

**EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE MORERA (*Morus alba*)
COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CONCENTRADO
EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE
DEL HATO DE LA FINCA LA ESMERALDA DEL ITCR,
EN SANTA CLARA, SAN CARLOS.**

NATALIA MORA CASTRO

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2006

**EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE MORERA (*Morus alba*)
COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CONCENTRADO
EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE
DEL HATO DE LA FINCA LA ESMERALDA DEL ITCR,
EN SANTA CLARA, SAN CARLOS.**

NATALIA MORA CASTRO

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía
para obtener el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2006

**EFFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE MORERA (*Morus alba*)
COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CONCENTRADO
EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE
DEL HATO DE LA FINCA LA ESMERALDA DEL ITCR,
EN SANTA CLARA, SAN CARLOS.**

NATALIA MORA CASTRO

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Wilfrido Paniagua Madrigal, M.G.A.

Asesor

Ing. Agr. Jorge Camacho Sandoval, PhD.

Jurado

Ing. Agr. Gilda Muñoz Gomez, Lic.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE.

Coordinador
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Olger Murillo Bravo, MSc.

Director
Escuela de Agronomía

2006

DEDICATORIA

**A Dios Todopoderoso
A mis padres**

AGRADECIMIENTO

A papi y mami, por permitirme vivir la experiencia de estudiar.

A Karina y Daniela, por existir.

A la Dr. Jana Rojas, microbióloga del Laboratorio de Aseguramiento de Calidad de la Cooperativa de Productores de leche Dos Pinos R.L., por su colaboración a lo largo de este proyecto.

A la Lic. Aida Arce de Coope Lechero, por el aporte económico realizado al I.T.C.R. para realizar la compra de animales utilizados en este proyecto.

Al Ing. Wilfrido Paniagua por todas sus enseñanzas.

Al Dr. Jorge Camacho por su dedicación y apoyo.

Al personal de la Lechería del I.T.C.R: Sergio, Juan, Marvin, Efraín y Deiby por todas sus historias y su valioso trabajo.

A Jhonatan y Karla por estar ahí siempre.

A todas las personas que no menciono y que de alguna forma colaboraron con la conclusión de este proyecto, gracias!.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
TABLA DE CONTENIDOS	iii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
1.2 Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Alimentación de vacas lecheras.....	3
2.2 Sistemas silvopastoriles.....	4
2.3 Bancos forrajeros.....	5
2.4 Aspectos generales de la morera (<i>Morus alba</i>)	6
2.5 Características nutricionales de la morera (<i>Morus alba</i>).....	7
2.6 Usos de la morera (<i>Morus alba</i>) en producción bovina.....	8
2.7 Factores que afectan el consumo de alimento.....	10
2.7.1 Estrés calórico	10
2.7.2 Calidad de forrajes.....	12
2.7.3 Curva de producción de leche	12
2.8 Calidad de la leche.....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Localización del estudio.....	14

3.2	Definición de la población y de las muestras	16
3.2.1	Selección del grupo experimental.....	16
3.2.2	Estrategia de alimentación.....	17
3.2.2.1	Fuentes de alimento	17
3.2.2.2	Horario de alimentación.....	21
3.2.2.3	Manejo de los animales según tratamiento.....	21
3.2.3	Período experimental.....	22
3.3	Definición del diseño experimental.....	23
3.4	Modelo estadístico	24
3.5	VARIABLES EVALUADAS.....	25
3.5.1	Consumo de morera (kg/día).....	25
3.5.2	Producción de leche (kg/día).....	25
3.5.3	Calidad nutricional de la leche (%)	25
3.6	Análisis de la información	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1	Consumo de morera	28
4.2	Producción de leche.....	29
4.3	Calidad nutricional de la leche	31
4.3.1	Sólidos Totales	31
4.3.2	Porcentaje de Grasa.....	32
4.3.3	Porcentaje de Proteína	33
4.3.4	Porcentaje de Lactosa	35
5.	CONCLUSIONES.....	36
6.	RECOMENDACIONES	37
7.	BIBLIOGRAFIA.....	38
8.	ANEXOS.....	42

LISTA DE CUADROS

Número	Título	Página
1.	Materia Seca y disponibilidad de forrajes en apartos dispuestos para pastoreo en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.....	18
2.	Actividades diarias realizadas para el grupo experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.	21
3.	Cronograma de actividades para los animales en estudio durante la Fase Experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.....	23
4.	Resultados obtenidos al someter vacas lecheras en producción a diferentes niveles de concentrado y consumo libre de morera fresca en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.....	27

LISTA DE FIGURAS

Número	Título	Página
1.	Curva normal de lactancia.....	13
2.	Niveles de temperatura presentes durante la fase experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.	14
3.	Niveles de humedad relativa presentes durante la fase experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.	15
4.	Niveles de precipitación presentes durante la fase experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.	15
5.	Croquis de la distribución de apartos en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.....	18
6.	Dosis de concentrado para cada animal en estudio en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.....	19
7.	Plantación, cosecha y picadura de la planta de Morera en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.	20
8.	Ubicación de los animales al consumir la morera en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.....	22
9.	Croquis de la distribución de tratamientos en el experimento	24
10.	Consumo de morera de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.....	29

11. Producción de leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.....	30
12. Porcentaje de Sólidos Totales presentes en la leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.	32
13. Porcentaje de Grasa presente en la leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.	33
14. Porcentaje de Proteína presente en la leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.	34
15. Porcentaje de Lactosa presentes en la leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.	35

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el uso de la morera (*Morus* sp) fresca como sustituto parcial del alimento concentrado en vacas productoras de leche, se realizó un experimento durante 56 días en la lechería de Finca La Esmeralda del I.T.C.R en Santa Clara, San Carlos, donde se midieron: el consumo de morera, producción de leche y calidad de la leche. Se utilizaron 12 vacas productoras entre los 66 y 220 días de lactancia, ubicadas en las instalaciones de la lechería, consumiendo morera y pastoreando arachis y gramíneas, asignadas a un diseño de cuadrado latino 4 x 4 repetido 3 veces. Se evaluaron los siguientes tratamientos: relación producción:concentrado 3:1 sin la adición de morera, 4:1, 3:1 y 2:1 más la adición de morera a libre consumo.

Los resultados indican que el consumo voluntario de morera no se ve afectado por la cantidad de concentrado ofrecida a los animales ($p < 0,005$). Tampoco existen diferencias significativas ($p < 0,005$) en cuanto a la producción de kg de leche al bajar los niveles de concentrado de una relación 3:1 (producción:concentrado) a una relación 4:1 si se ofrece morera picada a libre consumo. La producción de leche de los animales aumenta significativamente ($p < 0,005$) al ofrecer concentrado en una relación 2:1 (producción:concentrado) y morera a libre consumo. La calidad nutricional de la leche se ve afectada solamente para el porcentaje de proteína al disminuir los niveles de concentrado y ofrecer morera. Los niveles de sólidos totales en general, porcentaje de grasa y porcentaje de lactosa no presentaron diferencias significativas.

Palabras claves: vacas productoras, consumo de morera, producción de leche, calidad de la leche.

ABSTRACT

With the purpose of evaluating the use of morera (*Morus sp*) fresh like partial substitute of the food concentrated in producing milk cows, an experiment was made during 56 days in the dairy of finca La Esmeralda of the I.T.C.R in Santa Clara, San Carlos, where they were moderate: consumption of morera, milk production and quality of milk. 12 producing cows that were between the 66 and 220 days of lactancy, located in the facilities of the dairy for the morera consumption and in fields of arachis and gramíneas, assigned to a design of Latin Square were used 4 xs 4 repeated 3 times. The following treatments were evaluated: relation production: concentrated 3:1 without the addition of morera, 4:1, 3:1 and 2:1 plus the addition of morera to free consumption. The results indicate that the voluntary consumption of morera is not affected by the concentrated amount of offered to the animals ($p < 0,005$). Significant differences ($p < 0,005$) as far as the production of kg of milk when lowering do not exist the levels of concentrated of a 3:1 relation (production: concentrated) to a 4:1 relation if pricked morera is offered to free consumption.

The milk production of the animals in increases significantly ($p < 0,005$) when offering concentrated in a 2:1 relation (production: concentrated) and morera to free consumption. The nutritional quality of milk, to protein levels is affected when diminishing the levels of concentrated and to offer morera. The total solid levels in general, percentage of fat and percentage of lactose did not display significant differences.

Key words: producing milk cows, consumption of morera, milk production, quality of milk.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la alimentación de vacas productoras lecheras del Trópico Húmedo se basa en el consumo de forrajes, los cuales, dadas las limitantes que presenta el ambiente físico, son de baja calidad y poca digestibilidad. (Lobo 2001).

Aunque el recurso forrajero presenta un rápido crecimiento, posee poco valor nutritivo, ya que está formado en su mayoría por lignina y fibra, lo que los hace menos digestible. Esto aunado a las altas temperaturas y niveles de humedad que se presentan en el Trópico Húmedo, llevan a los animales a tener una mayor sudoración y un menor consumo de materia seca de manera que pierden el apetito sin estar aún satisfechos (Lobo 2001), provocando una alimentación deficiente que no permite la expresión de todo el potencial productivo.

Lo anterior hace que exista una dependencia del suministro de concentrados en la dieta de los animales; concentrados que en su mayoría están constituidos por materias primas importadas, lo que eleva los costos en las explotaciones ganaderas.

En la búsqueda de sistemas de producción pecuaria sostenibles y como respuesta a la problemática anterior, se hace necesario investigar otras alternativas de suplementación con base en distintas fuentes de alimento, dentro de las cuales la morera (*Morus alba*) por su alto contenido proteico que varía entre 14% y 22% de proteína cruda en la materia seca (Piccioni 1970 citado por Boschini 2001), si es adicionada a la dieta bovina de manera estratégica podría ofrecer grandes posibilidades en el Trópico Húmedo, tanto productivas, económicas como ecológicas. En consecuencia el presente trabajo plantea los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento productivo de la lechería La Esmeralda del Instituto Tecnológico de Costa Rica al ofrecer morera (*Morus alba*) como sustituto parcial del concentrado al hato en producción.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Medir el consumo de morera según la cantidad de concentrado ofrecido a los animales.
- Analizar el efecto en los niveles de producción de leche de los animales en estudio al ofrecerles diferentes niveles de concentrado y morera *ad libitum* dentro de su alimentación.
- Analizar el efecto en la calidad nutricional de la leche luego de alimentar a los animales con la cantidad de concentrado propuesta y morera *ad libitum*.

1.2 Hipótesis

- No existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de producción y la calidad de la leche al sustituir una cantidad determinada de concentrado por morera *ad libitum*.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

En nuestro país como en otros países del Trópico Húmedo, se cuenta con una gran variedad de especies forrajeras que poseen altos contenidos de nutrimentos principalmente en su follaje y que son capaces de producir una gran cantidad de materia seca por unidad de área (Benavides y Reed 1991 citados por Benavides et al 2004), lo cual da la posibilidad al productor de ganado de leche de utilizar estas fuentes forrajeras como suplemento en la dieta de los animales para disminuir la dependencia que se tiene de concentrados hechos a base de materiales importados.

2.1 Alimentación de vacas lecheras

En el Trópico Húmedo la alimentación de bovinos se basa en el consumo de pastos, debido a que constituyen la opción más barata y abundante para proporcionar nutrientes. Es conocido que los pastos tropicales no presentan suficientes niveles de proteína y energía que garanticen una alta producción de leche (Romero et al 1993).

Las gramíneas forrajeras representan la mayor parte de los pastos utilizados en la alimentación de ganado, estas presentan fluctuaciones, durante el año, en calidad y disponibilidad, debido al clima característico de los Trópicos, lo que hace que no se puedan cubrir en forma constante los requerimientos de los rumiantes en producción. La deficiencia de nutrientes existente en las dietas basadas solamente en forrajes se corrige a través de la suplementación energética y / o proteica (Medina 1988).

La manera más común de ofrecer los suplementos es a través de concentrados que generalmente son hechos a partir de materias primas

importadas de países desarrollados, esto aumenta los costos de producción y reduce su utilización a sistemas ganaderos más extensivos, pues es poco viable para pequeños y medianos productores agropecuarios (Preston y Leng, 1989 citados por Oviedo, 1995)

Actualmente la ganadería debe enfocar sus sistemas de producción y alimentación hacia la eficacia, procurando aplicar modelos que utilicen los recursos naturales de manera racional y que den resultados satisfactorios (Castro y Benavides, 1994 citados por Boschini, Dormond y Castro, 1999) con la menor utilización de insumos externos posible.

2.2 Sistemas silvopastoriles

Una alternativa eficiente para la producción de biomasa comestible son los sistemas silvopastoriles, de manera que se utilicen especies adecuadas que fijen el nitrógeno de la atmósfera y que contengan un valor nutritivo apropiado para la buena alimentación de los animales (Preston y Leng 1989, citados por Oviedo 1995), además de disminuir el impacto que provoca un sistema de producción de leche sobre los recursos naturales y el ambiente. (Bolívar 2004)

Los sistemas silvopastoriles son sistemas de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, buscando la eficiencia productiva de las actividades pecuarias para desarrollarse con éxito en el ambiente económico tan competitivo que se presenta actualmente (Mahecha 2003).

2.3 Bancos forrajeros

Un banco de proteínas es un área de terreno o potrero destinado al uso exclusivo de una especie vegetal rica en proteínas, la cual puede ser usada mediante un pastoreo controlado o cosecharse mediante prácticas de cortes (Sánchez 2004).

Sin embargo, resulta más adecuado hablar de bancos forrajeros, porque es necesario conservar tanto proteína como energía y para esto pueden existir otras plantas que no son leguminosas y que pueden jugar un papel importante en la oferta de forraje en las épocas de escasez (Camero 1995).

Para la implantación de este sistema se requiere de especies de alta producción de materia seca, un buen desenvolvimiento durante la época seca y que garantice una buena calidad tanto química como física en el forraje. (Sánchez 2004)

Existen varias fuentes forrajeras que proporcionan gran cantidad de nutrientes a los animales que los consumen, tal es el caso de *Morus alba* conocida en Costa Rica como morera. La Morera (*Morus* sp) es un ejemplo de una planta utilizada en Centroamérica como fuente de alimento forrajero en los sistemas de producción de bovinos y caprinos de leche, suministrando a los animales las ramas picadas (Boschini 2000). Esta planta por su alto contenido proteico brinda una excelente alimentación al ganado, ofreciéndole los nutrientes que necesita, principalmente proteína, además de sus características de corte y acarreo, así como la ventaja que posee de reproducirse asexualmente por estaca lo cual facilita su establecimiento (González 1996).

Por las características detalladas anteriormente, es ideal para plantarla en las zonas aledañas a los establos. Esto facilita el transporte del material para suministrarlo a los animales al momento del ordeño o en la fase de cría y permite

hacerle un abonamiento fácil y económico con el material resultante del lavado del establo (González 1996)

2.4 Aspectos generales de la morera (*Morus alba*)

Originario de Asia, el árbol de morera perteneciente al orden de las Urticales, familia Moraceae y género *Morus*, se ha adaptado a la Zona Tropical de Centroamérica de manera excelente (Benavides 1995. Benavides et al. 1994; Rodríguez et al. 1994; Boschini, et al. 1998 citados por Boschini et al. 1999).

Del Género *Morus* se conocen más de 30 especies y alrededor de 300 variedades. Las especies más conocidas *Morus alba* y *Morus nigra*, parecen tener su origen al pie del Himalaya. Tradicionalmente el árbol de morera se utiliza para la alimentación del gusano de seda (Benavides 1995).

Benavides (1995) describe la morera de la siguiente manera:

“Planta de porte bajo con hojas verde claro brillosas, venas prominentes blancuzcas por debajo y con la base asimétrica. Sus ramas son grises o gris amarillentas y sus frutos son de color morado o blanco, dulces y miden de 2 a 6 cm de largo.”

Se adapta bien a temperaturas entre 18 y 38 °C, precipitación de 600 a 2500 mm y humedad relativa de 65 a 80%. Se ha trabajado desde el nivel del mar hasta 4000 metros. Se reproduce por estaca, semilla, acodo injerto. En general tolera una gran diversidad de suelos y responde a la fertilización pero principalmente con abonos orgánicos. Las densidades de siembra recomendadas son de 30000 plantas/ha para cortarla a alturas menores de 70 cm ; de 7000 a 12000 plantas/ha, cuando se va a cortar entre 70 y 170 cm y de 2250 a 6000

plantas/ha cuando se va a cortar a alturas mayores a 170cm (Benavides et al, 1994).

Para utilizar la morera en alimentación de animales se debe efectuar el primer corte 12 meses después de establecida la plantación y si la fertilización es adecuada, la frecuencia de poda es cada 3 meses en zonas húmedas (Benavides 1995) momento en el cual presentan un mejor aprovechamiento ruminal, (Boschini 2001) y cada 4 meses en zonas secas (Benavides 1995).

Se han reportado producciones de 2.32 kg de MS/planta/año con cortes a 50 cm de altura. Con podas a 1 metro, la producción disminuyó a 2.16 kg/planta; sin embargo la producción de MS de hojas fue de 1 Kg. de MS/planta/año, para las dos alturas de corte. Con cortes cada 60, 120 y 180 días la producción de MS total fue de 1.64, 2.17 y 2.86 kg/planta/año respectivamente. (Benavides et al, 1994).

2.5 Características nutricionales de la morera (*Morus alba*)

El follaje de la morera tiene un excelente valor nutricional debido a sus altos niveles de proteína, estos varían de 14 a 22 % en la materia seca (MS). (Piccioni 1970 citado por Boschini 2000), y de digestibilidad in vitro de 79% para MS y 89% para proteína cruda (Jegout et al. 1991 citados por Benavides et al. 2004) que lo hacen comparable a los valores de los concentrados comerciales para vacas lecheras (Benavides 1995 y Romero et al. 1993).

El valor bromatológico de la morera radica especialmente en la hoja. Sin embargo, por ser una planta arbustiva, el suministro de la biomasa representa un aspecto importante para el mejor aprovechamiento en la alimentación animal (Boschini et al. 1999). Las variaciones en la composición bromatológica son

producto de la edad del material, la posición de las hojas en la rama y el nivel de fertilización (Benavides 1995).

La morera dada como suplemento para rumiantes puede estimular la producción de leche y la ganancia de peso. Puede ser utilizada fresca o bien ensilada ya que muestra patrones de fermentación de tipo láctico y poca disminución en sus niveles de proteína cruda y digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS) (Romero et al. 1993).

2.6 Usos de la morera (*Morus alba*) en producción bovina

Un estudio realizado por Boschini et al. (1999) indica que la morera es un excelente alimento para el ganado de producción lechera, según los resultados obtenidos en cuanto a proteína cruda y pared celular de la hoja de este árbol, así como la proporción de los carbohidratos y la acumulación de cenizas para el caso del tallo, los análisis determinan que su composición es muy similar a las gramíneas tropicales. Boschini, et al. (1999), reportan que se puede suministrar la morera tanto en fresco como incorporada en forma seca dentro de una dieta balanceada.

Un estudio realizado por Benavides (1995) indica que se puede suministrar entre el 1 y el 1,5 % del peso corporal de follaje de morera en base seca a vacas con una producción de 15 kg o menos, llegando a reemplazar por completo el uso de concentrado comercial.

Oviedo (citado por Benavides et al. 2004) comenta que en el Trópico Húmedo se utilizó morera como suplemento para vacas en pastoreo y la producción de leche (13 kg/animal/día) no presentó diferencias significativas al compararla con la alimentación con concentrado comercial.

Un estudio realizado por Oviedo (citado por Romero et al. 1993) concluye al comparar la morera con el concentrado en diferentes dosis a iguales niveles de consumo de MS que los animales alimentados con morera no bajaron los niveles de producción de leche ni se afectó el contenido de grasa, proteína y sólidos totales de esta, pero si mejoró el beneficio neto en comparación con el concentrado.

En un estudio en Coronado, Costa Rica (Benavides et al., consultado en línea, octubre, 2004) no se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la producción de leche, ni en su calidad, por efecto de la sustitución de morera por concentrado en niveles de sustitución según la relación en porcentajes 65/35 y 35/65 de concentrado/morera. En ese mismo estudio al hacer el análisis parcial de los ingresos y los costos, considerando sólo los gastos de alimentación, se indica un mayor ingreso neto y una mejor relación beneficio/costo por animal al reemplazar parte del concentrado por morera en la relación porcentual 35/65 concentrado/morera.

Boschini (2000) expresa: “La adición de morera en la alimentación de animales que consumen dietas basadas en forrajes de gramíneas, ayudará a disminuir la concentración de fibra e incrementará el contenido de proteína y minerales que enriquecen la dieta consumible de los animales. Esto mejorará la cantidad de materia seca consumida diariamente”.

Oviedo (1995) al comparar el follaje de morera con el concentrado, como suplemento a vacas en pastoreo, encontró una producción de leche similar (13.2 y 13.6 Kg./día respectivamente) a iguales niveles de consumo de MS para cada suplemento (1% del peso vivo) y muy superior al obtenido con solo pastoreo (11.3 Kg./día).

Se han obtenido ganancias de 100 gr/animal/día en corderos alimentados con niveles crecientes de morera. Así mismo se han logrado ganancias de 300

gr/animal/día en novillos suplementados con planta entera de morera a razón de 1.5% de MS con relación a su peso vivo (Benavides et al, 1994).

2.7 Factores que afectan el consumo de alimento

En el transcurso de la lactancia, las vacas experimentan una serie de cambios fisiológicos, hormonales y físicos, los cuales determinan que sus necesidades nutricionales sean cambiantes en el tiempo, y las posibilidades de satisfacerlas se encuentran limitadas por la capacidad de consumo que posea el animal y por las características de la ración (Lobo 2001).

2.7.1 Estrés calórico

Las condiciones climáticas afectan al animal, pudiendo ser éstas negativas (concepto de estrés) disminuyendo la eficiencia productiva de los animales. Las temperaturas extremas y sus variaciones bruscas son las que más daño producen al animal, siendo la combinación de alta temperatura y humedad la más perjudicial (Mujica 2003).

Algunos de los efectos más importantes del estrés calórico en los animales mencionados por Mujica (2003) son :

- Crecimiento del ritmo respiratorio (>80 pulsaciones/minuto), provocando pérdida de saliva y como consecuencia acidosis en panza. Lo normal son 50 pulsaciones/ minuto.
- Se incrementa por encima de los 39 °C la temperatura corporal.
- Incremento de las necesidades de agua, incluso pueden llegar a duplicarse en situación de estrés severo.
- El ganado suda más con objeto de refrigerarse.

- Decrece la ingestión de alimentos, limitándose la actividad del rúmen con objeto de no producir más calor endógeno.
- Disminuye la producción de leche.

A partir de los 25 °C se pueden apreciar los efectos del calor en la producción lechera de las vacas. No obstante hay que tener en cuenta también la humedad relativa del aire. A igualdad de temperatura con humedad relativa más alta se incrementa el estrés calórico en el ganado; altas humedades relativas dificultan la evaporación del sudor de los animales y por lo tanto su refrigeración (Mujica 2003).

Mujica (2003) menciona la existencia de un índice compuesto que relaciona la temperatura ambiental y la humedad relativa del aire, denominado ITH que nos indica cuándo se produce el estrés calórico en función de los parámetros ya mencionados.

$$ITH = 0,81 \cdot T^a + HR \cdot (T^a - 14,4) + 46,4$$

Donde:

T^a= Temperatura ambiental

HR= Humedad relativa expresada en forma decimal

Según los rangos de ITH (Hahn 1999 citado por Mujica 2003) se conoce el nivel de estrés calórico que están sufriendo las vacas lecheras:

ITH ≤ 74	No estrés calórico
ITH = 75- 79	Leve estrés calórico
ITH = 80 – 83	Estrés calórico medio
ITH ≥ 84	Estrés calórico grave

2.7.2 Calidad de forrajes

La calidad de los forrajes se mide normalmente por la digestibilidad que presentan la cual está dada en función de la cantidad y calidad de fibra que posea el forraje. Así es que a mayor contenido de fibra y a menor calidad de la misma, menor será la digestibilidad del forraje. Por lo general, cuanto mayor sea el contenido de fibra neutro detergente (FDN) (pared celular) de un forraje menor será su digestibilidad. Pero esto no siempre es así ya que la digestibilidad de la pared celular dependerá del grado de lignificación de la misma. De tal forma que su digestibilidad estará determinada por la cantidad de fibra ácido detergente (FDA) y de lignina que posea. A mayor fibra en detergente ácido y a mayor lignina, menor será la digestibilidad del material. De esta manera se puede explicar la correlación estadística existente entre el contenido de FDA y la digestibilidad (Bassi 2004).

2.7.3 Curva de producción de leche

La figura 1 muestra el ciclo de lactancia, éste comienza con un parto de la vaca, la cuál durante los primeros cinco o seis días da leche con calostro, motivo por el cuál esta leche no es utilizada para la producción lechera diaria. Luego de once meses de producción aproximadamente la vaca entra en un estado de “vaca seca” donde ya no es conveniente ordeñar al animal, sea porque no está dando la cantidad apreciable de leche o para prepararla para el nuevo parto. Los tiempos que se presentan en el ciclo de lactancia graficado son los tiempos óptimos determinados según estudios de profesionales en la materia, los cuales también son referencias y objetivos para la mejor productividad de las vacas, pero no implica que en todos los casos estos se cumplan. A los dos meses de “secada” la vaca tendrá un nuevo parto y va a comenzar un nuevo ciclo de lactancia, de esta manera tiene 60 días para descansar y recuperarse la ubre de la lactancia anterior.

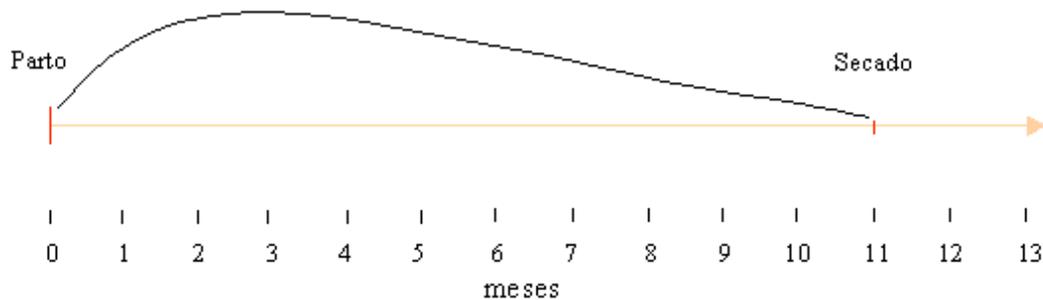


Figura 1. Curva normal de lactancia.

2.8 Calidad de la leche

La alimentación (tipo, calidad, cantidad, equilibrio de la dieta) afecta directamente la calidad físico-química de la leche. A su vez, la concentración y el equilibrio entre los componentes químicos definen dos aspectos importantes de la aptitud tecnológica de la leche: el rendimiento industrial y la calidad organoléptica de los productos. Consecuentemente, una alimentación adecuada a los requerimientos de los animales es un requisito indispensable para el logro de una leche y productos de calidad (Taverna 2002).

Oviedo (1995) indica que el uso de morera no afectó el contenido de grasa, proteína y sólidos totales de la leche pero sí mejoró el beneficio neto en comparación con el concentrado (US\$ 3.29 vs 2.84 respectivamente).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del estudio

El estudio se realizó en la lechería del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ubicada en la localidad de Santa Clara, distrito Florencia, cantón de San Carlos en la provincia de Alajuela. A una altura de 160 m.s.n.m. y 10° 20' latitud norte y 84° 32' longitud oeste.

La fase experimental comprendió del 5 de setiembre al 31 de octubre del año 2005, durante este tiempo la temperatura se mantuvo en un rango entre 25,04 a 27,03°C (Figura 2. Estación meteorológica. I.T.C.R.), dando una temperatura media de 26,04°C.

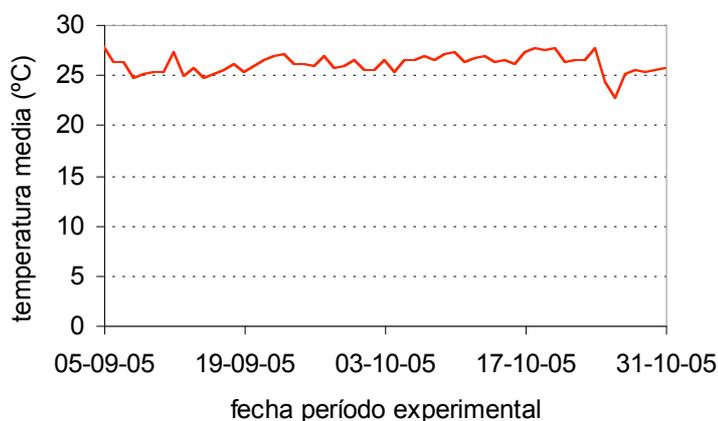


Figura 2. Niveles de temperatura presentes durante la fase experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

La humedad relativa mantuvo un promedio de 87,61%, mantuvo niveles más constantes al inicio de la fase experimental, mientras que para el último período del experimento presentó niveles que fluctuaron entre los 69% y 97% (Figura 3. Estación meteorológica. I.T.C.R.). La precipitación promedio fue de 9,17 mm por día, teniendo como mínimo 0 mm debido a que en varios días no se presentó precipitación y un máximo de 78 mm. (Figura 4. Estación meteorológica. I.T.C.R.)

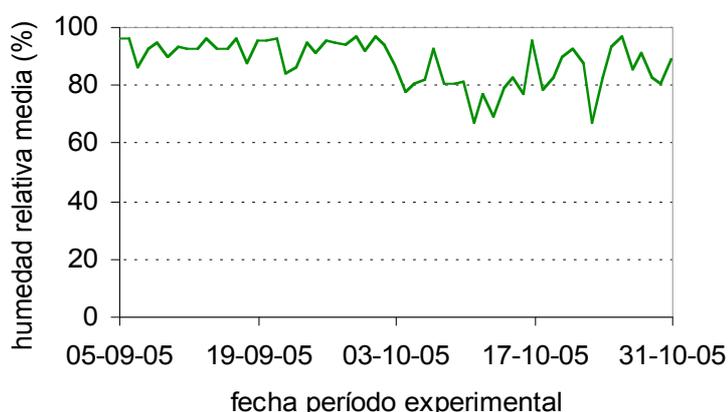


Figura 3. Niveles de humedad relativa presentes durante la fase experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

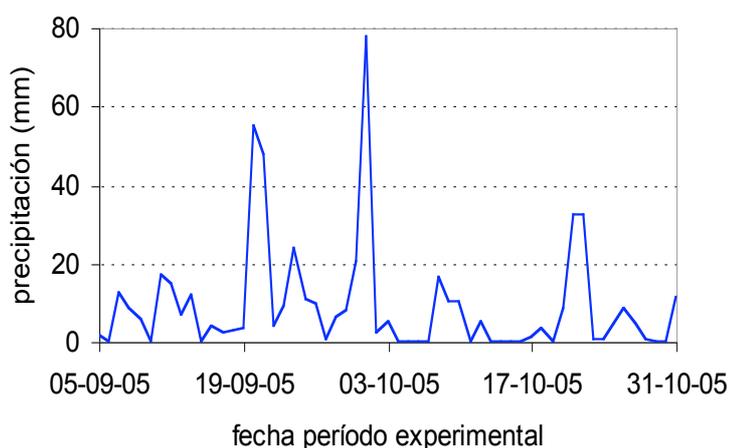


Figura 4. Niveles de precipitación presentes durante la fase experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

3.2 Definición de la población y de las muestras

El hato de la Lechería del ITCR contó a la fecha en que se realizó el experimento con setenta y cinco animales, de los cuales treinta y dos vacas se encontraban en producción y el resto eran animales improductivos (reemplazos y vacas secas).

3.2.1 Selección del grupo experimental

Para realizar este trabajo se utilizaron doce vacas en producción, ubicadas en tres grupos (cuadrados) de cuatro vacas cada uno, seleccionadas de manera tal que se presentara la mayor homogeneidad posible dentro de los grupos. Se consideraron varios aspectos para la escogencia de los animales como fueron:

- **Edad de lactancia:** Del hato total se eligieron los animales que estuvieran entre los 62 y 220 días después del parto (ddp) (Anexo 3), este fue el primer parámetro de selección que se utilizó para separar a los doce animales en tres grupos o cuadrados (Figura 1).
- **Glándula mamaria:** Cada animal seleccionado debió presentar una glándula mamaria en estado normal, para tal efecto se hizo una inspección visual con el propósito de elegir los animales con glándulas totalmente funcionales (todos sus cuartos en excelente condición). Se verificaron los niveles generales del hato de células somáticas como indicador de salud de la ubre. (Anexo 2) y se corrió además la prueba California para detectar mastitis (Anexo 3).
- **Raza:** Los animales utilizados provenían de cruces entre razas lecheras. Jersey, Holstein y Guernsey. Para homogenizar, se procuró mínimas diferencias entre grupos tratando de que cada grupo estuviera compuesto por las diferentes razas de los 12 escogidos (Anexo 3).

- **Tamaño:** Se adecuaron los grupos para que estuvieran compuestos por animales de distintos tamaños pero que las diferencias entre grupo fueran mínimas (Anexo 3).
- **Número de partos:** El último parámetro de selección fue el número de partos, cada uno de los animales seleccionados debió encontrarse entre uno y tres partos (Anexo 3).

3.2.2 Estrategia de alimentación

El grupo seleccionado fue sometido a un cambio de rutina en cuanto a su alimentación, pastoreo e incluso el ordeño.

3.2.2.1 Fuentes de alimento

La alimentación de los animales se basó en tres fuentes: el pastoreo en apartos de gramíneas y arachis, el concentrado comercial y la morera.

- **Gramíneas y Arachis**

Se realizó un muestreo general en cada apto, se tomaron 8 submuestras de 0,25 m², antes del primer día de pastoreo a ras de suelo, para determinar la composición botánica general de los potreros y otras 8 submuestras de 0,25 m² después del tercer día de pastoreo para determinar la disponibilidad de materia verde. (Cuadro 1)

Los análisis realizados por la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, R.L. (Anexo 5) reflejan niveles de proteína cruda (PC) para el arachis de 15,40%. Los niveles reportados de PC para gramíneas en general y morera fueron 13,25 y 11,30% respectivamente.

Cuadro 1. Materia Seca y disponibilidad de forrajes en apartos dispuestos para pastoreo en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

Forraje	% Materia Seca	Consumo de materia verde (kg/animal/día)
Arachis	15,99	11.99
Estrella	24,82	6.74
Gamalote	21,12	8.58
Ratana	18,86	5.12
Total	80,79	32.43

Los animales entraron a comer a cada apto de 2500 m² tres días consecutivos, de manera que por día tenían disponibilidad de forraje en 5000 m², así se garantizó que cada animal tuviera un área disponible de forraje de 139 m² por día en promedio. En la Figura 5 se muestra la ubicación de los apartos de gramíneas y arachis dentro de la Finca.



Figura 5. Croquis de la distribución de apartos en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

- **Concentrado**

La fuente de suplementación o concentrado que se utilizó fue Perfecta # 1, concentrado formulado por la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. (Anexo 1).

Del total de concentrado dispuesto para cada vaca, 300 g se ofrecieron sobre la morera y el resto se dividió en 2 porciones, para ofrecer el 50% en la mañana y el 50% en la tarde, durante los ordeños.

La cantidad de concentrado ofrecida por animal estuvo en función de la producción de leche y de acuerdo a los tratamientos establecidos. Las dosis fueron pesadas utilizando una balanza y fueron ajustadas por animal en cada período (Figura 6A), quedaban listas el día anterior a su consumo (Figura 6B).

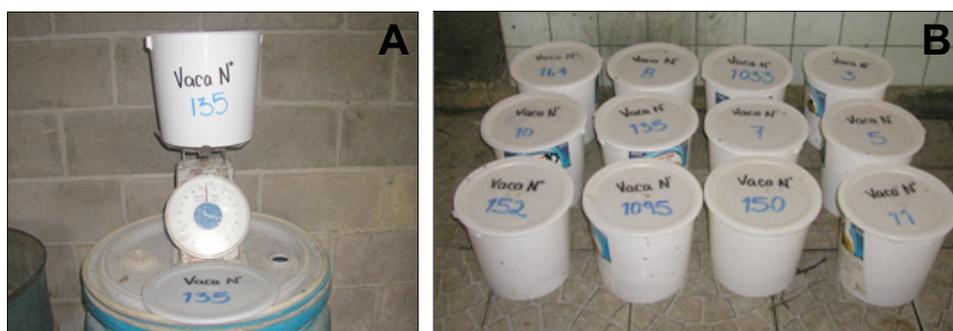


Figura 6. Dosis de concentrado para cada animal en estudio en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

- **Morera**

El material utilizado se tomó de la plantación ubicada al lado de la lechería de la Finca la Esmeralda, tenía alrededor de dos años de establecida, presentaba una densidad de 25 000 plantas por hectárea, con una distribución de cuarenta cm entre plantas y de un m entre hilera (Figura 7A). La morera fue cortada a una edad de rebrote de dos meses, a nivel de ramas secundarias, aproximadamente a un centímetro del tronco principal (Figura 7B). Se picó todo el material junto (hojas y tallos), para tal efecto se utilizó una picadora eléctrica (Figura 7C) con la cual se obtenían trozos de tallos de no más de dos centímetros (Figura 7D). Las labores

se realizaron el mismo día en que se ofreció la morera, de lunes a sábado, este último día se dejaba cortada la morera que se picaría y ofrecería los domingos. La morera fue ofrecida *ad libitum* individualmente en los cepos o en los comederos según el animal por espacio de 75 minutos, antes del ordeño de la tarde.



Figura 7. Plantación, cosecha y picadura de la planta de Morera en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

3.2.2.2 Horario de alimentación

En el Cuadro 2 se detallan las actividades diarias realizadas por el grupo de animales en estudio.

Cuadro 2. Actividades diarias realizadas para el grupo experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

Hora	Actividad
3:30 am a 4:30 am	Traslado a la Lechería para efectuar ordeño y suministro de concentrado (50%)
4:30 am a 11:00 am	Pastoreo en áreas de Arachis
11:00 am a 12:30 md	Traslado a lechería para efectuar consumo de morera y 300 g de concentrado.
12:30 md a 1:30 pm	Ordeño y suministro de concentrado (50%)
1:30 pm a 1:30 am	Pastoreo en áreas de Gramíneas.

3.2.2.3 Manejo de los animales según tratamiento.

En cada período, un grupo de cuatro animales no consumía morera, por lo que permanecía en el repasto, del resto de animales, dos eran colocados en los comederos destinados para el ordeño (Figura 8A) y los otros seis animales eran ubicados en los cepos individuales, ubicados dentro de las instalaciones de la lechería, a una distancia de 3 metros entre sí aproximadamente, donde consumían la morera (Figura 8B)



Figura 8. Ubicación de los animales al consumir la morera en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

Para aplicar los diferentes tratamientos los animales escogidos fueron identificados con pintura de diferentes colores, de manera que se asignó un color a cada tratamiento, esto facilitó el manejo de los animales.

3.2.3 Período experimental

La fase de campo se dividió en cuatro períodos, cada uno de 14 días, de los cuales los primeros siete días fueron de adaptación a la dieta y los siguientes siete días de recolección de datos. (Cuadro 3)

Cuadro 3. Cronograma de actividades para los animales en estudio durante la Fase Experimental en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

Período	Fase Experimental	
	Fase de adaptación	Toma de datos
I	del 5 al 11 de setiembre	del 12 al 18 de setiembre
II	del 19 al 25 de setiembre	del 26 de setiembre al 2 de octubre
III	del 3 al 9 de octubre	del 10 al 16 de octubre
IV	del 17 al 23 de octubre	del 24 al 30 de octubre

3.3 Definición del diseño experimental

El experimento se realizó utilizando un diseño de cuadrado latino 4 x 4 repetido 3 veces, con el propósito de incrementar los grados de libertad para la estimación de la varianza del error experimental (Kuhel 2000). Los criterios de bloqueo fueron los periodos y los animales, distribuidos en grupos de cuatro para cada uno de los cuadrados. La aleatorización se realizó según lo establece Kuhel (2000). Un esquema del diseño se muestra en la Figura 9, donde:

A	relación producción:concentrado 3:1 (tesigo)
B	relación producción:concentrado 4:1*
C	relación producción:concentrado 3:1*
D	relación producción:concentrado 2:1*

* morera ad libitum

		Cuadrado I				Cuadrado II				Cuadrado III			
Vaca N°		152	164	10	7	3	135	8	11	150	5	1033	1095
Perfodo	I	B	C	D	A	B	C	D	A	A	D	B	C
	II	D	A	B	C	C	B	A	D	D	C	A	B
	III	A	B	C	D	A	D	C	B	B	A	C	D
	IV	C	D	A	B	D	A	B	C	C	B	D	A

Figura 9. Croquis de la distribución de tratamientos en el experimento

3.4 Modelo estadístico

El modelo estadístico fue:

$$y_{ijl} = \mu + k_l + \rho_i(l) + \lambda_j(l) + \tau_k + \varepsilon_{ijl}$$

En donde:

Y_{ijl} : es el valor de la observación correspondiente al l° periodo y el j° animal dentro del l° cuadrado

μ : es la media común a todas las observaciones,

k_l : es el efecto fijo del l° cuadrado

ρ_i : es el efecto fijo del i° periodo dentro del l° cuadrado

λ_j : es el efecto aleatorio del j° animal dentro del l° cuadrado

τ_k : es el efecto fijo del k° tratamiento y

ε_{ijl} : es el error experimental aleatorio

3.5 Variables evaluadas

3.5.1 Consumo de morera (kg/día)

El consumo de morera se determinó por diferencias de pesos (peso inicial – peso final) durante los setenta y cinco minutos que tardó el período de consumo.

3.5.2 Producción de leche (kg/día)

Durante cada ordeño se tomó una muestra representativa del total de kilogramos de leche producida por cada vaca. El equipo utilizado fueron seis pesas de leche Waikato, las cuales se instalaron en el equipo de ordeño. Mientras la vaca era ordeñada el equipo tomó una muestra de leche que representaría el total de kg producidos. Este equipo posee una incertidumbre del 5%, lo cual garantiza que la muestra representaba un 95% de la producción. Se utilizó una pesa para dos vacas, por lo que cada pesa se enjuagaba con agua caliente antes de volver a ser utilizada para evitar residuos de leche en la siguiente muestra.

3.5.3 Calidad nutricional de la leche (%)

Se enviaron en total seiscientos setenta y dos muestras de leche al Laboratorio de Aseguramiento de Calidad de la Cooperativa de Productores de leche Dos Pinos R.L. en Ciudad Quesada, San Carlos, donde les realizaron un análisis de sólidos efectuado con el equipo Milko Scan FT-120. Los parámetros de calidad a evaluar fueron los sólidos totales y sus componentes (grasa, proteína y lactosa).

3.6 Análisis de la información

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando la técnica de modelos mixtos, para lo cual se empleó el procedimiento “Mixed” del programa estadístico SAS.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, según el análisis de varianza, no se encontraron diferencias significativas para los cuadrados, lo cual quiere decir que los grupos de animales estuvieron bien conformados y fueron homogéneos.

Se presentaron diferencias significativas para los tratamientos en el caso del consumo de morera, la producción de leche y los niveles de proteína cruda como indicador de la calidad de la leche (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados obtenidos al someter vacas lecheras en producción a diferentes niveles de concentrado y consumo libre de morera fresca en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

Variables	tratamientos				Significancia (Pr<.05)
	A (testigo) 3:1* Sin morera	B 4:1* Con morera	C 3:1* Con morera	D 2:1* Con morera	
Consumo de morera (kg/animal/día)	00 ^a	4.66 ^b	4.8 ^b	4.54 ^b	S (.0001)
Producción de leche (kg/animal/día)	9.52 ^a	9.30 ^a	9.39 ^a	10.02 ^b	S (.0008)
Calidad de leche:					
Sólidos totales	13.66 ^a	13.63 ^a	13.63 ^a	13.66 ^a	N.S
Grasa	4.69 ^a	4.67 ^a	4.64 ^a	4.62 ^a	N.S
Proteína	3.59 ^a	3.57 ^a	3.62 ^{ab}	3.66 ^b	S (.0099)
Lactosa	4.53 ^a	4.54 ^a	4.54 ^a	4.59 ^a	N.S

* Relación/ leche:concentrado

4.1 Consumo de morera

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para los tratamientos (Anexo 7), por lo cual se corrió una prueba de medias, donde se encontró que la diferencia se presentó al comparar los tratamientos B, C, y D con el tratamiento A, en el cual por ser el tratamiento testigo, a los animales no se les ofreció morera. Al comparar el resto de tratamientos entre sí no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 4).

Durante el período de evaluación la vaca N° 1095 presentó el mayor consumo con 8,12 kg por día y la vaca N° 1033 presentó el consumo más bajo con 1 kg diario. El promedio de consumo de morera por vaca por tratamiento fue de 4,6 kg de materia verde/día, datos muy lejanos a lo que Benavides (2004) recomienda para el consumo de en ganado lechero de un 1,5% del peso vivo en base seca que vendrían a ser alrededor de 22 kg de materia verde. Los animales en estudio estuvieron consumiendo un 0,3% de su peso vivo en base seca de morera, esto se puede atribuir al efecto de factores climáticos que desencadenan en un estrés calórico para el animal, lo cual le impide consumir volúmenes grandes de cualquier alimento.

La temperatura promedio durante la fase experimental fue de 26,04°C y la humedad relativa de 87,61%, condiciones no favorables para el confort de los animales, lo que provoca una reducción en el consumo de alimento y en consecuencia en la actividad metabólica (Lobo 2001).

Según el valor de $ITH = 0,81 * 26,04 + 0,8761 * (26,04 - 14,4) + 46,4 = 77,69$, los animales estudiados presentaban un nivel de estrés calórico leve (Mújica 2003) y según observaciones personales, el consumo de morera se vio afectado positivamente los días que la precipitación abundaba a lo largo del día, sin embargo cuando esta no era constante hacía que la humedad relativa aumentara y el ambiente se tornaba “bochornoso”, por lo que el consumo disminuía.

Al comparar los diferentes tratamientos se observa que no existen diferencias significativas en el consumo de morera para los animales que

recibieron los tratamientos B, C, y D, por lo que se puede inferir que bajo estas condiciones los animales no van a comer más de 4.6 kg de morera por día, aunque se disminuya la cantidad de concentrado (Figura 10).

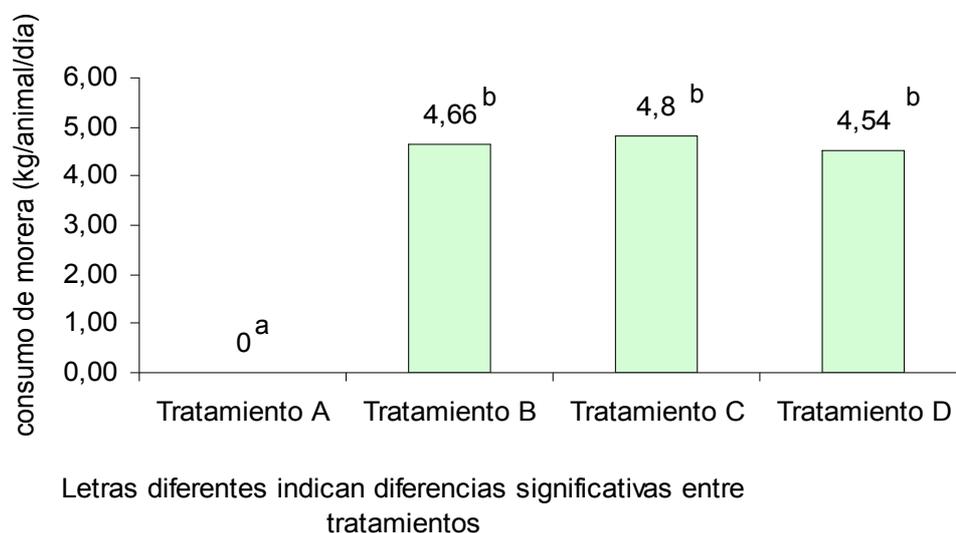


Figura 10. Consumo de morera de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

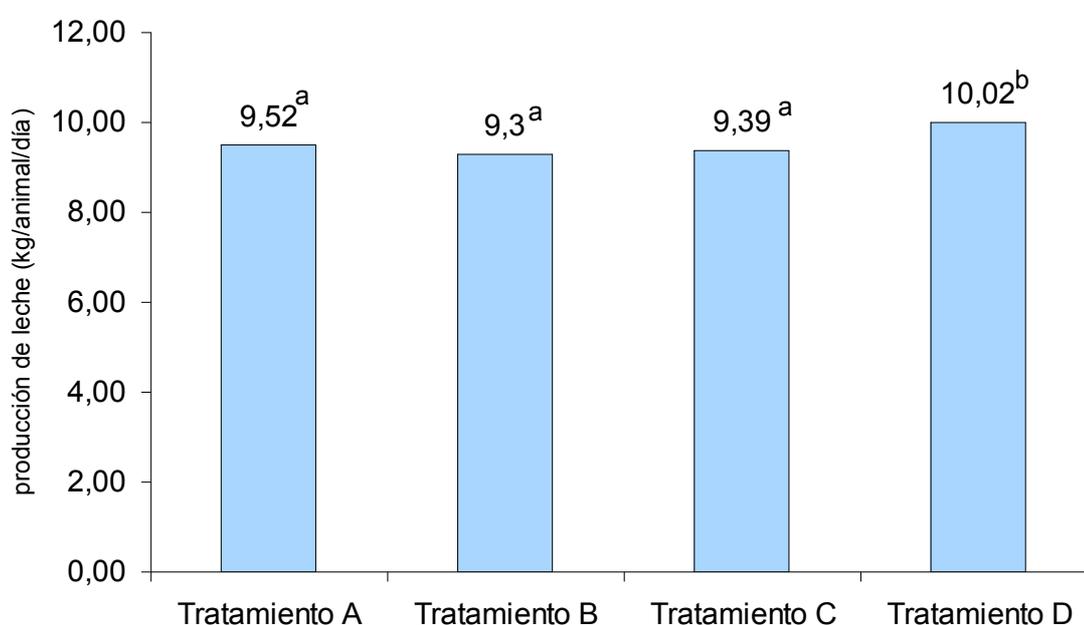
4.2 Producción de leche

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los tratamientos para esta variable (Anexo 8) por lo que se corrió una prueba de medias en donde se determinó que estas diferencias se presentaban al comparar el tratamiento D (relación producción:concentrado 2:1) con el resto de los tratamientos A (3:1 sin morera), B (4:1) y C (3:1) (Cuadro 4). Estos resultados obedecen a que la ración de concentrado ofrecida en el tratamiento A es alta, suficiente como para mantener un nivel de producción, sin embargo son diferencias mínimas de 620

gramos en promedio, que productivamente no representan un cambio, pero si una alza económica por la cantidad de concentrado que se les ofrece.

No se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) al comparar el tratamiento B con el C, es decir que al bajar la ración de concentrado de una relación 4:1 a una 3:1 (producción:concentrado) y ofrecer morera a libre consumo la producción de leche de los animales no va a variar. (Cuadro 4)

Durante la fase experimental la producción de leche osciló entre los 9,3 y los 10,02 litros por día (Figura 11), siendo la vaca N° 152 con 12,6 kg/día la que presentó la mayor producción y la vaca N° 1095 con 6 kg/día la que mostró la menor producción.



Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

Figura 11. Producción de leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

Es importante recalcar los resultados obtenidos del análisis estadístico, en donde por un período de dos meses en el cual era normal que la producción bajara ya que según la curva de lactancia normal durante el segundo tercio esta va en disminución (figura 1), no existieron diferencias significativas en la producción de leche para la comparación del tratamiento B con el C como se expresó anteriormente.

4.3 Calidad nutricional de la leche

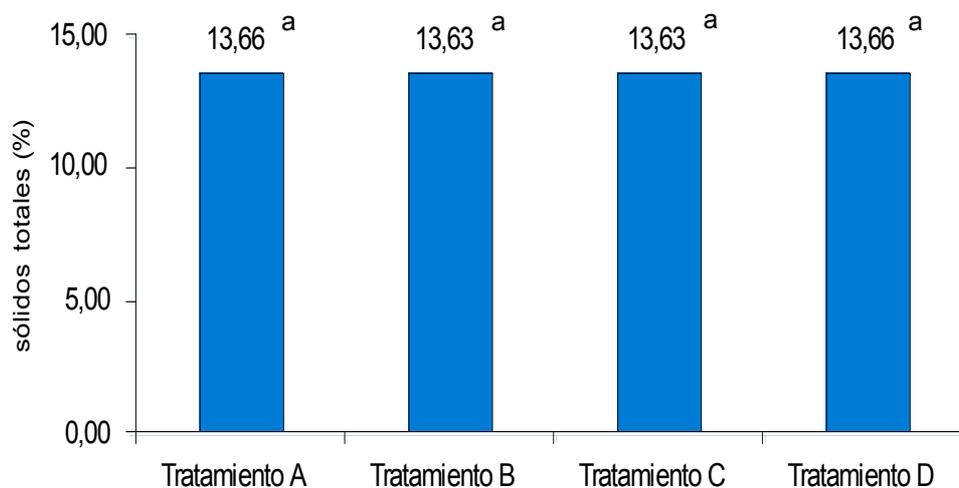
Con relación a las variables utilizadas como parámetros para medir la calidad de la leche, se encontraron diferencias significativas en algunos de los parámetros y en otros no (Anexo 9).

En general la producción de leche cumple con las expectativas de calidad que exige el mercado para su venta.

Se puede decir que al adicionar morera en la dieta del ganado lechero y disminuir el concentrado no se afectan las características de la leche a un nivel económico importante.

4.3.1 Sólidos Totales

Para el parámetro porcentaje de sólidos totales se presentó un valor promedio entre los cuatro tratamientos de 13.6%, valor que está por encima del promedio según Vélez (1997). Y que además coincide con las características genéticas de los animales utilizados en el ensayo. En general no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 12).

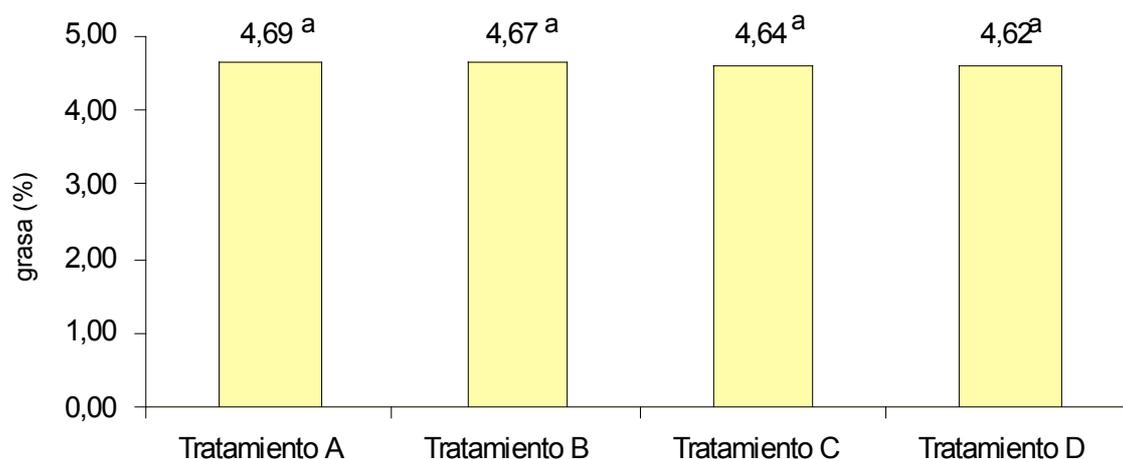


Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos

Figura 12. Porcentaje de Sólidos Totales presentes en la leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

4.3.2 Porcentaje de Grasa

No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para este parámetro (Figura13). El porcentaje de grasa fue de 4,6% en promedio, la vaca que presentó el mayor porcentaje de grasa fue la N° 3 con un promedio de 5,4% y la vaca que presentó el nivel más bajo fue la N°1° con 4%. Tomando en cuenta las características raciales del grupo en estudio, en promedio el nivel de grasa es aceptable.

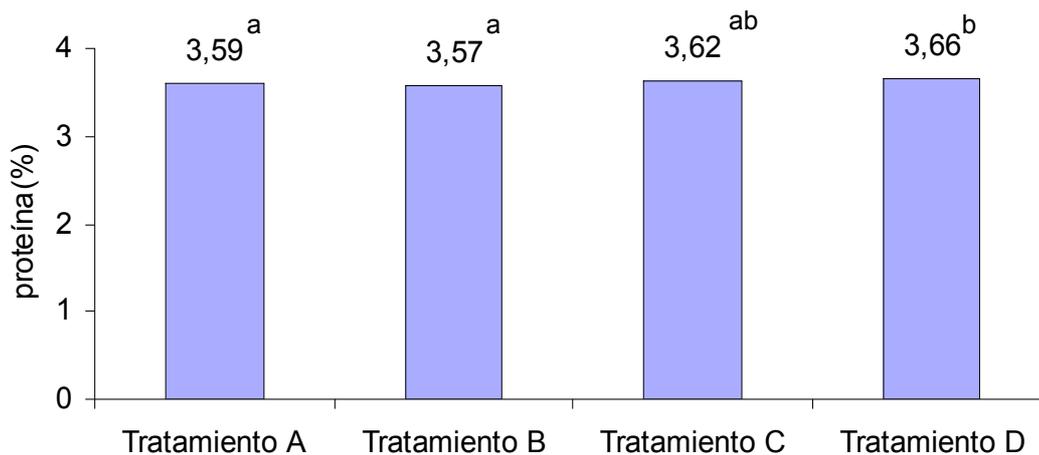


Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos

Figura 13. Porcentaje de Grasa presente en la leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

4.3.3 Porcentaje de Proteína

En los niveles de proteína cruda se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) al comparar los tratamientos A y B con el tratamiento D, sin embargo las diferencias fueron mínimas, de 0,08 %. Al comparar el tratamiento C con el D no se presentan diferencias significativas, por lo cual al ofrecer concentrado en una relación 3:1 (producción:concentrado) y adicionar morera a libre consumo se obtienen los mismos niveles de proteína en leche que si se adiciona concentrado en una relación 2:1 (producción:concentrado).



Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos

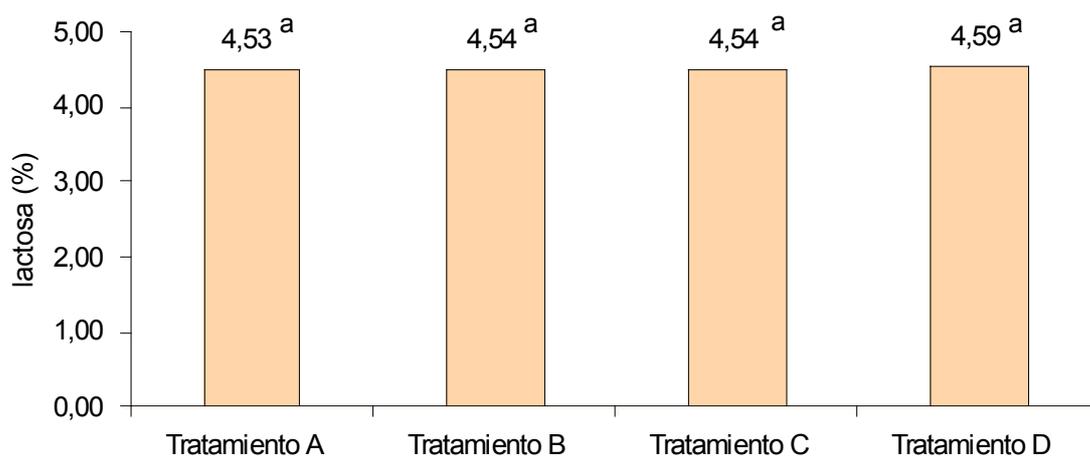
Figura 14. Porcentaje de Proteína presente en la leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

Según Oviedo (2005) la calidad de la leche no se ve afectada al sustituir el concentrado por morera, situación que se asemeja en este experimento para % de grasa y % de lactosa, no así para el % de proteína.

Los niveles de proteína del arachis y las gramíneas que pastoreaban los animales en estudio, además de los que se les suministraba por medio de la morera, probablemente llenaron las necesidades de los animales, para el tratamiento que presentó una diferencia significativa positiva en los niveles de proteína el nivel de concentrado fue de 2:1 que en promedio presentó un 3,66% (Figura 14), lo cual expresa niveles de concentrado extras a lo que realmente los animales requerían y por tal motivo se presentaron alzas en los niveles de proteína de la leche (Taverna 2002).

4.3.4 Porcentaje de Lactosa

El nivel de lactosa de presente fue de 4,5% en promedio para todos los tratamientos (Figura 15), dato que se encuentra dentro de un promedio aceptable para la calidad en la leche (Vélez, 1997). No se presentaron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos en esta variable.



Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos

Figura 15. Porcentaje de Lactosa presentes en la leche de los animales en estudio sometidos a diferentes niveles de concentrado en la finca La Esmeralda del I.T.C.R., Santa Clara, San Carlos, 2005.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este experimento se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se determinó que el consumo voluntario de morera no se ve afectado por la cantidad de concentrado ofrecida a los animales.
2. Se demostró que no existen diferencias significativas en cuanto a la producción de kg de leche al bajar los niveles de concentrado de una relación 3:1 (producción:concentrado) a una relación 4:1 si se ofrece morera picada a libre consumo.
3. La producción de leche de los animales en estudio aumentó significativamente al ofrecer concentrado en una relación 2:1 (producción:concentrado) y morera a libre consumo.
4. El porcentaje de grasa y lactosa en la leche no varía significativamente de un tratamiento a otro, por lo cual la calidad mantiene estos niveles estables ante la aplicación de los diferentes tratamientos.
5. El porcentaje de proteína en la leche no varía al bajar los niveles de concentrado de una relación 2:1 (producción:concentrado) a una relación 3:1 si se ofrece morera picada a libre consumo sin embargo si varía significativamente al bajar la relación 2:1 a una 4:1 con la cual se obtiene un mayor porcentaje de proteína.

6. RECOMENDACIONES

1. Para lograr bajar los niveles de concentrado en la alimentación de un determinado hato adicionando morera a libre consumo, se debe iniciar con una fase de adaptación al cambio de dieta para que los animales se acostumbren a la nueva forma de alimentación y no sufran un cambio brusco en la misma que pueda llevarlos a una pérdida de condición general.
2. Se debe realizar un estudio económico para conocer la relación beneficio : costo que existe al sustituir parcialmente el concentrado por la morera en las condiciones que se describieron en el experimento, y así conocer no solo la viabilidad productiva de la dieta propuesta sino también la económica.

7. BIBLIOGRAFIA

- Bassi, T. **Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes**. Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina. [en línea]. [citado 19 junio 2005]. Disponible en World Wide Web: <http://mejorpasto.com.ar/UNLZ/2004/TX4http.:html>.
- Benavides, J. 1995. **Manejo y utilización de la Morera (*Morus alba*) como forraje**. Agroforestería en las Américas 2 (7): 27-30.
- Benavides, J. **Utilización de la Morera es sistemas de producción animal**. [en línea]. Turrialba, Costa Rica. [citado 23 octubre 2004]. Disponible en World Wide Web: <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Bnvdes12.TXT>.
- Benavides, J., Espinoza, E., Esquivel, J., González, J., Hernández I., Vasconcelos, J. **Suplementación de vacas lechera en pastoreo con Morera (*Morus sp.*) en la zona alta del Valle Central de Costa Rica**. [en línea]. San José, Costa Rica. [citado 23 octubre 2004]. Disponible en World Wide Web: <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/Morera/morer14.html>.
- Benavides, J.; Rojas, H.; Lachaux, M.; Fuentes, M.; Oviedo, F. 1994. **Producción y utilización de la morera (*Morus sp.*) en sistemas agroforestales con rumiantes menores**. Cuba.
- Bolivar, D. et al. 2004. **Producción de *Brachiaria humidicola* bajo un sistema silvopastoril con *Acacia mangium* en el Trópico Húmedo**. CATIE. [en línea]. San José, Costa Rica. [citado 19 junio 2005]. Disponible en World Wide Web: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/BolivarP.htm>.

- Boschini, C. 2000. **Consumo de Morera (*Morus alba*) y Sorgo Negro Forrajero (*Sorghum almum*) en ganado Jersey.** Agronomía Mesoamericana 11 (2): 73-77.
- Boschini, C. 2001. **Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de Morera (*Morus alba*).** Agronomía Mesoamericana 12 (1): 79-78.
- Boschini, C., Dormond, H., Castro, A.. 1999. **Composición química de la Morera (*Morus alba*), para la alimentación animal: densidades y frecuencias de poda.** Agronomía Mesoamericana 11 (1): 41-49.
- Boschini, C..2001. **Producción y calidad de la Morera (*Morus alba*) cosechada en diferentes modalidades de poda.** Agronomía Mesoamericana 12 (2): 175-180.
- Camero, A., Ibrahim, M. 1995. **Bancos de proteína de poró (*Eritrina berteroana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*).** Agroforestería en las Américas 2 (7): 31-32.
- CATIE. 1989. **Eritrina spp. – Fase I. Informe técnico final del proyecto.** Pág. 12 – 16.
- Gonzáles, J. 1996. **Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus sp*) fresca y ensilada, con bovinos de engorda.** Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 89 p
- Kuehl, R. 2000. **Design of experiments: statistical principles of research design and analysis.** United States of America.
- Lobo Di Palma, M. 2001. **Agrostología.** EUNED. San José, Costa Rica.176p.

- Mahecha, L., 2003. **El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina.** Revista Colegio Ciencias Pecuarias 16 (1): 11.
- Medina Garzón, P. 1988. **Efecto sobre la suplementación con Poró y Melaza sobre los parámetros de fermentación ruminal y degradabilidad in situ del Poró y Pasto Estrella.** CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Mújica, I. 2005. **El estrés calórico. Efecto en las vacas lecheras.** Fonaiap Divulga. [en línea]. Río Cuarto, Argentina. [citado 19 junio 2005]. Disponible en World Wide Web: http://www.cuencarural.com/lecheria/el_estres_calorico_efecto_en_las_vacas_lecheras.html.
- Oviedo Castillo, F. 1995. **Morera (*Morus sp*) en asocio con Poró (*Erythrina poeppigiana*) y como suplemento para vacas lecheras en pastoreo.** Turrialba, Costa Rica. Tesis MAG. Sc., CATIE. 127 p.
- Romero, F., Abarca, S., Corado, L., Tobón, J., Kass, M., Pezo, D. 1993 **Producción de leche de vacas en pastoreo suplementadas con Poró (*Erythrina poeppigiana*) en el Trópico Húmedo de Costa Rica.** CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Sánchez, A. **Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina.** Fonaiap Divulga. [en línea]. Venezuela. [citado 19 junio 2005]. Disponible en World Wide Web: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/leguminosas.htm>.

- Taverna, M. et al. 2002. **Manual de referencia para el logro de leche de calidad**. INTA. [en línea]. [citado 19 junio 2005]. Disponible en World Wide Web: http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/manual_calidad.htm.
- Vélez, M. 1997. **Producción de ganado lechero en el Trópico**. Segunda Edición. Zamorano Academia Press. Zamorano, Honduras. 189 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Etiqueta del concentrado comercial suministrado a los animales

PERFECTA # 1

INSTRUCCIONES DE USO

Este alimento ha sido formulado de acuerdo a las necesidades nutricionales de vacas en producción, con el fin de suministrar un adecuado balance de nutrientes que estimulen la producción de leche.

Esta mezcla debe suministrarse de acuerdo con la producción de leche, ofreciendo 1 kg. de esta por cada 3 kg. de leche producida.

Este producto requiere de un periodo de acostumbramiento de 5 días, con un consumo no mayor de 2,5 kg. de alimento por animal por día.

Cualquier duda consulte con su ingeniero Agrónomo Zootecnista o con los nutricionistas de la Planta de Concentrados.

PRECAUCION

Alimento no apto para caballos u otros equinos, la ingestión por estos pueda ser fatal.

Producido en Costa Rica por:
COOPERATIVA DE PRODUCTORES DE LECHE DOS PINOS, R.L.
Planta Procesadora de Alimentos para Animales - Pavas - San José - Tel: 2231-0951
Apertado: 605-1000 - San José

Fecha de Elaboración: 13 JUL 05
Fecha de Vencimiento: 13 AGO 05
Lote No: CM-LCKQ



CONCENTRADOS
Dos Pinos
NUTRICIONALMENTE INSUPERABLES

Lic. R.C.A.M.A.G. 011-051
Peso Neto 48 Kg.

PERFECTA # 1

ALIMENTO PARA VACAS LECHERAS DE MEDIANO POTENCIAL GENETICO DE PRODUCCIÓN LACTEA.

MEDICADO
INGREDIENTE ACTIVO

Monensina Sódica 20 mg./Kg. (20g/ton)
Para mejorar la eficiencia alimenticia

ANALISIS DE GARANTIA

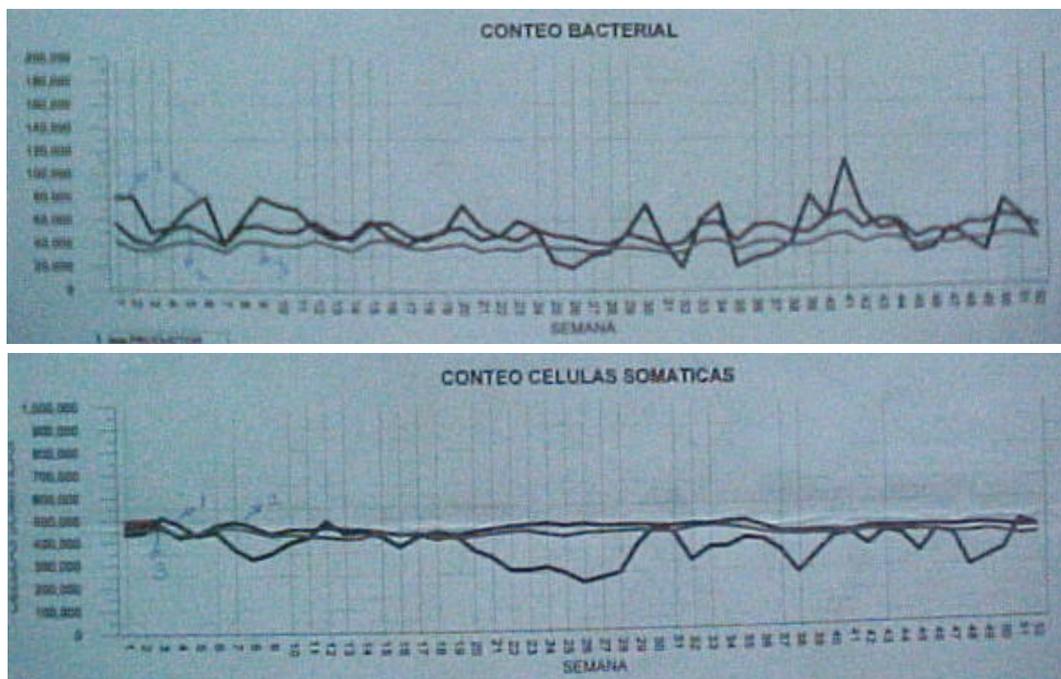
Humedad	(máx.)	13.00%
Proteína Cruda	(mín.)	14.00%
Extracto Etéreo	(mín.)	2.00%
Fibra Cruda	(máx.)	12.00%
Fibra Neutral Deter.	(máx.)	18.0%
Fibra Acido Deter.	(máx.)	9.0%
Energía Digestible	(mín.)	3150 kcal/Kg.
Energía Neta Lact.	(mín.)	1700 kcal/Kg.
Calcio	(mín.)	0.8%
Calcio	(máx.)	1.2%
Fósforo	(mín.)	0.6%
Sal Común NaCl	(mín.)	0.4%
Sal Común NaCl	(máx.)	0.7%

INGREDIENTES

Maíz, Sorgo, Harina de Soya, Harina de Algodón, Semolina, Salvado, Salvadillo, Aceite de Trigo, Subproducto de Palma Africana, Melaza de Caña, Gluten de Maíz, Carbonato de Calcio, Aceite Vegetal, Sal Común, Fosfato Dicalcico, Fosfato Monocálcico, Oxido de Magnesio, Sulfato de Cobalto, Sulfato de Cobre, Oxido de Zinc, EDDI, Selenito de Sodio, Carbonato de Hierro, Oxido de Manganese, Monensina Sódica.

(Ver parte posterior)

Anexo 2. Análisis de Laboratorio Anual. Cooperativa de Productores de Leche, Dos Pinos, R.L.



Anexo 3. Información individual de los animales participantes en el estudio

Identificación	Fotografía	Raza	Condición Corporal	Días de Lactancia	Prueba CMT
152		j6	1,75	62	negativa
164		j4h3	2,25	71	negativa
10		j7h1	1,75	96	negativa
7		j6	2,75	220	negativa
3		j4h4	2,5	157	negativa
8		j7g1	3	162	negativa
11		j4	2,5	162	negativa
135		j6h2	2,5	162	negativa
150		j6h2	2,75	183	negativa
5		j8	2,25	197	negativa
1033		j6	2,75	206	negativa
1095		j6	1,75	206	negativa

Anexo 4. Datos Ordenados para el análisis de varianza

sq	per	cow	trt	cnc	morera	kgmilk	fat	pc	lacto	st
1	I	7	A	3,667	0,000	10,314	4,123	3,631	4,357	13,034
1	I	10	D	6,600	7,414	10,514	3,965	3,267	4,679	12,433
1	I	152	B	3,450	7,357	11,743	4,501	3,037	4,821	13,051
1	I	164	C	3,267	7,386	9,057	4,516	3,450	4,716	13,533
1	II	7	C	3,867	5,814	10,343	4,175	3,758	4,167	13,086
1	II	10	B	2,750	4,500	10,457	4,144	3,331	4,652	12,841
1	II	152	D	6,400	5,314	12,600	4,742	3,201	4,814	13,388
1	II	164	A	2,800	0,000	8,914	4,726	3,642	4,701	13,904
1	III	7	D	5,000	6,414	10,314	4,042	3,747	4,186	12,956
1	III	10	C	3,467	5,286	10,100	4,516	3,397	4,667	13,337
1	III	152	A	4,267	0,000	10,657	5,044	3,084	4,811	13,597
1	III	164	B	2,350	4,729	8,629	4,716	3,686	4,586	13,871
1	IV	7	B	2,350	4,857	9,400	4,321	3,788	4,188	13,226
1	IV	10	A	3,133	0,000	10,343	4,434	3,506	4,557	13,252
1	IV	152	C	3,533	4,843	10,571	5,046	3,289	4,583	13,499
1	IV	164	D	4,300	2,100	9,886	4,914	3,831	4,584	14,171
2	I	3	B	2,700	4,829	8,743	4,759	3,566	4,559	13,824
2	I	8	D	4,600	6,443	10,000	3,995	3,523	4,809	12,954
2	I	11	A	3,200	0,000	10,286	5,038	3,495	4,850	14,153
2	I	13	C	4,067	3,971	12,257	4,350	3,584	4,924	13,541
2	II	3	C	2,600	3,086	8,771	4,840	3,851	4,454	14,029
2	II	8	A	3,533	0,000	9,257	4,158	3,620	4,479	13,026
2	II	11	D	5,100	2,314	9,971	5,161	3,729	4,871	14,484
2	II	13	B	3,300	3,986	11,371	4,625	3,794	4,694	13,951
2	III	3	A	2,800	0,000	8,000	5,385	3,943	4,332	14,606
2	III	8	C	3,200	4,029	8,686	4,554	3,804	4,364	13,556
2	III	11	B	2,600	2,943	9,457	5,114	3,695	4,875	14,432
2	III	13	D	4,800	3,600	11,714	4,994	3,893	4,645	14,401
2	IV	3	D	4,600	2,614	8,686	5,381	4,215	4,412	14,909
2	IV	8	B	1,900	3,800	6,943	5,060	3,682	4,378	13,931
2	IV	11	C	2,867	3,200	9,086	5,323	3,782	4,809	14,726
2	IV	13	A	4,000	0,000	10,829	5,129	3,982	4,572	14,557
3	I	5	D	5,900	6,029	11,629	4,126	3,456	4,491	12,979
3	I	150	A	4,200	0,000	11,257	4,914	3,407	4,702	13,947
3	I	1033	B	2,250	6,057	7,171	4,698	3,786	4,138	13,710
3	I	1095	C	2,733	8,129	6,800	4,218	3,169	4,688	12,809
3	II	5	C	3,733	4,914	10,686	4,469	3,586	4,499	13,442
3	II	150	D	5,600	4,671	11,429	5,142	3,644	4,722	14,371
3	II	1033	A	2,667	0,000	7,486	4,468	3,904	4,217	13,609
3	II	1095	B	1,900	7,057	6,743	4,218	3,244	4,617	12,726
3	III	5	A	3,933	0,000	10,886	4,591	3,663	4,422	13,597
3	III	150	B	2,950	2,100	10,371	5,106	3,549	4,640	14,226
3	III	1033	C	2,467	3,071	6,086	4,593	4,090	3,986	13,819
3	III	1095	D	3,300	6,586	6,486	4,507	3,348	4,629	13,161
3	IV	5	B	2,750	3,729	10,514	4,752	3,690	4,445	13,796
3	IV	150	C	3,267	3,900	10,257	5,031	3,669	4,625	14,237
3	IV	1033	D	2,700	1,000	7,057	4,453	4,082	4,189	13,765
3	IV	1095	A	1,933	0,000	6,000	4,301	3,217	4,413	12,589

Anexo 5. Análisis Bromatológicos de forrajes

CONCENTRADOS
Don Quijote

REPORTE DE RESULTADOS

Laboratorio de Control de Calidad

SOLICITA: Ing. Giovanni Araya FECHA: 12/11/05

Código Lab.	<u>03-1729</u>	<u>03-1730</u>	<u>03-1731</u>
Muestra	<u>Arachis Let A</u>	<u>Alulle Let A</u>	<u>Camote Let A</u>
Socio o Proveedor	<u>ITCR</u>		
Procedencia			
% Materia Seca	-	-	-
% Proteína Cruda	<u>15,4</u>	<u>14,2</u>	<u>15,1</u>
% Fibra Acido D	<u>34,2</u>	<u>37,0</u>	<u>35,3</u>
% Fibra Neutra D	<u>68,8</u>	<u>63,2</u>	<u>68,9</u>
pH			
% Cenizas			
% Extracto Etéreo			
OBSERVACIONES:			
FIRMA RESPONSABLE:			

CONCENTRADOS
Don Quijote

REPORTE DE RESULTADOS

Laboratorio de Control de Calidad

SOLICITA: Ing. Giovanni Araya FECHA: 12/11/05

Código Lab.	<u>03-1732</u>	<u>03-1733</u>	<u>03-1734</u>	<u>03-1735</u>
Muestra	<u>Alulle Let G</u>	<u>SE</u>		
Socio o Proveedor	<u>ITCR</u>	<u>Camote Let G</u>	<u>Rotona Let G</u>	<u>Manina</u>
Procedencia				
% Materia Seca	-	-	-	-
% Proteína Cruda	<u>15,1</u>	<u>11,1</u>	<u>12,0</u>	<u>11,3</u>
% Fibra Acido D	<u>35,3</u>	<u>43,0</u>	<u>36,3</u>	<u>41,8</u>
% Fibra Neutra D	<u>68,9</u>	<u>64,5</u>	<u>64,2</u>	<u>54,0</u>
pH				
% Cenizas				
% Extracto Etéreo				
OBSERVACIONES:				
FIRMA RESPONSABLE:				

Anexo 6. Cronograma de actividades durante la fase experimental

Período	Día	Actividades				
		Fase Experimental	Muestreo, pesado, secado y molido de las muestras de forrajes y morera.	Pesa de consumo de morera	Pesa y toma de muestras de leche	Envío de muestras de leche al Laboratorio
Duración de la Fase de Campo en la Lechería de la Finca La Esmeralda I.T.C.R.	1	I	█	█	█	█
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8	II	█	█	█	█
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15	III	█	█	█	█
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					
	21					
	22	IV	█	█	█	█
	23					
	24					
	25					
	26					
	27					
	28					
	29	V	█	█	█	█
	30					
	31					
	32					
	33					
	34					
	35					
	36	VI	█	█	█	█
	37					
	38					
	39					
	40					
	41					
	42					
	43	VII	█	█	█	█
	44					
	45					
	46					
	47					
	48					
	49					
	50	VIII	█	█	█	█
	51					
	52					
	53					
	54					
	55					
	56					
	57	IX	█	█	█	█
	58					
	59					
	60					

Anexo 7. Análisis Estadístico. Variable: Consumo de morera

Análisis de Variancia

Efecto	Grados Libertad Numerador	Grados Libertad Denominador	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	2	24	2.30	0.1222
Período (cuadrado)	9	24	4.07	0.28
tratamiento	3	24	61.42	<.001

Diferencia de Cuadrados Medios

Efecto	Tratamientos	Estimado	Error Estandard	Grados Libertad	Valor t	Pr > t
Tratamiento	A B	-4.6619	0.4217	24	-11.06	<.0001
Tratamiento	A C	-4.8024	0.4217	24	-11.39	<.0001
Tratamiento	A D	-4.5417	0.4217	24	-10.77	<.0001
Tratamiento	B C	-0.1405	0.4217	24	-0.33	0.7419
Tratamiento	B D	0.1202	0.4217	24	0.29	0.7780
Tratamiento	C D	0.2607	0.4217	24	0.62	0.5422

Anexo 8. Análisis Estadístico. Variable: Producción de leche

Análisis de Variancia

Efecto	Grados Libertad Numerador	Grados Libertad Denominador	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	2	24	0.73	0.4918
Período (cuadrado)	9	24	5.16	0.0006
tratamiento	3	24	7.83	0.0008

Diferencia de Cuadrados Medios

Efecto	Tratamientos	Estimado	Error Estandard	Grados Libertad	Valor t	Pr > t
Tratamiento	A B		0.1638	24	1.37	0.1846
Tratamiento	A C		0.1638	24	.78	0.4445
Tratamiento	A D		0.1638	24	-3.08	0.0051
Tratamiento	B C		0.1638	24	-0.59	0.5617
Tratamiento	B D		0.1638	24	-4.45	0.0002
Tratamiento	C D		0.1638	24	-3.86	0.0008

Anexo 9. Análisis Estadístico. Variable: Calidad de la leche

- **Sólidos Totales**

Análisis de Variancia

Efecto	Grados Libertad Numerador	Grados Libertad Denominador	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	2	24	2.39	0.1133
Período (cuadrado)	9	24	7.79	<.0001
Tratamiento	3	24	0.08	0.9726

Diferencia de Cuadrados Medios

Efecto	Tratamientos	Estimado	Error Estandard	Grados Libertad	Valor t	Pr > t
Tratamiento	A B	0.02389	0.08185	24	0.29	0.7729
Tratamiento	A C	0.02161	0.08185	24	0.26	0.7941
Tratamiento	A D	-0.00827	0.08185	24	-0.10	0.9203
Tratamiento	B C	-0.00228	0.08185	24	-0.03	0.9780
Tratamiento	B D	-0.03216	0.08185	24	-0.39	0.6979
Tratamiento	C D	-0.02988	0.08185	24	-0.37	0.7183

- **Grasa**

Análisis de Variancia

Efecto	Grados Libertad Numerador	Grados Libertad Denominador	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	2	24	1.39	0.2685
Período (cuadrado)	9	24	6.55	0.0001
tratamiento	3	24	0.48	0.7006

Diferencia de Cuadrados Medios

Efecto	Tratamientos	Estimado	Error_Estandard	Grados Libertad	Valor t	Pr > t
Tratamiento	A B	0.02487	0.06743	24	0.37	0.7155
Tratamiento	A C	0.05667	0.06743	24	0.84	0.4090
Tratamiento	A D	0.07404	0.06743	24	1.10	0.2831
Tratamiento	B C	0.03179	0.06743	24	0.47	0.6415
Tratamiento	B D	0.04917	0.06743	24	0.73	0.4730
Tratamiento	C D	0.01737	0.06743	24	0.26	0.7989

- **Proteína Cruda**

Análisis de Variancia

Efecto	Grados Libertad Numerador	Grados Libertad Denominador	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	2	24	1.42	0.2619
Período (cuadrado)	9	24	15.78	<.0001
tratamiento	3	24	4.73	0.0099

Diferencia de Cuadrados Medios

Efecto	Tratamientos	Estimado	Error_Estandard	Grados Libertad	Valor t	Pr > t
Tratamiento	A B	0.02065	0.02558	24	0.81	0.4275
Tratamiento	A C	-0.02792	0.02558	24	-1.09	0.2859
Tratamiento	A D	-0.07030	0.02558	24	-2.75	0.0112
Tratamiento	B C	-0.04856	0.02558	24	-1.90	0.0697
Tratamiento	B D	-0.09094	0.02558	24	-3.56	0.0016
Tratamiento	C D	-0.04238	0.02558	24	-1.66	0.1105

- **Lactosa**

Análisis de Variancia

Efecto	Grados Libertad Numerador	Grados Libertad Denominador	Valor de F	Pr > F
Cuadrado	2	24	0.55	0.5818
Período (cuadrado)	9	24	4.43	0.0017
tratamiento	3	24	1.07	0.3786

Diferencia de Cuadrados Medios

Efecto	Tratamientos	Estimado	Error_Estandard	Grados Libertad	Valor t	Pr > t
Tratamiento	A B	-0.01504	0.03161	24	-0.48	0.6385
Tratamiento	A C	-0.00573	0.03161	24	-0.18	0.8576
Tratamiento	A D	-0.05157	0.03161	24	-1.63	0.1159
Tratamiento	B C	0.009309	0.03161	24	0.29	0.7709
Tratamiento	B D	-0.03652	0.03161	24	-1.16	0.2592
Tratamiento	C D	-0.04583	0.03161	24	-1.45	0.1600