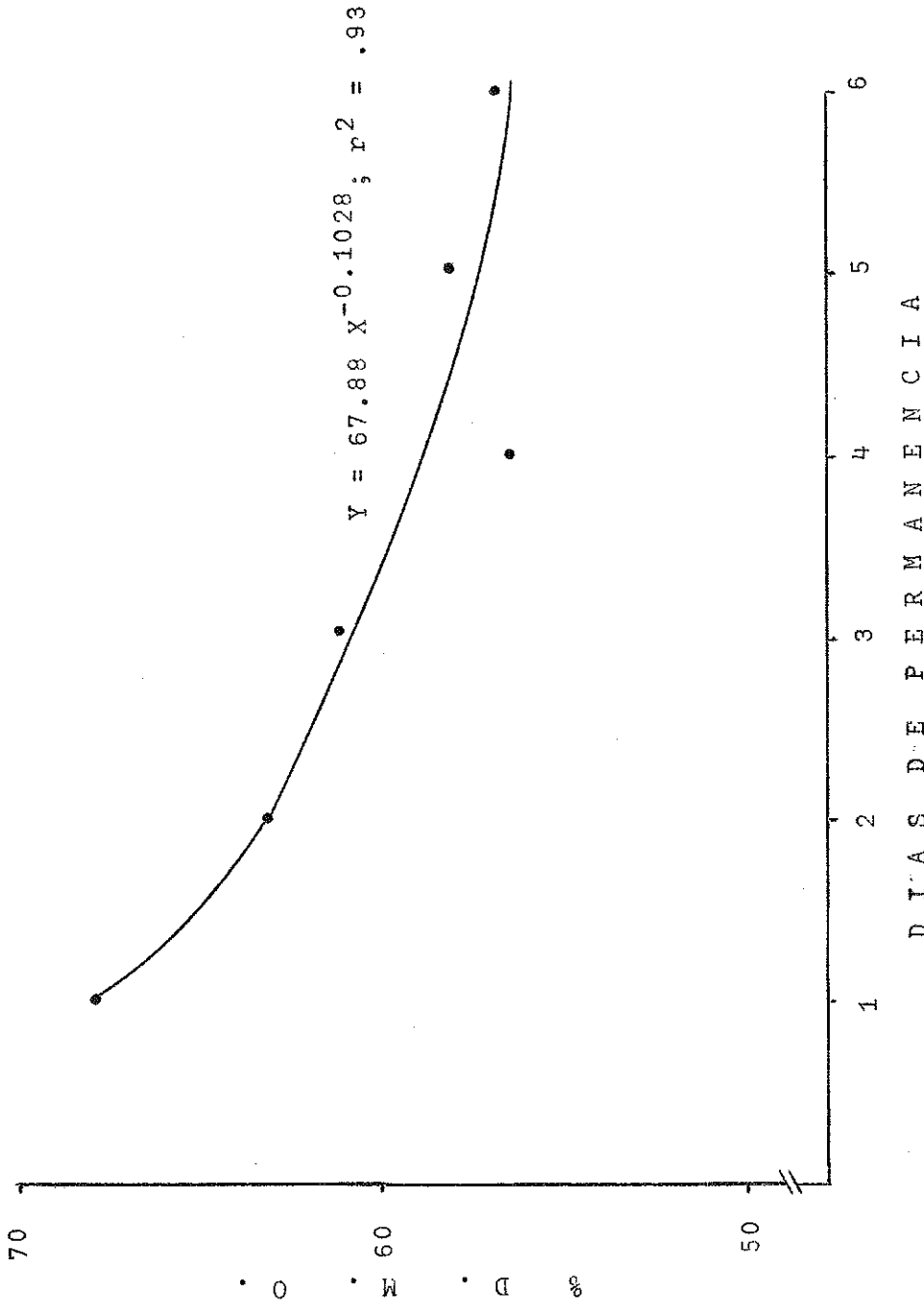


Fig. 2. Efecto del largo del período de pastoreo sobre la digestibilidad de la materia orgánica del pasto.

7 y las observaciones hechas permiten indicar que el largo de permanencia más adecuado fué de seis días. Los ajustes se hicieron de acuerdo a la disponibilidad de pasto y a la producción diaria de leche; éste último factor, que sirvió en cierta medida para calibrar si la presión de pastoreo era adecuada.

Al igual que para la producción por hectárea, se puede observar también en los Cuadros 1 y 2 que las cargas que mantuvieron ambos métodos, aunque diferentes no alcanzó significancia estadística. En promedio, el método I pudo mantener 7.47 vacas por hectárea y el método II solo 5.88. Ambas cargas son elevadas, si se relacionan con lo obtenido tradicionalmente, lo que es producto de la utilización eficiente de un pasto de gran potencial de producción.

Los pesos promedios de las vacas en ordeño en los métodos de pastoreo I y II fueron 327 y 340 kg respectivamente (Cuadro 2A del Apéndice) y aunque durante el período experimental hubo entrada y salida de vacas, los pesos promedios de los grupos en producción se mantuvieron constantes. Desde el inicio del experimento hubo una diferencia en peso entre los grupos de animales que estuvieron sometidos a los dos distintos métodos de pastoreo y ésta se mantuvo a lo largo de la prueba.

Los incrementos medios de peso de las vacas en ordeño fueron 0.129 y 0.120 kg/día para los métodos I y II respectivamente (Cuadro 2A del Apéndice). Estos incrementos fueron bajos, si se toma como base lo indicado por Miller et al (56), lo que se debió a que hubo un número considerable de vacas recién paridas

que se secaron dentro de un lapso de 60 días después del parto. Además en la mayoría de ellas se consideró el período inicial de lactancia que coincide con el período de elevadas pérdidas de peso. Después de ese tiempo, las vacas pudieron deponer reservas en sus organismos y ganar peso hasta que se secaron, lo que concuerda con lo señalado por Miller et al (55, 56). Estos incrementos fueron ligeramente inferiores a los reportados por Molina (57) bajo las mismas condiciones, pero incluyendo solo vacas que se encontraban en el período comprendido entre 60 y 180 días de lactancia.

Los pesos promedios y los incrementos de peso de las vacas secas que pastorearon indistintamente los potreros sobrantes de cada uno de los métodos de pastoreo fueron 358 kg y 0.425 kg/día respectivamente (Cuadro 2A del Apéndice). Estas no recibieron ninguna suplementación, mostrándose así el potencial de producción de carne a base de pasto, lo que en sí constituye una ventaja más de la utilización intensiva del pastizal. Estos aumentos involucran también el crecimiento del feto, lo que implica que el pasto también satisface las necesidades nutricionales de reproducción.

4.2 Producción de pasto

La producción de materia seca, las tasas de crecimiento y los porcentajes de utilización del pasto por método de pastoreo se presentan en el Cuadro 5. Cabe destacar que la producción total de materia seca durante el período experimental fué mayor pa

Cuadro 5. Producción de materia seca, tasa de crecimiento y porcentaje de utilización del pasto por método de pastoreo.

CICLO	M E T O D O I			M E T O D O I I		
	PROD. MS kg/ha/ciclo	TASA CREC. kg MS/ha/día	% UTILI ZACION	PROD. MS kg/ha/ciclo	TASA CREC. kg MS/ha/día	% UTILI ZACION
1	2114.00	75.50	50.59	4404.12	157.29	56.66
2	2009.38	61.43	113.32	912.96	57.06	142.21
3	1493.62	83.77	89.80	1004.26	57.06	105.87
4	1762.26	87.47	111.83	1495.53	68.76	112.02
5	1899.80	94.99	83.69	2048.81	124.17	99.53
6	1596.16	114.01	128.78	2081.63	136.50	97.68
7	1946.92	97.65	84.14	2380.99	134.14	90.11
8	1631.60	97.25	104.22	1681.92	93.44	111.30
9	1906.10	86.83	96.65	--	--	--
\bar{x}		88.66	95.89		103.55	101.92
TOTAL*	16359.84			16010.22		

* Para un período de 180 días.

ra el método de pastoreo I, superando en 349.6 kg el método II en un período de 180 días, mientras que el porcentaje de utilización fué semejante para ambos métodos. La tasa de crecimiento varió por ciclos, lo que representa el efecto del ambiente sobre la producción de pasto.

El método agronómico utilizado para estimar la producción de pasto resultó ser de poca precisión, ya que involucra una serie de errores difíciles de superar. Entre los principales están: a) la gran heterogeneidad de la distribución de la producción de pasto en el potrero; b) la dificultad física de sacar su suficiente número de muestras que resulten representativas del área. El muestreo tuvo un coeficiente de variación de 22.28%. Esto significa que aceptando un error del 10% en el muestreo y con un límite de confianza de $P < 0.05$ se requerían 22 muestras por parcela; c) el efecto de los animales, especialmente del pisoteo sobre la destrucción parcial e incorporación de material vegetal al suelo, lo que se acrecienta cuando las vacas permanecen varios días en un mismo potrero como sucede en el método II; y d) el exceso de humedad en el suelo durante ciertos períodos incrementa más el efecto de los animales, los que a su vez se niegan a consumir pasto enlodado.

Las altas producciones de materia seca obtenidas en este trabajo son producto de un aprovechamiento frecuente del pasto producido y de una fertilización adecuada (64). Estas superan ampliamente a las reportadas por Ricardo (64) en Turrialba, pero fueron mucho más bajas que las señaladas por Siles (65) en el va

lle de San Carlos bajo condiciones de corte, ambos en Costa Rica.

Las tasas de crecimiento del pasto variaron con las épocas, incrementándose en aquellos períodos cuando hubo mayor humedad en el suelo, siempre que no hubiera floración. Las menores tasas de crecimiento iniciales, con respecto al promedio durante el período experimental, se debieron a falta de humedad. La nueva disminución observada al final del experimento se debió a una reducción de la humedad disponible y a una tendencia al crecimiento reproductivo del pasto estrella en esa época del año. En la actualidad no se han determinado el o los factores que inducen la floración del pasto estrella. Sin embargo cambios en la temperatura mínima nocturna o diferencias en la duración del día, lo que unido a disminuciones en la incidencia total de luz pueden ser los causantes. Los efectos de la floración sobre la tasa de crecimiento pueden verse más claramente en el método I, los que en el método II resultan opacados por otras causas. Entre ellas la principal fué el error debido al muestreo agronómico que se acrecentó más en este método. Esta misma causa hizo que la tasa de crecimiento estimada para el pasto en el método II estuviera inflada con respecto a lo que fué real, esto se expresa por las diferentes capacidades de carga de ambos métodos de pastoreo. La estacionalidad de la producción de forraje es un factor de mucha importancia en el manejo de pastos, puesto que de él dependen las decisiones a tomar en cuanto al número de animales a poner en una pastura y por cuánto tiempo. Además des

de el punto de vista práctico determina la necesidad de tener áreas de reserva, hacer uso de la suplementación o utilizar procedimientos de conservación de forraje.

Al comparar las tasas de crecimiento obtenidas en este estudio con los potenciales reportados por Cooper (21), en plantas que no estaban bajo pastoreo, para Puerto Rico, Colombia, Cuba y El Salvador, se observa que las de Turrialba son bajas. Estas solo mediante mayor investigación podrían incrementarse. A este respecto vale la pena mencionar que a mayor área foliar presente por unidad de superficie de suelo, hay mayor intercepción de luz, lo que resulta en mayor cantidad de materia seca. Este es un factor que indefectiblemente debe ir acompañado de un buen plan de fertilización, factores que merecen estudiarse más en relación al pasto estrella.

La utilización del pasto en ambos métodos de pastoreo se considera muy satisfactoria, pues prácticamente todo el forraje producido fué consumido, salvo el poco material vegetal residual que desde un principio permaneció mas o menos constante en cada potrero. La baja utilización del pasto en ambos métodos durante el primer ciclo de pastoreo, se debió al hecho de que todo el forraje presente en ese momento en los potreros se consideró como recién producido, sin tomar en cuenta que una parte era residuo de un pastoreo anterior pero que no fué medido. Los valores de utilización mayores de 100% significan el sobrepastoreo de la pradera lo que sucedió donde se utilizó más pasto del que se produjo, es decir parte del pasto residual de pastoreos anteriores.

En general estos elevados niveles de utilización obtenidos conducen a una producción elevada y eficiente de leche por unidad de superficie a partir del pasto y que son comparables a las obtenidas en clima templado con ryegrass y trébol (12).

Debido a la menor flexibilidad del método II, no fué posible ajustar adecuadamente la carga animal a la producción de pasto, lo que indujo a una pequeña acumulación de material tosco sobre el terreno. Ello provocó que en estos potreros hubieran mayores oscilaciones en la calidad y disponibilidad de forraje, y en cierta medida puede haber afectado el nivel de producción de leche durante los días que las vacas estuvieron sometidas a ese manejo. Las variaciones en la disponibilidad de forraje o el consumo por unidad de superficie explican en parte los cambios en la producción de leche alcanzada por vaca en el método II lo que puede observarse en la Figura 3, donde a medida que aumenta la disponibilidad de forraje por hectárea se incrementa el nivel máximo de producción alcanzado por vaca. A su vez, a medida que se aumentó el consumo de forraje por hectárea, también se incrementó la producción máxima alcanzada por vaca, lo que puede observarse en la Figura 4. Estas tendencias no fueron muy definidas debido a que el experimento no fué planeado para medir esos efectos, lo que a su vez hizo que los coeficientes de determinación fueran tan bajos.

La composición botánica media expresada como por ciento de pasto estrella en la pradera fué para los potreros sometidos a los métodos de pastoreo I y II, 57.47 ± 13.26 y 57.99 ± 9.42 .

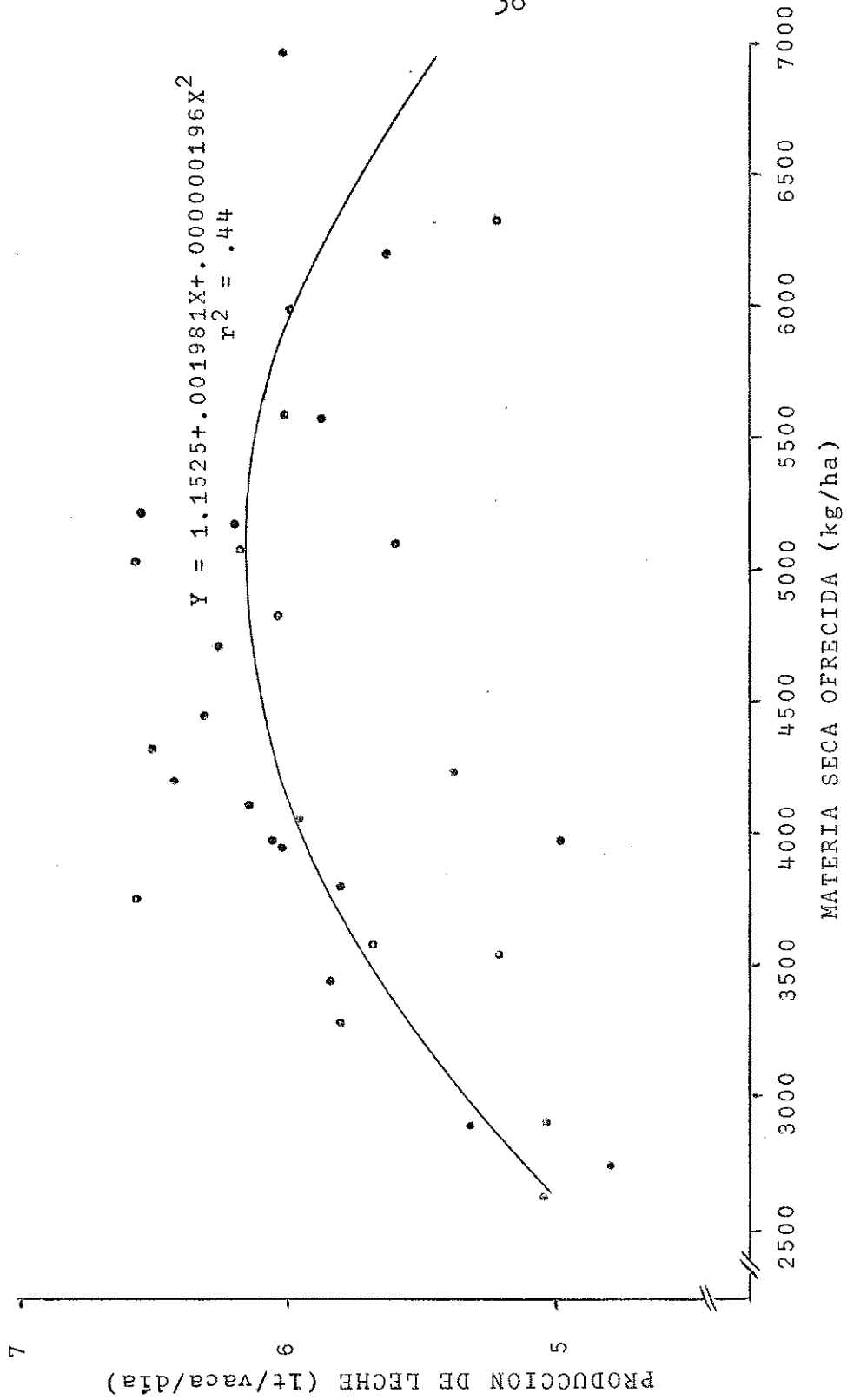


Fig. 3. Efecto de la cantidad de materia seca ofrecida por hectárea sobre la producción de leche por vaca (METODO II).

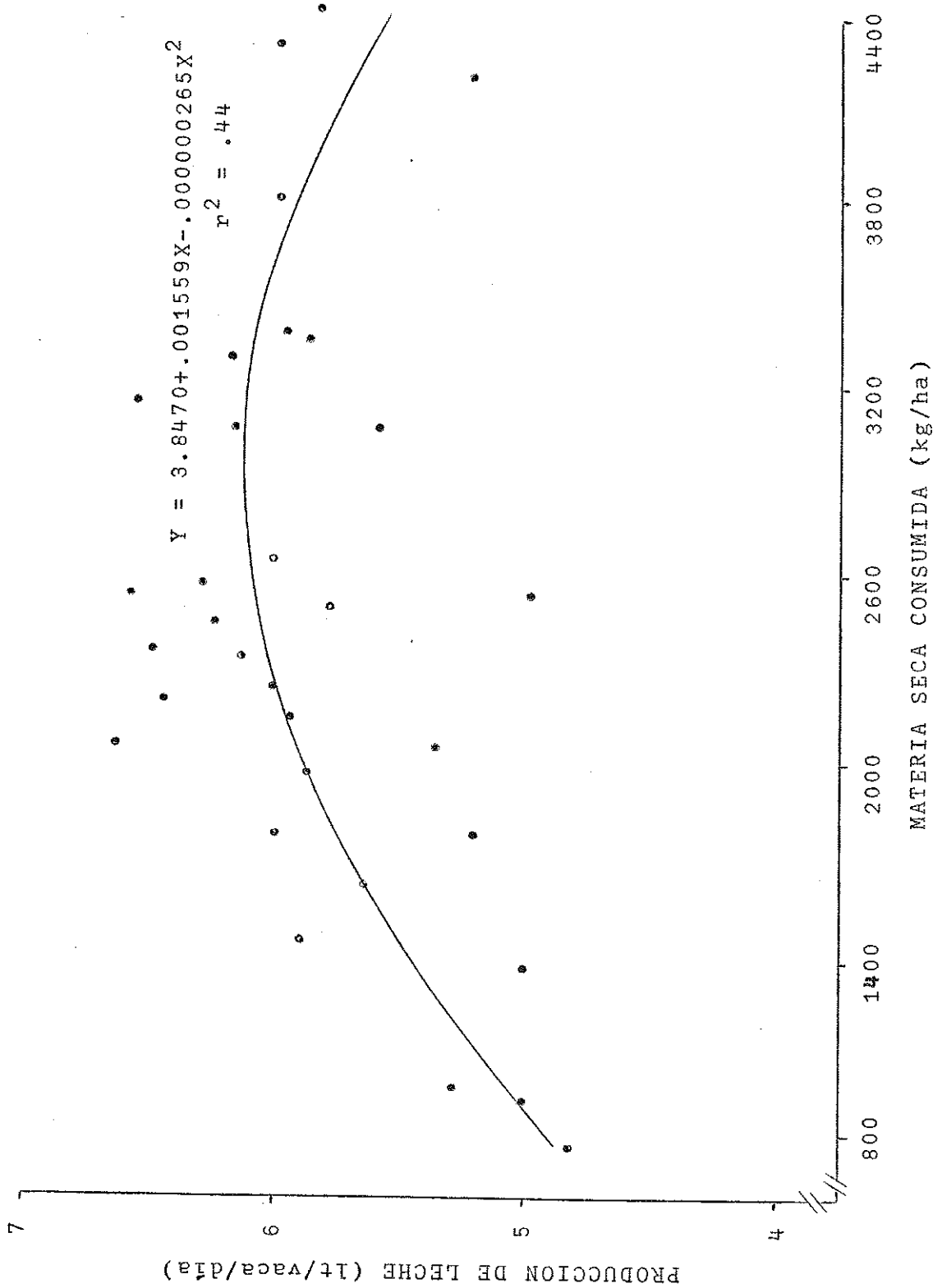


Fig. 4. Efecto de la cantidad de materia seca consumida por hectárea sobre la producción de leche por vaca (METODO II).

Aunque hubo mayor variación entre potreros del método I, puede considerarse que los de ambos métodos de pastoreo tenían una composición botánica semejante. La mayor variación entre potreros del método I no fué efecto del tratamiento, sino de la mayor subdivisión del terreno que hizo aparecer más manfiestas las diferencias de sitio del terreno, mientras que en los potreros del método II estaban ocultas en el promedio de composición de una mayor superficie de terreno por potrero.

4.3 Consumo de pasto

Los consumos de concentrado, melaza y pasto por épocas, y las eficiencias de conversión a leche se encuentran en los Cuadros 6 y 7. En los cuadros se pueden destacar las diferencias que hubo entre métodos en consumo de pasto y eficiencia de conversión alimenticia. Los consumos de pasto fueron 12.63 y 17.65 kg/animal/día para los métodos I y II respectivamente y las eficiencias de conversión 17.70 y 23.53, que expresan kg de materia seca consumida por kg de leche producida.

El consumo estimado de pasto fué diferente en ambos métodos de pastoreo, siendo mayor en los animales que estuvieron en el II. Esta diferencia puede deberse a una sobreestimación del consumo, debido a error del muestreo agronómico, ya que al tomarse las muestras del pasto residual una parte del material había sido destruído y otra incorporado al suelo por efecto del pisoteo. Esto se traduce en un mayor consumo aparente por su efecto en una mayor diferencia entre el pasto ofrecido y el residual.. Es-

Cuadro 6. Consumo de pasto, concentrado y melaza y la eficiencia de conversión en el método de pastoreo I (kg/animal/día).

PERIODO	No. DIAS	PASTO	CONCENTRADO	MELAZA	TOTAL	E.C.*	% DEBIDO A PASTO
I	30	10.28	0.795	0.975	12.050	15.39	85.31
II	12	10.19	0.565	0.975	11.730	16.02	86.87
III	27	11.06	0.474	0.975	12.509	16.72	88.42
IV	100	14.05	0.291	0.975	15.319	18.86	91.73
\bar{x}		12.63	0.429	0.975	14.033	17.70**	90.00

* Eficiencia de conversión (kg de MS consumida/kg de MS producida en la leche).

** Corresponde a una eficiencia del 5.65% (100 ÷ 17.70).

Cuadro 7. Consumo de pasto, concentrado y melaza y la eficiencia de conversión en el método de pastoreo II (kg/animal/día).

PERIODO	No. DIAS	PASTO	CONCENTRADO	MELAZA	TOTAL	E.C.*	% DEBIDO A PASTO
I	30	18.79	0.795	0.975	20.560	26.95	91.39
II	12	14.15	0.565	0.975	15.690	22.29	90.18
III	27	12.48	0.474	0.975	13.929	17.68	89.60
IV	100	19.12	0.291	0.975	20.386	24.24	93.79
\bar{x}		17.65	0.429	0.975	19.052	23.53**	92.64

* Eficiencia de conversión (kg de MS consumida/kg de MS producida en la leche).

** Corresponde a una eficiencia del 4.25% (100 ÷ 23.53).

ta hipótesis se refuerza por la semejanza en producción de leche por vaca.

Es necesario llamar la atención en el sentido de que los pe ríodos para el análisis de los consumos de pasto no corresponden a los ciclos de pastoreo referidos en el acápite de producción de leche. Esto se debe a que por circunstancias ajenas al experimento fué necesario cambiar el concentrado en uso de acuerdo a la composición que se presenta en el Cuadro 1A del Apéndice. Ca da período corresponde a distinto concentrado y el largo de e llos fué variable, en especial el período IV que tuvo una duración de 100 días.

El contenido de materia seca del forraje ofrecido siempre fué menor que el del forraje residual y en ambos casos muy varia ble, estando por término medio entre 22 y 28% para el ofrecido y entre 26 y 34% para el residual; esto se debió al cambio en la relación hojas-tallos, reduciéndose del material ofrecido al residual. Además otros factores que contribuyeron a esas variacio nes fueron la presencia o ausencia de precipitaciones y el grado de madurez de las plantas.

El consumo total de materia seca observado en los Cuadros 6 y 7 es más alto que los obtenidos por Toledo (71) haciendo uso de muestreo agronómico y Louis (48) utilizando oxido crómico, am bos en pasto pangola y guinea con ganado de lechería en Turrialba, Costa Rica. Esto probablemente también se debe al error de muestreo ya mencionado.

Las eficiencias de conversión alimenticia fueron muy bajas para ambos métodos de pastoreo, lo que se explica por la sobreestimación del consumo debido al mismo error de muestreo agronómico. Al comparar las eficiencias obtenidas por Toledo (71) en pastos pangola y guinea que fueron de 8.46 y 7.83% respectivamente, las de estrella son bajas. En este estudio fueron 5.65 y 4.25% para los métodos I y II.

En ambos métodos de pastoreo, la producción de leche dependió en un 90-92% del pasto, lo que muestra el potencial del pasto estrella para producir grandes cantidades de leche por unidad de superficie con una suplementación muy reducida de concentrado y melaza por vaca. Como la producción promedio por vaca en este experimento fué muy baja (5.7 lt/día), ésta podría mejorarse usando animales de mayor potencial genético, siempre que el pasto alcance a cubrir las necesidades nutricionales de esos animales, y lo que aunado a altas cargas permitiría aun incrementar más la producción por unidad de superficie, superando lo obtenido en este trabajo, y lo que indudablemente repercutiría en un mayor beneficio para el productor de leche.

4.4 Análisis económico

Los resultados del análisis económico pueden observarse en los Cuadros 8 y 9. En éstos se puede observar que las utilidades netas por hectárea y por vaca en un año son mayores en el método I, superando respectivamente en 328.54 y 36.03 colones, a las obtenidas en el método II. Esto implica que, al intensifi

Cuadro 8. Resultado económico de la empresa basada en una rotación diaria (Método I). +

Item	Total/ año	Total/ ha	Total/ vaca	Costo/ litro
INGRESOS				
Leche *	145379.50	10768.85	1652.04	
Terneros **	1870.00	138.52	21.25	
Excedente terneras ***	1200.00	88.89	13.64	
TOTAL	148449.50	10996.26	1686.93	
EGRESOS				
Costos variables	70907.48	5252.41	805.77	0.487
Costos fijos	66929.17	4957.17	760.55	0.458
TOTAL	137836.65	10210.12	1566.32	0.945
UTILIDADES NETAS	10612.85	786.14	120.61	

* Precio/lt = ¢ 1.00

** Precio/ternero = ¢ 50.00

*** Precio/ternera = ¢ 100.00

+ En colones, US \$ 1.00 = ¢ 8.54

Cuadro 9. Resultado económico de la empresa basada en una rotación con permanencia de 5 a 7 días por potrero (Método II). +

Item	Total/ año	Total/ ha	Total/ vaca	Costo/ litro
INGRESOS				
Leche *	145890.50	8977.88	1657.85	
Terneros **	1870.00	115.08	21.25	
Excedente terneras ***	1200.00	73.85	13.64	
TOTAL	148960.50	9166.81	1692.74	
EGRESOS				
Costos variables	73436.28	4519.16	834.50	0.503
Costos fijos	68082.61	4189.69	773.66	0.464
TOTAL	141518.89	8708.85	1608.16	0.966
UTILIDADES NETAS	7441.61	457.96	84.58	

* Precio/lt = ¢ 1.00

** Precio/ternero = ¢ 50.00

*** Precio/ternera = ¢ 100.00

+ En colones, US \$ 1.00 = ¢ 8.54

carse más el uso de la tierra y la utilización del pasto, se obtiene mayor utilidad neta por unidad de recurso disponible en un mismo período de tiempo. Los costos variables y fijos fueron mayores en el método II debido principalmente a la mayor superficie de terreno requerida por su menor capacidad de carga. El ingreso bruto total/vaca en un año fué ligeramente mayor (Ø 5.81) en el método II; ésto se debió a que en promedio produjeron 0.02 litros más por día.

La rentabilidad económica anual y expresada como porcentaje del "retorno al capital invertido" (R.C.), para empresas que se basen en uno de los métodos de pastoreo señalados, está dada por los valores indicados en las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{R.C. (I)} &= \frac{10612.85 + 31997.87 + 3442.50}{40500.00 + 147689.09 + 78950.78 + 137000.00 + 13606.03} \times 100 \\ &= \frac{46053.22}{417745.90} \times 100 = 11.02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{R.C. (II)} &= \frac{7441.61 + 32090.36 + 4143.75}{48750.00 + 147402.31 + 78950.78 + 137000.00 + 15066.89} \times 100 \\ &= \frac{43675.72}{427169.98} \times 100 = 10.22 \end{aligned}$$

Estos resultados muestran que ambos métodos de pastoreo permiten producir leche con retornos sobre la inversión muy similares y que la pequeña diferencia entre ellos se debe principalmente al capital invertido en tierra. Cierta influencia también tiene el capital circulante, pues al requerirse mayor superficie en el método II se incrementan los gastos por concepto de fertilización y aplicación de pesticidas.

Si se considera el análisis económico en mayor detalle (Cuadros 3A y 5A del Apéndice), otros factores que contribuyen a las diferencias de rentabilidad entre métodos de pastoreo son: las inversiones requeridas en cercas, vías de acceso a los potreros e instalación de agua, los que se ven incrementados en el método I. Esto implica que si los recursos tierra y pasto no son utilizados eficientemente, por más frecuente que se rote el ganado, ello no significaría mayor rentabilidad de la explotación lechera.

Los retornos sobre la inversión obtenidos en este estudio son semejantes a los reportados por Caro-Costas y Vicente-Chandler (*) en Puerto Rico con pasto estrella y por Fuentes (27) para explotaciones bien tecnificadas con un uso eficiente de la mayoría de los recursos especialmente el pasto. Los beneficios reportados por Soley (66), Hernández y Mavrich (33), Hernández (34) y otros por Fuentes (27) para empresas de administración menos eficiente son mucho menores, variando los valores de retorno sobre la inversión de -26.56 a 2.4%. Esto significa que en el presente estudio se estuvo dentro de los límites normales para una explotación que usa sus recursos disponibles en forma eficiente. Además, corrobora la afirmación de que es posible producir leche a base de pasto bajo condiciones tropicales permitiendo cierto margen de utilidad.

La distribución porcentual de la inversión anual de empresas que se basen en los métodos de pastoreo I y II se presenta en el Cuadro 10. En los datos se puede observar que los dos com

* Comunicación personal.

ponentes más importantes de la inversión lo constituyen las construcciones y mejoras, y el ganado, representando las dos terceras partes del total. La magnitud de la inversión en ganado es elevada lo que significa que bajo condiciones prácticas conviene más, producir los reemplazos en la propia finca, que comprarlos, puesto que saldrían más caros y con el inconveniente de una menor posibilidad de selección. Por lo tanto es necesaria la asociación de la empresa lechera con la de crianza de reemplazos. Esto fué excluído del presente análisis económico, con la finalidad de simplificarlo, aunque en los costos de las vaquillas de reemplazo se cargaron tanto los costos fijos como los variables que su crianza asociada conlleva.

La inversión en tierra, si se refiere a una parte de la inversión total, resultó baja para ambos métodos de pastoreo (9-11%), lo que es resultado de la utilización intensiva del pastizal, mientras que la inversión en animales es el 32% del total invertido. Esto es producto de las altas cargas (5-7 animales/ha) que los métodos de pastoreo en referencia son capaces de mantener. Una situación opuesta es lo observado generalmente donde la inversión en tierra representa el mayor porcentaje del total invertido. Esto se debe a grandes superficies usadas para mantener unos pocos animales y a un valor elevado de la tierra dedicada a lechería.

La distribución porcentual de los principales costos variables de una empresa que se base en uno de los métodos de pastoreo referidos se encuentran en el Cuadro 11. Cabe destacar que

Cuadro 10. Distribución porcentual de la inversión anual de empresas basadas en los métodos de pastoreo I y II.

Item	M E T O D O I		M E T O D O II	
	Valor ¢	%	Valor ¢	%
Tierra	40500	9.69	48750	11.41
Construcciones y mejoras	147689	35.35	147402	34.51
Equipos y herramientas	78951	18.90	78951	18.48
Ganado	137000	32.80	137000	32.07
Capital circulante	13606	3.26	15067	3.53
	TOTAL 417746	100.00	427170	100.00

Cuadro 11. Distribución porcentual de los principales costos variables anuales de empresas basadas en los métodos de pastoreo I ó II.

Item	M E T O D O I		M E T O D O II	
	Valor ¢	%	Valor ¢	%
Fertilizantes	10651	15.02	13211	17.99
Mano de obra	20991	29.60	20991	28.58
Alimentos concentrados	12624	17.80	12624	17.19
Servicios técnicos	7360	10.38	7360	10.02
Otros	19281	27.20	19250	26.22
	TOTAL 70907	100.00	73436	100.00

dentro de los costos variables la mano de obra fué el más importante siguiéndole en orden de magnitud los alimentos concentrados y los fertilizantes.

La mano de obra por la magnitud relativa que representa en términos de costos variables debe ser utilizada en forma eficiente, de lo contrario el resultado económico de la empresa lechera puede verse afectado seriamente en forma negativa.

Los alimentos concentrados, aunque en este tipo de empresa no constituyen un factor importante pues la alimentación del ganado es a base de pasto, representan una parte importante de los costos variables debido a su alto valor y no a un uso extensivo de ellos; de allí que muchas explotaciones lecheras que suplementan con cantidades considerables de concentrado a sus vacas, resulten antieconómicas. En este estudio los costos de alimentación/lit fueron Ø 0.26 y 0.28 para los métodos I y II y representaron el 37.52 y 39.24% del costo total sin incluir los intereses sobre el capital invertido en la empresa.

Para terminar debe destacarse el hecho de que los datos incluidos y los resultados obtenidos en el presente estudio son representativos de lo que sucede en la zona, pues se llevó a cabo bajo condiciones corrientes de manejo de una finca. Esto es una indicación de que es posible desplazar la producción de leche de zonas de alta presión de población y transformar las zonas tropicales en productoras de leche.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló este estudio y de los resultados obtenidos, se pueden derivar las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. El pasto es utilizado más eficientemente en el método de rotación diaria que en el de rotación cada 5-7 días puesto que hay menos pérdidas por efecto del pisoteo y un mejor ajuste de la carga animal a la producción estacional de pasto.
2. La mayor producción de leche por unidad de superficie en el método de rotación diaria es resultado directo de su mayor capacidad de carga y no producto del efecto del método de pastoreo sobre la producción por vaca.
3. La producción de leche individual en el método de rotación diaria tiene menos variaciones que en el método de rotación cada 5-7 días.
4. El método de pastoreo rotacional que no involucre más de 7 días de permanencia en cada potrero no afecta el resultado económico que se obtenga de empresas lecheras.

6. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la finca del Departamento de Ganadería del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) durante 180 días. Tuvo como objetivo principal comparar la respuesta, tanto biológica como económica de dos métodos rotacionales de pastoreo en pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus (K. Schum) Pilger).

Para el estudio se usó un promedio de 140 vacas lecheras en distintas etapas de lactancia de las razas Criollo, Jersey, sus cruzas recíprocas y animales producto de triple cruza media sangre Ayrshire y Rojo Danés. Hubo entrada y salida de animales debido a parición o secado. Estos animales fueron divididos al azar en dos grupos equilibrados en cuanto a edad, número de parto, estado de lactancia, nivel de producción previa y grupo racial. Un grupo fué sometido a un método de pastoreo de rotación diaria (método I), mientras que en el otro (método II) los animales permanecían en cada potrero de 5 a 7 días. El manejo de todas las vacas fué semejante con una suplementación de concentrado que osciló entre 300-800 g más 1.5 kg de melaza/vaca/día. Se utilizó un tercer grupo, compuesto por vacas secas las que pastorearon los apartos que no utilizaron las vacas de los otros dos grupos.

Las producciones medias de leche para los métodos I y II fueron 5.69 y 5.71 lt/vaca/día (sin corregir por grasa). Los respectivos contenidos de grasa fueron 4.2 y 4.3%. Las produc-

ciones medias de leche/ha/día fueron respectivamente 43.03 y 33.66 kg y las cargas animales mantenidas fueron 7.47 y 5.88 con animales que pesaron respectivamente 327 y 340 kg. No se encontraron diferencias significativas entre los valores mencionados.

El incremento medio de peso de las vacas bajo los métodos de pastoreo I y II fué de 0.129 y 0.120 kg/día y el de las vacas secas sin ninguna suplementación 0.425 kg/día.

La producción total de pasto (materia seca) para ambos métodos fué 16360 y 16010 kg/ha en 180 días. De esta el ganado consumió el 95.89 y 101.92 % respectivamente. El consumo de pasto (MS)/vaca para los métodos I y II fué en promedio 12.63 y 17.65 kg, y las eficiencias de conversión alimenticia a leche 17.70 y 23.53 respectivamente.

El valor nutritivo del pasto que consumían los animales en el método II descendió con los días de permanencia del ganado en cada potrero.

Las rentabilidades expresadas como retorno al capital invertido de empresas con los métodos de pastoreo I y II fueron 11.02 y 10.22%, diferencia que principalmente se debe a las distintas capacidades de carga de esos métodos.

Los costos de alimentación para ambos métodos de pastoreo representaron el 37.52 y 39.24% del costo total. En ambos métodos, la inversión en animales resultó ser un tercio del total, siendo ellos el segundo factor más importante de la inversión.

6a. SUMMARY

A grazing experiment was conducted at the Experiment Station of the Department of Tropical Animal Husbandry of the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) during 180 days. The main objective was to compare the biological and economical response of two methods of rotational grazing of African Stargrass (Cynodon plectostachyus (K. Shum) Pilger).

An average of 140 milking cows were used (differing in number, as affected by normal freshening and drying-off). All lactating stages were represented and the breeds included Criollo, Jersey, their reciprocal crosses and rotational crossbred with Ayrshire and Red Dane. These were divided into two balanced groups based on age, number of calvins, stage of lactation, previous production level, and breed. The first group (Method I) grazed rotationally with daily changes while the other (Method II) was also rotationally grazed using a 5-7 day cycle. The management of the animals was similar and the cows received 300-800 g of concentrate plus 1.5 kg of molasses daily. A third group composed of dry cows and heifers was used to graze on the paddocks no used by the lactating cows.

The average milk production (uncorrected for fat) for methods I and II were 5.69 and 5.71 lt/cow/day. The corresponding fat percentage was 4.2 and 4.3. The average milk production per hectare/day was 43.03 and 33.66 kg with carrying capacities of 7.47 and 5.88 and average animal liveweights of 327 and 340 kg for methods I and II respectively.

Daily weight gain of the milking cows was 0.129 and 0.120 kg for the methods I and II respectively whereas gains of dry cow group, without concentrates, was 0.425 kg/day.

The total 180-day pasture dry matter production per hectare for the two methods was 16360 and 16010 kg. Out of the forage production the cows consumed 95.89 and 101.92% respectively. Dry matter consumption for the two methods averaged 12.63 and 17.65 kg and the efficiency of feed conversion to milk was 17.7 and 23.5.

The nutritive value of the grazed forage in method II decreased as the cows stayed longer in each pasture.

The rate of return over investment of enterprises using methods I and II was 11.02 and 10.22%. The difference was mainly due to the higher carrying capacity of the daily rotational method.

Average feeding cost for these methods were 37.52 and 39.24% of the total cost. In both methods, the investment in animals represented a third of the total, the second largest single component.

7. LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J. A. Economía, tecnología y rentabilidad de la producción de leche en los trópicos de América Central, San Carlos, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Publicación Miscelánea no. 66. 1970. 100 p.
2. ALBA, J. DE. Alimentación del ganado en América latina. 2 ed. México, D. F., Fournier, 1971. 475 p.
3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of dairy products. New York, 1948. pp. 302-305.
4. APGAR, W. P., RAMAGE, C. H. y MATHER, R. E. Nitrogen-fertilized orchardgrass compared with alfalfa at different levels of concentrates feeding for dairy cows. Journal of Dairy Science 49(9):1033-1037. 1966.
5. ARNOLD, G. W. y HOLMES, W. Studies in grazing management. VII. The influence of strip grazing versus controlled free grazing on milk yield, milk composition, and pasture utilization. Journal of Agricultural Science 51(2):248-256. 1958.
6. BATEMAN, J. V. Nutrición animal; manual de métodos analíticos. México, D. F., Herrero, 1970. 468 p.
7. BERLANGA, I. M. Estudio de la fertilidad de los suelos del área de ganadería IICA-CREI, Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 99 p.
8. BLASER, R. E. et al. Symposium on forage evaluation: VII. Animal performance and yields with methods of utilizing pasturage. Agronomy Journal 51(4):238-242. 1959.
9. _____ et al. The effect of selective grazing on animal output. In International Grassland Congress, 8th, University of Reading, 1960. Proceedings. Hurley, Eng., British Grassland Society, 1961. p. 601.
10. BRUNDAGE, A. L. y PETERSEN, W. E. A comparison between daily rotational grazing and continuous grazing. Journal of Dairy Science 35:623-630. 1952.

11. BRYANT, H. T. et al. Method for increased milk production with rotational grazing. *Journal of Dairy Science* 44(9):1733-1741.
12. CAMPBELL, A. G. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry matter use in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. *The Journal of Agricultural Science* 67:211-216. 1966.
13. CAMPLING, R. C., MacLUSKY, D. S. y HOLMES, W. Studies in grazing management. VI. The influence of free - and strip - grazing and of nitrogenous fertilizers on production from dairy cows. *Journal of Agricultural Science* 51(1):62-69. 1958.
14. CARO-COSTAS, R. y BURLEIGH, C. Beef production and carrying capacity of heavily fertilized, irrigated guinea, napier and pangola grass pastures on the semiarid south coast of Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 45(1):32-36. 1961.
15. _____. VICENTE-CHANDLER, J. y FIGARELLA, J. Productivity of intensively managed pastures of five grasses on steep slopes in the humid mountain region of Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 49(1):99-111. 1965.
16. _____. y VICENTE-CHANDLER, J. Milk production with all grass rations from steep intensively managed tropical pastures. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 53(4):251-258. 1969.
17. _____. y VICENTE-CHANDLER, J. Effect of heavy rates of fertilization on beef production and carrying capacity of napier grass pastures over 5 consecutive years of grazing under humid tropical conditions. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 56(3):223-227. 1972.
18. _____. ABRUNA, F. y VICENTE-CHANDLER, W. Comparison of heavily fertilized pangolagrass and stargrass pastures under humid tropical conditions. *Agronomy Journal* 65(1):132-133. 1973.
19. CASTLE, M. E. y WATSON, J. N. A comparison between a paddock system and a "Wye College" system of grazing for milk production. *Journal of the British Grassland Society* 28(1):7-11. 1973.

20. COCHRAN, W. C. Sampling techniques. 2 ed. New York, Willey, 1963. pp. 334-338.
21. COOPER, J. P. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. *Herbage Abstracts* 40(1):1-15. 1970.
22. CUBILLOS, G. I. The influence of grazing pressure upon the out put of beef per hectare on red clover and rye grass pasture. Ph.D. Thesis. Lafayette, Ind., Purdue University, 1968. 218 p.
23. CUNNINGHAM, M. D. y RAGLAND, W. W. Plant composition and feeding value of sudangrass and sorghum-sudangrass in a control grazing system. *Journal of Dairy Science* 54(10):1461-1464. 1971.
24. CHOMBART DE LAUWE, J., POITTEVIN, J. y TIREL, C. J. Moderna gestión de las explotaciones agrícolas. Versión española de F. Ruiz García. Madrid, Mundi-Prensa, 1965. 545 p.
25. DONALD, C. M. y BLACK, J. N. The significance of leaf area in pasture growth. *Herbage Abstracts* 28:1-6. 1958.
26. FORBES, E. B. y VORIS, L. The economy of conversion of feed energy into milk energy by the dairy cow. *Journal of Nutrition* 5:395-401. 1932.
27. FUENTES, E. F. La producción de leche y su costo en el departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1969. 59 p.
28. GORDON, C. H. et al. Effects of grazing pressure on the performance of dairy cattle and pastures. In International Grassland Congress, 10th, Helsinki, 1966. Proceedings. Helsinki, Valtioneuvoston Kirjapaino, 1966. pp. 470-475.
29. GORDON, F. J. Milk production from pasture as affected by high levels of nitrogen and high stocking rates. *Journal of the British Grassland Society* 28(3):181. 1973.
30. GEUS, J. DE y HART, M. L. The production and behavior of pasture plants under ration grazing. In International Grassland Congress, 6th, Pennsylvania, 1952. Proceedings. Penn. State College 1952. pp. 373-376.

31. HANCOCK, J. The conversion of pasture to milk, the effect of stocking rate and concentrate feeding. *Journal of Agricultural Science* 50(3):284-296. 1958
32. HARDISON, W. A., et al, Degree of herbage selection by grazing cattle. *Journal of Dairy Science* 37(1):89-102. 1954.
33. HERNANDEZ, L. H. y MAVRICH, E. Análisis económico de la empresa agraria-aérea de San Rafael. Montevideo, IICA Zona Sur, 1967. 133 p.
34. HERNANDEZ S., G. S. T. Análisis económico y desarrollo de un modelo contable para fincas ganaderas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 75 p.
35. HOLDRIDGE, L. R. Mapa ecológico de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1959. Esc. 1:1000000.
36. HOLMES, W. et al. Studies in grazing management. I. A comparison of the production obtained from close folding and rotational grazing of dairy cows. *Journal of Agricultural Science* 40(4):381-391. 1950.
37. _____. Grazing management. *Journal of the British Grassland Society* 17(1):30-40. 1962.
38. _____. y EL SAYED OSMAN, H. The feed intake of grazing cattle. I. Feed intake of dairy cows on strip and free grazing. *Animal Production* 2(2):131-139. 1960.
39. HUGHES, H. D., HEATH, M. E. y METCALFE, D. S. Forrajes. Trad. del inglés por J. L. de la Loma. México, D. F., CECSA, 1966. 758 p.
40. HULL, J. L., MEYER, J. H. y RAGUSE, C. A. Rotation and continuous grazing on irrigated pasture using beef steers. *Journal of Animal Science* 26(5):1160-1164. 1967.
41. HUMPHREYS, L. R. Pasture defoliation practice: a review. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 32(2):93-105. 1966.
42. IVINS, J. D., DILNOT, J. y DAVISON J. The interpretation of data of grassland evaluation in relation to the varying potential outputs of grassland and livestock. *Journal of the British Grassland Society* 13(1):23-28. 1958.

43. JOBLIN, A. D. H. Strip grazing versus paddok grazing under tropical conditions. *Journal of the British Grassland Society* 18(1):69-73. 1963.
44. KINCAID, C. M., HUNT, R. E. y LITTON, G. W. Age, winter gain, and grazing methods as factors in fat steer production from pasture. *Virginia Agr. Exp. Sta. Technical Bulletin no. 135*. 1958. 22 p.
45. LEAVER, J. D., CAMPLING, R. C. y HOLMES, W. The influence of flexible and rigid grazing management and of supplementary feed on output per hectare and per cow. *Animal Production* 11:161-172. 1969.
46. LERCHE, M. Inspección veterinaria de la leche. Trad. del alemán por J. E. Escobar. Zaragoza, España, Acribia, 1969. 375 p.
47. LINE, C. Maximum milk production from pasture. In *International Grassland Congress, 8th, University of Reading, 1960. Proceedings*. Hurley, Eng., British Grassland Society, 1961. pp. 598-601.
48. LOUIS, S. Estimación del consumo y digestibilidad de forrajes tropicales en pastoreo directo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1967. 58 p.
49. LUCAS, H. L. Special considerations in the design of grazing experiments in "Range Research Methods". U.S. Department of Agriculture. *Miscellaneous Publication no. 940*. 1963. p. irr.
50. McMEEKAN, C. P. Grazing management. *In International Grassland Congress, 8th, University of Reading, 1960. Proceedings*. Hurley, Eng., British Grassland Society, 1960. pp. 21-26.
51. _____ y WALSHE, M. J. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cows. *Journal of Agricultural Science* 61(2):147-166. 1963.
52. MANGER, S. Investigación sobre la redituabilidad económica de la producción bovina en diversas zonas de Centro América. Roma, FAO, 1967. pp. 27-32.
53. MATCHES, A. G. Pasture research methods. In *National Conference on Forage Quality Evaluation and utilization*. Lincoln, 1969. *Proceedings*. Nebraska, Nebraska Center for Continuing education, 1970. p. irr.

54. MEYER, J. H., LOFGREEN, G. P. y HULL, J. L. Selective grazing by sheep and cattle. *Journal of Animal Science* 16(4):766-772. 1957.
55. MILLER, R. A. y HOOVEN, N. W. Variation in part-lactation and whole-lactation feed efficiency of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 52(7):1025-1036. 1969.
56. _____, HOOVEN, N. W. y CREEGAN, M. E. Weight changes in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 52(1):90-94. 1969.
57. MOLINA, O. Efecto de la suplementación de concentrados líquidos y la restricción del pastoreo en la producción de leche. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 53 p.
58. MORLEY, F. H. W. Pasture growth curves and grazing management. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 8(30):40-45. 1968.
59. MOTT, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In International Grassland Congress, 8th, University of Reading, 1960. Proceedings. Hurley, Eng., British Grassland Society, 1961. pp. 598-601.
60. PALADINES, O. Empleo de animales en las investigaciones sobre pasturas. La Estanzuela, Uruguay, IICA, Zona Sur, 1966. 106 p.
61. PIEPER, R., COOK, C. W. y LORIN, E. H. Effect of intensity of grazing upon nutritive content of the diet. *Journal of Animal Science* 18(3):1031-1037. 1959.
62. RAYMOND, W. F., MINSON, D. J. y HARRIS, C. E. The effect of management on herbage consumption and selective grazing. In International Grassland Congress, 7th, Palmerston North, 1956. Proceedings. Wellington, 1956. p. 123.
63. REID, J. T. et al. The adequacy of some pastures as the sole source of nutrients for growing cattle. *Journal of Dairy Science* 38(1):20-28. 1955.
64. RICARDO R., F. Efecto del nitrógeno y del corte en la producción y composición del pasto estrella africana (Cynodon plectostachyus (K. Schum) Pilger). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973. 99 p.

65. SILES F., R. Efectos de aplicación de tres niveles de N-P-K sobre zacate estrella africana (Cynodon plectostachyus). Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, 1968. 87 p.
66. SOLEY M., A. Análisis económico de la empresa ganadera en Liberia, Guanacaste. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 49 p.
67. SPAHR, S. L., ORMISTON, E. E. y PETERSON, R. G. Sorghum-sudan hybrid SX-11, piper sudangrass and orchardgrass for dairy pastures. *Journal of Dairy Science* 50(12): 1925-1934. 1967.
68. STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. H. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
69. THURBAN, P. N., COWAN, R. T. y CHOPPING, G. D. Animal utilization aspects of pasture and forage crop management in tropical Australia. *Tropical Grassland* 5(3):255-264. 1971.
70. TILLEY, J. M. A. y TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18(2):104-111. 1963.
71. TOLEDO, J. M. Rendimiento de potreros de pangola y de guinea, medido en producción de leche. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1967. 49 p.
72. WARKER, B. y SCOTT, G. D. Grazing experiments at Ukiriguru, Tanzania. I. Comparison of rotational and continuous grazing systems on natural pastures of hardpan soils. *East African Agricultural and Forestry Journal* 34(2): 224-234. 1968.
73. WHEELER, J. L. Experimentation in grazing management. *Herbage Abstracts* 32(1):1-7. 1962.
74. WOODWARD, T. E. The quantity of grass that dairy cows will graze. *Journal of Dairy Science* 19(6):347-357. 1936.

A P E N D I C E

Cuadro 1A. Composición de los concentrados suministrados a las vacas.

Ingrediente	Ración 1**	Ración 2***
Harina de algodón	30	--
Harina de carne	--	20
Afrecho de arroz	42	52
Harina de hueso	15	15
Sal	10	10
Urea	3	3
total	100	100
% de proteína	22.66	21.76
costo por tonelada *	Ø 797.20	Ø 709.10

* precios locales a enero de 1974.

** ración suministrada durante los períodos I y III

*** ración suministrada durante el período IV.

Nota: durante el período II se suministró una mezcla de bagazo de caña + melaza en la proporción de 3:1.

Cuadro 2A. Pesos promedios e incrementos de peso de las vacas en ordeño en los métodos de pastoreo I y II y de las vacas secas.

	Método I	Método II	Vacas Secas
Peso \bar{x} /vaca, kg	327	340	358
Incremento, kg/día	0.129	0.120	0.425

Cuadro 3A. Detalle de los costos fijos (Método I).

Detalle	Valor Inicial ¢	Vida útil (años)	Depre- ciación anual ¢	Costo Total ¢
<u>TIERRA</u> 13.5 ha	40500.00			3442.50*
<u>CONSTRUCCIONES Y MEJORAS</u>				5057.50
Sala de ordeño 48 m ²	24000.00	30	800.00	
Patios de cemento con comedero y bebedero 120 m ²	6324.00	30	210.80	
Oficina 10.5 m ²	5250.00	30	175.00	
Vivienda 60 m ²	30000.00	30	1000.00	
Bodega 160 m ²	48000.00	30	1600.00	
11.5 ha de pasturas	9273.60	8	1159.20	
1725 m de camino **	8625.00	-	--	
4026 m de cerca eléctrica **	3355.36	-	--	
1432 m de cerca perimetral**	3632.80	-	--	
567 m instalación de agua **	4728.33	-	--	
Depósito de agua	4500.00	40	112.50	
	<u>147689.09</u>		<u>5057.50</u>	
<u>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</u>				5468.71
Equipo de ordeño	9460.50	15	630.70	
Motor eléctrico 3 HP	950.00	15	63.33	
Calentador de agua	1055.00	20	52.75	
Tanque enfriamiento leche (300 gl)	38825.00	40	970.63	
Vehículo pequeño (1/2 del valor)	9500.00	5	1900.00	
Pulsador para cerca eléctrica	60.00	6	10.00	
Bomba centrífuga 5 HP	4323.00	15	288.20	
25 tarros para leche	4520.00	6	753.33	
Carreta de bueyes	2250.00	8	281.25	
Mobiliario y equipo de oficina	3877.90	-	126.45	
Herramientas (general)	2360.38	20	118.02	
2 bebederos portátiles	130.00	10	13.00	
6 estañones	150.00	5	30.00	
2 balanzas reloj	400.00	20	20.00	
Carretilla de mano	241.50	5	48.30	
2 bombas mochila para fumigar	780.00	5	156.00	
2 cubetas metálicas	67.50	10	6.75	
	<u>78950.78</u>		<u>5468.71</u>	

* el 8.5% del capital tierra.

** por tener costos de mantenimiento permanentes no se les deprecia.

continúa...

Detalle	Valor Inicial ¢	Vida útil (años)	Depre- ciación anual ¢	Costo Total ¢
<u>GANADO</u>				83.33
88 vacas a ¢ 1500.00 c/u*	132000.00	6		
2 bueyes a ¢ 2500.00 c/u**	<u>5000.00</u>	12	83.33	
	137000.00		83.33	

CAPITAL DE OPERACION

<u>Inversión en activos fijos:</u>	<u>Capital</u>	
Construcciones y mejoras	147689.09	
Equipos y herramientas	78950.78	
Ganado	<u>137000.00</u>	
	363639.87	
Capital al 8.5% anual		30909.30

<u>Capital circulante:</u>	Anual	Veces por año	Capital de Operación
Fertilizantes	10650.70	2	5325.35
Mano de obra	38096.73	52	732.63
Productos veterinarios	3502.20	6	583.70
Concentrados	6875.34	4	1718.84
Melaza	5748.75	12	479.06
Servicio técnico	7360.00	12	613.33
Energía eléctrica	3600.00	12	300.00
Materiales varios	3814.00	4	953.50
Reparación vehículo	1200.00	6	200.00
Combustibles y lubricantes	1080.00	12	90.00
Detergentes	875.00	6	145.83
Pesticidas	603.00	3	201.00
Accesorios equipo ordeño	475.00	2	237.50
Mantenimiento y reparación	4180.52	12	348.38
Semovientes	1320.00	3	440.00
			<u>12369.12</u>
Imprevistos 10%			1236.91
			<u>13606.03</u>

Capital circulante considerado como cré-
dito de avío (8% anual) 1088.48

- * El costo de producir una vaquilla de reemplazo en la finca es igual al precio promedio de venta de los desechos en el mercado, por ello no se les ha aplicado depreciación a las vacas.
** Valor de desecho de un buey ¢ 2000.00

continúa...

Detalle	Costo Total ¢
GASTOS GENERALES Y ADMINISTRACION	
Gastos de oficina (papelería, telé- fono, etc.)	800.00
Encargado finca:	
Salario	14400.00
Prestaciones sociales (18.79%)	2705.76
Impuestos:	
a) Territorial	243.00
b) Servicio de carretera	162.00
Gastos de operación del vehículo:	
a) Seguro	288.50
b) Combustibles y lubricantes	1080.00
c) Reparaciones	1200.00
TOTAL COSTOS FIJOS	
	66929.17

Cuadro 4A. Detalle de los costos variables (Método I).

Detalle	Subtotal ¢	Total ¢
FERTILIZANTES		
162 qq de nitrato de amonio	8100.00	
46 qq de la fórmula 20-10-6-5	<u>2550.70</u>	10650.70
MANO DE OBRA		
Ordeñador	6570.00	
Vaquero	5588.15	
Peón de campo	4410.00	
Peón extra (25% del normal)	<u>1102.50</u>	
	17670.65	
Prestaciones sociales (18.79%)	<u>3320.32</u>	20990.97
PRODUCTOS VETERINARIOS		
Medicamentos en general, vacunas, des- parasitadores, antisépticos, etc.		3502.20

continúa...

Detalle	Subtotal ¢	Total ¢
<u>ALIMENTOS CONCENTRADOS</u>		
400 qq de concentrado	6875.34	
845 qq de melaza	<u>5748.75</u>	12624.09
<u>SERVICIOS TECNICOS</u>		
Veterinario + ciertos tratamientos/año	1200.00	
Inseminación:		
176 servicios	1760.00	
176 ampollas	<u>4400.00</u>	7360.00
<u>ENERGIA ELECTRICA</u>		
Servicio general para toda la finca		3600.00
<u>MATERIALES VARIOS</u>		
Clavos, cemento, arena, alambre, etc.		3814.00
<u>DETERGENTES</u>		
Jabón básico	206.25	
Jabón ácido	288.75	
Cloro	<u>380.00</u>	875.00
<u>PESTICIDAS</u>		
2,4-D, Dowpon, Malatión, y Aldrín		603.00
<u>ACCESORIOS EQUIPO DE ORDENO</u>		
		475.00
<u>MANTENIMIENTO Y REPARACION DE</u>		
Edificios	1295.74	
Cercas y puertas	1119.28	
Caminos	863.00	
Depósito de agua	112.50	
Otros (instalación agua, carreta, etc.)	600.00	
Motor eléctrico	<u>190.00</u>	4180.52
<u>SEMOVIENTES</u>		
Reposición de muertes		1320.00
<u>OTROS</u>		
Fletes de:		
Fertilizantes	312.00	
Concentrados	<u>600.00</u>	912.00
TOTAL COSTOS VARIABLES		70907.48

Cuadro 5A. Detalle de los costos fijos (Método II).

Detalle	Valor Inicial Ø	Vida útil (años)	Depre- ciación anual Ø	Costo Total Ø
<u>TIERRA</u> 16.25 ha	48750.00			4143.75*
<u>CONSTRUCCIONES Y MEJORAS</u>				5334.70
Sala de ordeño 48 m ²	24000.00	30	800.00	
Patios de cemento con comedero y bebedero 120 m ²	6324.00	30	210.80	
Oficina 10.5 m ²	5250.00	30	175.00	
Vivienda 60 m ²	30000.00	30	1000.00	
Bodega 160 m ²	48000.00	30	1600.00	
14.25 ha de pasturas	11491.20	8	1436.40	
1680 m de camino **	8400.00	-	--	
1366 m de cerca eléctrica **	1084.00	-	--	
1510 m de cerca perimetral**	3775.60	-	--	
567 m instalación de agua **	4577.51	-	--	
Depósito de agua	4500.00	40	112.50	
	<u>147402.31</u>		<u>5334.70</u>	
<u>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</u>				5468.71
Equipo de ordeño	9460.50	15	630.70	
Motor eléctrico 3 HP	950.00	15	63.33	
Calentador de agua (32 gl)	1055.00	20	52.75	
Tanque enfriamiento leche (300 gl)	38825.00	40	970.63	
Vehículo pequeño (1/2 del valor)	9500.00	5	1900.00	
Pulsador para cerca eléctrica	60.00	6	10.00	
Bomba centrífuga 5 HP	4323.00	15	288.20	
25 tarros para leche	4520.00	6	753.33	
Carreta de bueyes	2250.00	8	281.25	
Mobiliario y equipo de oficina	3877.90	-	126.45	
Herramientas (general)	2360.38	20	118.02	
2 bebederos portátiles	130.00	10	13.00	
6 estaciones	150.00	5	30.00	
2 balanzas reloj	400.00	20	20.00	
Carretilla de mano	241.50	5	48.30	
2 bombas mochila para fumigar	780.00	5	156.00	
2 cubetas metálicas	67.50	10	6.75	
	<u>78950.78</u>		<u>5468.71</u>	

* el 8.5% del capital tierra.

** por tener costos de mantenimiento permanentes no se les deprecia.

continúa...

Detalle	Valor Inicial Ø	Vida útil (años)	Depre- ciación anual Ø	Costo Total Ø
<u>GANADO</u>				83.33
88 vacas a Ø 1500.00 c/u*	132000.00	6		
2 bueyes a Ø 2500.00 c/u**	5000.00	12	83.33	
	<u>137000.00</u>		<u>83.33</u>	
<u>CAPITAL DE OPERACION</u>				
<u>Inversión en activos fijos:</u>	<u>Capital</u>			
Construcciones y mejoras	147402.31			
Equipo y herramientas	78950.78			
Ganado	<u>137000.00</u>			
	<u>363353.09</u>			
Capital al 8.5% anual				30885.01
<u>Capital circulante:</u>	Anual	Veces por año	Capital de Operación	
Fertilizantes	13210.65	2	6605.33	
Mano de obra	38096.73	52	732.63	
Productos veterinarios	3502.20	6	583.70	
Concentrados	6875.34	4	1718.84	
Melaza	5748.75	12	479.06	
Servicio técnico	7360.00	12	613.33	
Energía eléctrica	3600.00	12	300.00	
Materiales varios	3814.00	4	953.50	
Reparación vehículo	1200.00	6	200.00	
Combustibles y lubricantes	1080.00	12	90.00	
Detergentes	875.00	6	145.83	
Pesticidas	747.21	3	249.07	
Accesorios equipo ordeño	475.00	2	237.50	
Mantenimiento y reparación	4180.52	12	348.38	
Semovientes	1320.00	3	440.00	
			<u>13697.17</u>	
Imprevistos 10%			<u>1369.72</u>	
			<u>15066.89</u>	
Capital circulante considerado como crédito de avío (8% anual)				1088.48

* El costo de producir una vaquilla de reemplazo en la finca es igual al precio promedio de venta de los desechos en el mercado, por ello no se les ha aplicado depreciación a las vacas.

** Valor de desecho de un buey Ø 2000.00

continúa...

Detalle		Costo Total ¢
<u>GASTOS GENERALES Y ADMINISTRACION</u>		20961.76
Gastos de oficina (papelería, teléfono, etc.)	800.00	
Encargado finca:		
Salario	14400.00	
Prestaciones sociales (18.79%)	2705.76	
Impuestos:		
a) Territorial	292.50	
b) Servicio de carretera	195.00	
Gastos de operación del vehículo:		
a) Seguro	288.50	
b) Combustibles y lubricantes	1080.00	
c) Reparaciones	1200.00	
TOTAL COSTOS FIJOS		68082.61

Cuadro 6A. Detalle de los costos variables (Método II).

Detalle	Subtotal ¢	Total ¢
<u>FERTILIZANTES</u>		
201 qq de nitrato de amonio	10050.00	
57 qq de la fórmula 20-10-6-5	<u>3160.65</u>	13210.65
<u>MANO DE OBRA</u>		
Ordeñador	6570.00	
Vaquero	5588.15	
Peón de campo	4410.00	
Peón extra (25% del normal)	<u>1102.50</u>	
	17670.65	
Prestaciones sociales (18.79%)	<u>3320.32</u>	20990.97
<u>PRODUCTOS VETERINARIOS</u>		
Medicamentos en general, vacunas, desparasitadores, antisépticos, etc.		3502.20

continúa...

Detalle	Subtotal ¢	Total ¢
<u>ALIMENTOS CONCENTRADOS</u>		
400 qq de concentrado	6875.34	
845 qq de melaza	<u>5748.75</u>	12624.09
<u>SERVICIO TECNICO</u>		
Veterinario + ciertos tratamientos/año	1200.00	
Inseminación:		
176 servicios	1760.00	
176 ampollas	<u>4400.00</u>	7360.00
<u>ENERGIA ELECTRICA</u>		
Servicio general para toda la finca		3600.00
<u>MATERIALES VARIOS</u>		
Clavos, cemento, arena, alambre, etc.		3814.00
<u>DETERGENTES</u>		
Jabón básico	206.25	
Jabón ácido	288.75	
Cloro	<u>380.00</u>	875.00
<u>PESTICIDAS</u>		
2,4-D, Dowpon, Malatión y Aldrín		747.21
<u>ACCESORIOS EQUIPO DE ORDENO</u>		
		475.00
<u>MANTENIMIENTO Y REPARACION DE</u>		
Edificios	1295.74	
Cercas y puertas	891.92	
Caminos	840.00	
Depósito de agua	112.50	
Otros (instalación agua, carreta, etc.)	600.00	
Motor eléctrico	<u>190.00</u>	3930.16
<u>SEMOVIENTES</u>		
Reposición de muertes		1320.00
<u>OTROS</u>		
Fletes de:		
Fertilizantes	387.00	
Concentrados	<u>600.00</u>	987.00
TOTAL COSTOS VARIABLES		73436.28

Cuadro 7A. Costo total anual de alimentación.

Item	Método I ¢	Método II ¢
<u>Variables</u>		
Fertilizantes	10650.70	13210.65
Mano de obra	5675.19	5675.19
Mantenimiento varios	1531.78	1191.92
Alimento concentrado	12624.09	12624.09
Fletes	912.00	987.00
Pesticidas	603.00	747.00
<u>Fijos</u>		
Depreciación pradera	1159.20	1436.40
Interés/capital circulante	636.88	740.86
Parte proporcional administración	4621.44	4703.94
Total por alimentación	<u>¢ 38414.28</u>	<u>¢ 41317.26</u>
Costo total *	102396.28	105284.78
Alimentación, % del total	37.52	39.24
Costo de alimentación/lt	0.26	0.28

* Sin incluir los intereses por capital invertido.