

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

BANANO DE DESECHO (*Musa acuminata*) COMO SUPLEMENTO  
A VACAS LECHERAS EN PASTOREO EN DIFERENTES ESTADOS  
DE LACTANCIA

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto  
de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la  
Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de  
Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

*Magister Scientiae*

ROBERTO CERDAS RAMIREZ

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Programa de Producción Animal  
Turrialba, Costa Rica

1981

## AGRADECIMIENTOS

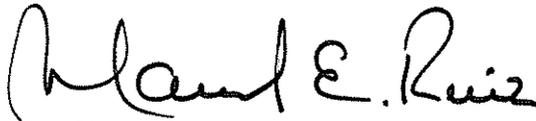
El autor desea expresar su gratitud

- Al Dr. Manuel Ruiz, Asesor principal, por la acertada dirección del presente estudio.
  
- A los miembros del Comité Asesor, Ing. Danilo Pezo, M.S., Dr. Oliver Deaton y Dr. Gustavo Cubillos por sus recomendaciones y colaboración en la conclusión de este trabajo.
  
- A los compañeros y profesores del Programa de Producción Animal por su amistad y enseñanza.
  
- Al gobierno de Holanda y al Sistema de Estudios de Posgrado UCR/CATIE, por brindarme la oportunidad de mejorar mi nivel académico.
  
- A mis padres, hermanos y a Linda por su apoyo incondicional durante mis estudios.

Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la  
Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE,  
como requisito parcial para optar el grado de

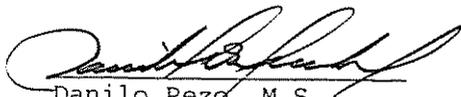
*Magister Scientiae*

JURADO



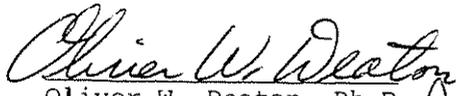
Manuel E. Ruiz, Ph.D.

Profesor Consejero



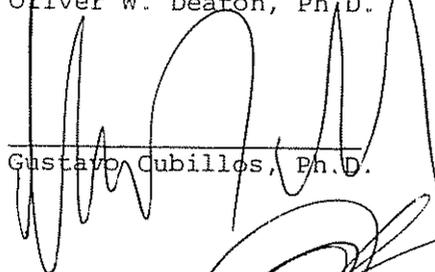
Danilo Pezo, M.S.

Miembro del Comité



Oliver W. Deaton, Ph.D.

Miembro del Comité



Gustavo Cubillos, Ph.D.

Miembro del Comité

---

Coordinador del Sistema de Estudios de Posgrado  
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales



---

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



---

Roberto Cerdas Ramírez  
Candidato

## RESUMEN BIOGRAFICO

El autor nació en Turrialba, Costa Rica en mayo de 1953.

Realizó estudios superiores en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, donde se graduó con el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista en noviembre de 1977.

En marzo de 1978 ingresó al Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, que desarrollan en forma conjunta la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); obteniendo el grado de Magister Scientiae en Producción Animal en marzo de 1981.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN .....	viii
SUMMARY .....	xi
LISTA DE CUADROS .....	xiii
LISTA DE FIGURAS .....	xv
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1 Composición y utilización de pastos tropicales .....	3
2.2 Suplementación con banano verde .....	3
2.3 Efecto de la suplementación en diferentes estados de lactancia .....	5
3. MATERIALES Y METODOS .....	6
3.1 Localización del estudio .....	6
3.2 Animales y su manejo .....	6
3.2.1 Población animal y área utilizada .....	6
3.2.2 Suplementación .....	7
3.3 Diseño y tratamientos .....	9
3.4 Recolección de datos .....	9
3.4.1 Producción y composición de leche .....	9
3.4.2 Cambio de peso de las vacas .....	12
3.4.3 Composición del pasto consumido .....	12
3.5 Análisis de la información .....	12
3.5.1 Producción de leche .....	12
3.5.2 Cambio diario de peso .....	13
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	14
4.1 Producción de leche: efecto de la etapa de lactan- cia en que se provee el suplemento .....	14

4.2	Producción de leche: efecto del nivel de suplemento según la etapa de la lactancia en que se provee .....	18
4.3	Sensibilidad de la respuesta en producción de leche debido a la suplementación .....	21
4.4	Cambio de peso de los animales: efecto de la etapa de la lactancia .....	25
4.5	Cambio de peso de los animales: efecto del nivel de suplemento según la etapa en que se provee .....	28
4.6	Composición de la leche .....	30
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	34
6.	LITERATURA CITADA .....	36
7.	APENDICE .....	45

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de comparar las respuestas en producción de leche de vacas en pastoreo, suplementadas con diversos niveles de banano en varios estados de lactancia incluyendo el parto.

En la prueba de suplementación se utilizaron 60 vacas, con más de una lactancia, pertenecientes a las razas Jersey (J), Criollo (C),  $F_1$  (J x C) y cruces de Ayrshire con  $F_1$ . Los animales pastorearon potreros de estrella africana, manejados en un sistema rotacional, con períodos de ocupación y descanso de 2 y 23 días, respectivamente. La carga aproximada fue de 5,9 animales por hectárea.

Con el fin de que los animales al consumir banano, no tuviesen deficiencia en el consumo de proteína cruda, se calculó la necesidad de un suplemento proteico que está compuesto de un 30% NNP y 70% como proteína verdadera, aportados por urea y harina de carne, respectivamente. Este suplemento proteico fue suministrado en forma individual luego de cada ordeño (mañana y tarde) en un establo con cepos donde además del suplemento proteico, se suministraron los niveles de banano verde de desecho, de acuerdo al peso corporal.

Se utilizó un diseño irrestricto al azar con un arreglo factorial de los niveles de las variables  $X_1$ : estado de lactancia en que se inicia la suplementación durante dos meses (-1, 0, +1, +3, +5 meses respecto al parto) y  $X_2$ = nivel de banano suplementario (0; 0,3; 0,7 y 1,2 kg de materia

seca por cada 100kg de peso vivo por día).

Las mayores respuestas a la suplementación se obtuvieron cuando esta se inició un mes después del parto obteniéndose hasta 57% más de producción de leche (con respecto a vacas en el mismo estado de lactancia, pero sin suplemento) cuando el nivel de banano consumido fue de 0,37 kg MS/100 kg de peso vivo/día. Exceptuando las vacas que se encuentran en estados iniciales de la lactancia, la respuesta a la suplementación decae cuando el nivel de banano excede 0,37 kg MS/100 kg de peso vivo. Independientemente del estado de lactancia, la respuesta a los niveles bajos de banano (0,13 a 0,37 kg de MS/100 kg de peso vivo/día) es muy marcada, variando entre 28 y 57% más que la producción de vacas que no se suplementan.

Los cambios de peso de las vacas en los primeros estadios de la lactancia (hasta los 2 meses) indican pérdidas; aunque éstas disminuyen a medida que aumenta el nivel de banano suplementario. En contraste, las vacas cuyos cambios de peso se miden desde el primer, tercer, o quinto mes de lactancia, siempre muestran ganancia de peso y el nivel de suplementación no influye de manera importante, especialmente en los dos últimos estadios.

La composición de la leche no varió significativamente por efecto del estado de lactancia o del nivel de suplementación.

En vista de los resultados descritos se concluye que: la vaca lactante es más sensible a la suplementación, cuando ésta se inicia un mes después del parto, que las respuestas más marcadas ocurren cuando el nivel de banano no excede a 0,37 kg MS/100 kg PV/día y que si se excede

este nivel en vacas de un mes o más de lactancia, la producción tiende a ser semejante a la producción de vacas que no reciben suplementación a base de banano.

## SUMMARY

The study reported herein was conducted with the purpose of comparing milk production responses in grazing cows supplemented with various levels of green bananas at various stages of lactation.

Sixty cows each having had at least one previous lactation were used. All were either of Jersey (J), Criollo (C), J X C or Ayrshire x J x C breeding. The animals had access to African Star grass pastures, managed in a rotational system with 2 days of occupation and 23 days of resting. The average stocking rate maintained was 5,9 cows/ha.

To avoid creating a protein deficiency in animals eating bananas, a protein supplement consisting of 30% non-protein nitrogen (urea) and 70% protein nitrogen (meat and bone meal) was used to complete requirements. This protein supplement was provided on an individual basis after each milking which was carried out twice a day.

During and after milking the cows were also given the amounts of bananas that corresponded to each treatment.

A completely randomized design with a factorial arrangement of treatments was used, the two variables were  $X_1$  (stage of lactation at which supplementation started): -1, 0, +1, +3 and +5 months with respect to calving, and  $X_2$  (level of supplementary bananas): 0; 0,3; 0,7 and 1,2 kg DM/100 kg body weight/day. The supplementation was practiced continuously during two months.

The greatest responses to supplementation were found when this was initiated at one month after calving.

Milk yield was increased 57% (with respect to non-supplemented cows) when the level of banana intake was 0,37 kgDM/100 kg body weight/day. With the exception of cows at the initial stages of lactation, the benefit due to the supplement diminishes as the level of bananas exceeds 0,37 kg DM/100 kg BW/day.

Regardless of the stage of lactation, the response to low levels of bananas (0,13 to 0,37 kg) is very definite, ranging from 28% to 57% more milk production as compared to that shown by cows given no supplement.

The body weight changes in cows just initiating their lactating (up to two months of lactation) indicate losses which are reduced as the level of bananas consumed increases. In contrast cows whose body weight changes were measured from the first, third or fifth month of lactation, always showed weight gains and supplementing their diet with bananas does not seem to influence these changes.

Milk composition (fat and protein) was not significantly affected by the stage of lactation or by the level of banana supplement.

In view of the above described results, it is concluded that the lactating cows is most sensitive to energy supplementation when this is imposed at one month after calving, that marked responses to supplementation occur when the level of bananas does not exceed 0,37 kg DM/100 kg BW/day and that if this level is exceeded in cows with one or more months of lactation, the production tends to be similar to that of cows that do not receive the banana supplement.

LISTA DE CUADROS

Página

Cuadro No.

1	Consumo diario de alimentos, durante el período experimental .....	8
2	Consumos de cada ingrediente y aportes calóricos y nitrogenados calculados por día, según el nivel de banano verde suplementado (variable $X_2$ ) ...	10
3	Producción promedio de leche para cada tratamiento .....	14
4	Análisis de varianza para producción de leche .....	15
5	Incremento relativo en la producción de leche debido a la suplementación para las diferentes etapas de la lactancia .....	24
6	Análisis de varianza para cambio de peso por efecto de los tratamientos .....	26

APENDICE

1A	Distribución de las observaciones utilizadas en el ANDEVA .....	46
2A	Composición racial, peso inicial al tratamiento número de lactancia actual y producción de leche, de cada animal dentro del tratamiento asignado .....	47
3A	Análisis de varianza de la regresión para cambio de peso por efecto de la suplementación ..	49
4A	Análisis de varianza para contenido de grasa láctea por efecto de la suplementación .....	50

APENDICE (Cont.)

5A	Análisis de varianza para contenido de proteína láctea por efecto de la suplementación .....	50
6A	Incidencia de mastitis sobre la vaca durante el período experimental en los diferentes estados de lactación .....	51
7A	Contenido de proteína cruda (P.C.) y digestibilidad (DIVMS) del pasto consumido estimado .....	52

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1	Producción de leche, en función de los diferentes niveles de banano suplementado para las diferentes etapas de la lactancia .....	17
2	Porcentaje de incremento en producción de leche, en función de los diferentes niveles de banano suplementado para las diferentes etapas de lactancia ...	23
3	Cambio de peso diario de las vacas en función de los niveles, el banano suplementado para etapas de lactancia diferentes .....	27
4	Contenido de grasa de leche, en función de los niveles de banano suplementario para diferentes etapas de lactancia .....	31
5	Contenido de proteína láctea, en función de los niveles de banano suplementado para diferentes etapas en lactación .....	32

## I. INTRODUCCION

La producción de leche en pastos tropicales es generalmente baja, y los estudios con suplementación indican que el principal factor limitante de la producción es probablemente el bajo consumo de energía digerible.

Las praderas tropicales bajo explotación extensiva (de baja productividad) comprenden pastos de menor calidad (bajo contenido proteico, energía metabolizable y digestibilidad y alto contenido de fibra cruda) y más rápida maduración, que los existentes de las zonas templadas. Con estos pastos el consumo de nutrientes no logra satisfacer las necesidades de vacas lecheras con altas producciones, a pesar del pastoreo selectivo y de un manejo eficiente de los pastizales. Por lo tanto, si se desea incrementar la producción de leche es necesaria la suplementación. Entre los suplementos energéticos disponibles bajo condiciones tropicales, está el fruto de banano desechado en las empacadoras, el cual es un material rico en almidón y abundante en los países centroamericanos.

Al suplementar con banano en pastoreo se ha obtenido en ganado de carne, incrementos de hasta un 30 por ciento en la producción de carne, mientras que al hacerlo en ganado lechero la ventaja ha sido de apenas un 16 por ciento en la producción de leche. La razón podría radicar en la diferente respuesta que se obtiene al suplementar a diferentes estados de lactancia, anotándose que los trabajos de suplementación de vacas lecheras han sido hechos en un estado relativamente avanzado en el período de lactancia en el que se espera una gran reducción de la capacidad de respuesta a un mejoramiento en la calidad del alimento.

Por los motivos anteriores se ha planteado el presente trabajo con el objetivo específico de evaluar la magnitud de las respuestas en producción de leche de vacas en pastoreo, suplementadas con diferentes niveles de bano y en función de diversos estados de lactancia, incluyendo el parto.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Composición y utilización de pastos tropicales

La producción de leche en el trópico se ha visto limitada por la baja calidad de sus praderas. Así, las praderas tropicales a diferencia de las de zonas templadas, presenta una mayor proporción de fracciones fibrosas (72) y menores niveles de proteína cruda (30, 51), digestibilidad (11, 15, 54) y nutrientes digestibles totales (51).

A pesar de que los animales, por medio de un proceso de selección ingieren forraje de mejor calidad que el ofrecido (73), las vacas altas productoras de leche no logran consumir suficiente cantidad de nutrientes como para cubrir sus necesidades, con las consecuentes bajas producciones (26, 32, 57).

Si se desea una producción adecuada en condiciones de pastoreo, es necesario el uso de suplementos energéticos. Esta suplementación, si es que no se quiere incurrir en mayores gastos de producción, deberá ser en base a subproductos locales, de bajo costo y fácil obtención.

### 2.2 Suplementación con banano verde

En los países tropicales un subproducto disponible para la alimentación animal es el banano de deshecho. Este adquiere gran importancia en la alimentación animal debido a su volumen y constancia de producción a través del año. Para Costa Rica, la producción estimada en 1978 fue de 172.368 toneladas métricas de banano verde de deshecho (4), en esta estimación se ha usado un factor de deshecho del 15 por ciento (46, 47).

Su alto contenido de almidón (64% a 72%) hace del banano verde un suplemento rico en energía (3,0 Mcal de energía metabolizable por kilogramo de materia seca) (1, 27, 46,). El almidón del banano se encuentra constituido por un 43 por ciento de amilosa y un 47 por ciento de amilopectina (35). De acuerdo a varios autores, (9, 43) los contenidos de materia seca (20,2% a 23,1%), de fibra cruda (4,5% a 5,4%) y de proteína cruda (3,9%) en el banano verde son bajos.

Se ha evaluado el efecto de la suplementación con banano sobre la producción animal, encontrándose incrementos en retención de nitrógeno (64), eficiencia alimenticia (36, 64), ganancia de peso (65) y una cierta tendencia hacia una mejor producción de leche (46, 79). Además existe un incremento en el consumo total de materia seca (46) cuando se usa banano en la ración.

Se ha encontrado que el banano puede sustituir adecuadamente concentrados usados en rumiantes, siempre y cuando se mantenga un balance proteico apropiado (20, 21), demostrando ser una mejor fuente energética, que la melaza para producción de carne (36). El banano usado como suplemento energético de animales en pastoreo, produce efectos aditivos y sustitutivos sobre el forraje (2, 79, 80).

Es posible que las anteriores respuestas en producción sean debidas en parte al efecto del almidón contenido en el banano verde. Se conoce que al suplementar con almidón se incrementa la proporción molar de ácido propiónico en el rumen (3, 6, 39, 48, 66) y disminuye la formación de metano (18), aumenta la síntesis de nitrógeno microbiano (53, 59), hay un mayor paso de glucosa y precursores glucogénicos hacia el duodeno (22, 23), así como de proteína microbiana (38, 39).

En contraste con las respuestas claras obtenidas en bovinos de carne que consumen banano, en vacas lecheras sólo se han logrado incrementos de 16 por ciento, en la producción de leche cuando se han usado 1,2 kilogramos de materia seca de banano por 100 kilogramos de peso vivo en la vaca y por día (79). Se ha argumentado (79) que esta baja respuesta ha sido causada por el potencial genético relativamente bajo de las vacas (Criollo, Jersey, cruces de estos con Ayrshire), el avanzado estado de lactancia (que promediaba seis meses), lo cual no permite sensibilidad a tratamientos (16, 42, 50), y finalmente, a que dichos animales además de recibir banano recibían una suplementación con melaza/urea que hacía innecesario el uso de cualquier otro suplemento.

Resultados semejantes ha obtenido Lazarte (44) con el mismo tipo de animales usados por Villegas (79), aunque usando harina de yuca en vez de banano.

### 2.3 Efecto de la suplementación en diferentes estados de lactancia

Aparentemente, la etapa de lactancia en que se introduce una mejora nutricional es determinante de la productividad de la vaca (42). Por ejemplo, se conoce que en animales de pesos similares se obtiene una mayor respuesta en producción al suplementar durante las primeras 20 semanas después del parto (50) que antes de éste (49). Por otro lado, Rogers *et al.* (62) han encontrado que se puede lograr una mayor producción de leche, cuando los animales son alimentados antes del parto con niveles altos de concentrados; sin embargo, los autores señalan que éste efecto pareciera estar más asociado con la diferencia en peso corporal, que con el nivel de alimentación e incrementos de pesos previos.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización del estudio

El ensayo se realizó en la Finca Experimental Ganadera y Laboratorios del Programa de Producción Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica. Este Centro se encuentra localizado en una zona tropical húmeda con una altitud de 600 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio anual es de 22<sup>a</sup> C, la precipitación pluvial es de 2.600 milímetros como promedio anual y la humedad relativa es de 90 por ciento.

#### 3.2 Animales y su manejo

##### 3.2.1 Población animal y área utilizada

Para la prueba de suplementación se utilizaron 60 vacas, en diferentes etapas de lactación, con más de una lactancia, pertenecientes a las razas Jersey, Criollo, cruces de Jersey x Criollo (F<sub>1</sub>) y cruces de Ayrshire por la F<sub>1</sub>.

Se destinaron a los animales 10 ha para pastoreo, divididas en 25 apartos de 4167 m<sup>2</sup> cada uno, para un sistema de pastoreo rotacional en pasto estrella africana (Cynodon nlemfuensis), de dos días de ocupación y 23 de descanso. La carga animal sostenida fue aproximadamente de 5,9 animales por hectárea, que en promedio pesaban 325 kg.

Los potreros en los que se realizó el estudio recibían una fertilización de 500 kg/ha/año de una fórmula completa 18-10-6-5 y 160 kg N/ha/año,

bajo la forma de nitrato de amonio, de acuerdo al programa de fertilización rutinario para el hato lechero de la Finca Experimental Ganadera.

### 3.2.2 Suplementación

Las vacas tuvieron un período de adaptación de una semana y un período de recolección de datos de cuatro semanas, para los animales suplementados un mes antes del parto y de siete semanas para los demás tratamientos. En el período de adaptación los animales se habituaron al consumo de banano verde (según el tratamiento asignado) y al uso de cepos individuales. Luego de cada ordeño, los cuales se realizaron mecánicamente a las 6:30 a.m. y 4:00 p.m., los animales pasaban a un establo de aproximadamente 250 m<sup>2</sup>, donde recibían individualmente el banano de deshecho y el suplemento proteico, de acuerdo al peso corporal. El suplemento proteico a ofrecerse en cada comida, se mezcló con 250 g de melaza. Adicionalmente, durante cada ordeño se suplió a cada animal de 250 g de melaza. También se suministró sal mineralizada <sup>a/</sup> y agua a voluntad (Cuadro 1).

Una vez suplementadas las vacas se trasladaban al potrero, donde permanecían hasta el siguiente ordeño.

Con el fin de evitar que los animales que consumieron banano, no tuviesen desventajas en el consumo de proteína cruda, se calculó la necesidad de un suplemento proteico. El procedimiento consistió en tomar los requisitos de un animal con un promedio de 367 kg, produciendo 12 kg de

---

<sup>a/</sup> Ca, 6,34%; NaCl, 62,7%; P, 0,60%; Mg, 0,15; Mn, 150 ppm; Zn, 300 ppm; Fe, 300 ppm; Cu, 60 ppm; I 9,6 ppm; Co, 1,2 ppm; Se, 0,3 ppm.

Cuadro 1. Consumo diario de alimentos durante el período experimental.

ALIMENTO	ESPECIFICACION
Pasto	<u>Ad Libitum</u>
Banano de deshecho	según tratamiento
Melaza	1,0 kg/animal/día
Harina de carne	según tratamiento
Urea	según tratamiento
Sal mineral	<u>Ad Libitum</u>
Agua	<u>Ad Libitum</u>

leche por día, según el NRC (58). Para estimar la cantidad de PC consumida del pasto, se utilizó la función  $y = \frac{1}{0,499 - 0,208 e^{-1,99X}}$  desarrollada por Villegas (79), en la cual X= banano suplementario, Kg MS/100 kg PV/día y y= consumo de pasto, Kg MS/100 PV/día. A la cantidad calculada con base en la función, se sumaron las cantidades de PC aportados por el banano y la melaza ingeridas en cada tratamiento y la diferencia fue aportada por el suplemento proteico.

El suplemento proteico estuvo constituido por una mezcla de harina de carne y urea, de manera que 70 por ciento de la PC fuera aportada por una fuente de proteína verdadera y un 30 por ciento por otra de nitrógeno

no proteico (NNP) para simular la proporción en que se encuentran estos componentes en los forrajes (8). La fuente de proteína verdadera suplementaria fue la harina de carne, mientras que la de NNP fue la urea.

Con base en los resultados de los cálculos anteriores se elaboró el Cuadro 2, que indica la suplementación de harina de carne y urea necesaria para llenar los requisitos proteicos de los animales al ingerir los diferentes niveles de banano evaluados.

### 3.3 Diseño y tratamientos

Se utilizó un diseño irrestricto al azar con un arreglo factorial de los niveles de las variables  $X_1$ = etapa de lactancia en que se inicia la suplementación (-1, 0, +1, +3, +5 meses respecto al parto) y  $X_2$ = nivel de banano suplementario (0, 0,3, 0,7 y 1,2 kg MS/100kg PV/día, resultando así en 20 tratamientos. Cada tratamiento comprendió 3 vacas. La distribución de los animales en los tratamientos se hizo buscando un balance entre ellos con base en la producción de leche en la lactancia previa.

La suplementación con banano comenzó en cada una de las fechas señaladas para  $X_1$ , continuándose por dos meses. Al suspenderse el tratamiento las vacas continuaron en un régimen de pastoreo y suplementación con melaza según el manejo usual de la Finca Experimental Ganadera del CATIE.

### 3.4 Recolección de datos

#### 3.4.1 Producción y composición de leche

La producción de leche se tomó semanalmente pesando la leche de ambos ordeños (mañana y tarde) de cada vaca individualmente. Este peso fue corregido al 3,5 por ciento de grasa según los factores de Gaines y Davidson

Cuadro 2. Consumo de cada ingrediente de aportes calóricos y nitrogenados calculados por día, según el nivel de banano verde suplementado (Variable  $X_2$ ).

Nivel de banano ( $X_2$ ) (kg MS/100 PV) $\bar{a}_2$	Pasto consumido (kg MS/100 kg PV) $\bar{b}$	Consumo total EM (Mcal/200 kg PV) $\bar{c}/\bar{d}/\bar{e}$	Harina de carne (g MS/100 kg PV) $\bar{f}$	Urea (g/100 kg PV) $\bar{g}$	Consumo total PC (g/100 kg PV) $\bar{h}$
0,0	3,44	7,88	40	2,1	273
0,3	2,60	7,03	176	9,3	273
0,7	2,24	7,48	208	10,9	273
1,2	2,18	8,85	170	9,0	273

a/ Banano verde: 21% MS, 5,0% PC, 3,0% Mcal EM/kg MS.

b/ Consumo calculado, usando función desarrollada por Villegas (79), consumo de pasto, kg MS/100 kg PV/día =  $\frac{1}{-1.990X}$ , donde X = consumo de banano, kg MS/100 kg PV/día,  $R^2 = 0,95$ .

c/ Melaza de caña: 76% MS, 4,3% PC, 3,47 % Mcal EM/kg MS.

d/ Los contenidos de MS y PC del pasto, supuestos son: 10% PC y 2,08 Mcal EM/kg MS en el pasto consumido.

e/ El balance nitrogenado es cero, ya que los requisitos según NRC para una vaca de 367 kg, con una producción de 12 kg de leche por día, 3,8% de grasa es de 273 g PC/100 kg PV/día y 6,46 Mcal EM/100 kg PV/día.

f/ Harina de carne: 94% MS, 37,6% PC (100 % proteína verdadera).

g/ Urea: 100 % MS, 287,5% PC (100 % NNP).

h/ Aproximadamente 70% como proteína verdadera y 30% como NNP.

(60)<sup>a/</sup>. Además los datos fueron corregidos por producción de leche en la lactancia previa, peso al parto y producción al inicio de la lactancia.

De la leche producida, se tomaron muestras separadas del ordeño de la mañana y de la tarde, las cuales se mezclaron previo un calentamiento a aproximadamente 35°C para luego ser analizadas en cuanto a su contenido de grasa por el método de Babcock y contenido proteico por el método micro-Kjeldahl (5).

Mensualmente durante los 5 meses que duró el ensayo, se determinó la incidencia de mastitis usando la prueba de California (61).

En el caso de los animales del tratamiento de suplementación un mes antes del parto, luego de parir, pasaron una semana durante la cual no se tomaron datos de producción de leche dado que esta no se produce sino hasta el quinto día después del parto. Un procedimiento similar se efectuó con las vacas que entraron al ensayo inmediatamente después del parto (etapa de cero en lactancia).

Para las vacas en la etapa de un mes antes del parto se obtuvieron cuatro observaciones de producción y para los animales en las otras etapas las observaciones previstas fueron siete, así se estima que el número total de observaciones era de 384, pero por razones ajenas al experimento (Cuadro 1A), el número de observaciones se redujo a 347.

---

a/ Leche corregida al 3,5 por ciento de grasa=  $0,432 \times \text{kg de leche} + 16,22 \times \text{kg de grasa}$ .

### 3.4.2 Cambio de peso de las vacas

Luego del peso inicial los animales se pesaron semanalmente. Esto se realizó después del ordeño de la mañana, antes de ser suplementados, y con datos así obtenidos se probó una corrección por peso al parto anterior. Estos datos fueron utilizados para medir los cambios en peso corporal y para calcular las cantidades de banano y suplemento proteico a suplementar en la siguiente semana de acuerdo al tratamiento.

Con el fin de calcular el peso de las vacas secas que entraron al experimento, para efectos de la suplementación preparto, se obtuvieron datos de peso al parto y número del parto de algunos animales que se encuentran en los registros de la Finca Experimental Ganadera del CATIE. Calculándose luego una regresión simple en que peso al parto (kg) =  $326,3 + 10,38$  (número del parto),  $R^2 = 0,40$ .

### 3.4.3 Composición del pasto consumido

Para estimar la calidad del pasto por las vacas se tomaron mensualmente muestras de ofrecido y rechazado, a las que se les efectuó análisis de contenido de proteína cruda (PC) por el método de microKjeldahl (5) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) por el método de Tilley y Terry (76).

## 3.5 Análisis de la información

### 3.5.1 Producción de leche

La producción de leche corregida al 3,5 por ciento de grasa, en función del nivel de banano verde suplementario, para cada estado de lactancia, fue definido por el modelo:

$$Y = b_0 e^{-bX_2} X_2^{b_2}$$

donde:

Y= producción de leche para cada una de las etapas de lactancia estudiadas corregida al 3,5 por ciento de grasa

$b_0, b_1, b_2$  = coeficientes de regresión

$X_2$  = niveles de banano verde suplementado, kg MS/100 Pv/día.

$e$  = base de logaritmo natural

### 3.5.2 Cambio diario de peso

El cambio de peso de los animales en función del estado de lactancia y el nivel de banano suplementario se analizó por el siguiente modelo:

$$Y_4 = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{12} X_1 X_2$$

donde:

$Y_4$  = cambio de peso de las vacas, kg/animal/día.

$b_0$  = intersección cuando  $X_1$  y  $X_2$  tienen un valor de 0.

$b_i$  = coeficientes de regresión.

$X_1$  = estado de lactancia, meses respecto al parto.

$X_2$  = nivel de banano verde suplementario, kg MS/100 kg PV/día.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Producción de leche: Efecto de la etapa de lactancia en que se provee el suplemento:

El Cuadro 3 muestra los promedios de producción de leche corregida al 3,5 por ciento de grasa para cada uno de los 20 tratamientos. Los datos individuales de producción se presentan en el Cuadro 2A del apéndice. Nótese en el Cuadro 3 que el factor etapa de lactancia tiene, a primer examen visual, una marcada influencia sobre la producción de leche si se comparan las cifras correspondientes a las etapas -1, 0 y 1 mes, en relación al parto, con las cifras 3 y 5 meses después del parto. También se nota alguna influencia del banano suplementario en favor de una mayor producción de leche.

Cuadro 3. Producción promedio de leche para cada tratamiento, en kg/vaca/día <sup>a/</sup>.

Niveles de banano suplementario (Kg MS/100 kg PV)	Etapas de lactancia (mes respecto al parto)					$\bar{X}$
	-1	0	1	3	5	
0,0	7,86	8,90	8,39	6,35	6,79	7,66
0,3	10,65	10,29	10,85	8,02	6,17	9,20
0,7	8,82	10,36	8,13	5,76	6,52	7,92
1,2	9,65	9,44	9,07	5,22	6,89	8,05
$\bar{X}$	9,25	9,75	9,11	6,34	6,59	8,21

<sup>a/</sup> Leche corregida únicamente por grasa (3,5 por ciento).

Las producciones corregidas por covarianza según producción en la lactancia previa (PLV), peso al parto (PAP) y producción al inicio de la lactancia (PIL) se sometieron a un análisis discriminador cuyo resultado se indica en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis de varianza para producción de leche.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Efecto de etapa (E)	4	82,458	33,16**
Efecto de nivel (N)	3	22,547	9,07**
Interacción (E x N)	12	6,893	2,77**
PLP	1	29,436	11,84**
PAP	1	3,710	1,49 <sup>ns</sup>
PIL	1	130,441	52,45**
Error	324	2,487	

\*\* altamente significativo ( $P \leq 0,01$ ).

ns= significativo ( $P \leq 0,05$ )

Aún cuando la covariable PAP no influyó significativamente sobre el ajuste a la producción de leche, los datos de producción que se emplean en el resto del documento (a menos que se indique lo contrario) son aquellos ajustados por PLP, PAP y PIL.

El análisis que se muestra en el Cuadro 4 indica que las dos variables que se aplicaron tuvieron efectos significativos sobre la producción de leche. Así mismo, el efecto mixto de las variables impuestas fue significativo.

A la luz de los resultados antes señalados, se prefirió examinar la naturaleza de los efectos mediante análisis de regresión. Los resultados de estos se muestran en la Figura 1.

En primer lugar es evidente que, a pesar del ajuste por producción inicial de leche, hay diferencias en el nivel de origen de las curvas de producción de leche en función del nivel de banano suplementario, especialmente si se comparan los orígenes de las curvas para -1 y 0 meses relativos al parto, versus los demás. Momentáneamente, este hecho se dejará de lado y será tratado más adelante. Ignorando entonces, las diferencias acotadas es posible afirmar que el estado de lactancia afectará en forma clara la respuesta a la suplementación, cualquiera que sea el nivel de ésta. El efecto está dado a favor de una suplementación energética que se inicia previo al parto (un mes antes), a partir del parto (0 meses) o a más tardar un mes después del parto.

Si se comparan solamente los valores de producción de leche cuando se suplementan las vacas en las etapas -1, 0 y 1 mes versus la producción de las vacas suplementadas en las etapas 3 y 5, se obtiene un contraste de 9,38 versus 6,74 kg leche/vaca/día. En estos cálculos no se incluyen los datos de producción de las vacas que no recibieron suplemento.

Los resultados anteriormente descritos podrían tener varias explicaciones. Es conocido que inmediatamente después del parto, las vacas tienen una marcada disposición de movilizar tejido corporal para la síntesis de leche (34, 55), causada por cambios hormonales (7, 33). Las reservas de tejido corporal están a disposición del animal hasta en un 50 por ciento (34) dependiendo del grado de engorde de la vaca al momento del parto (49).

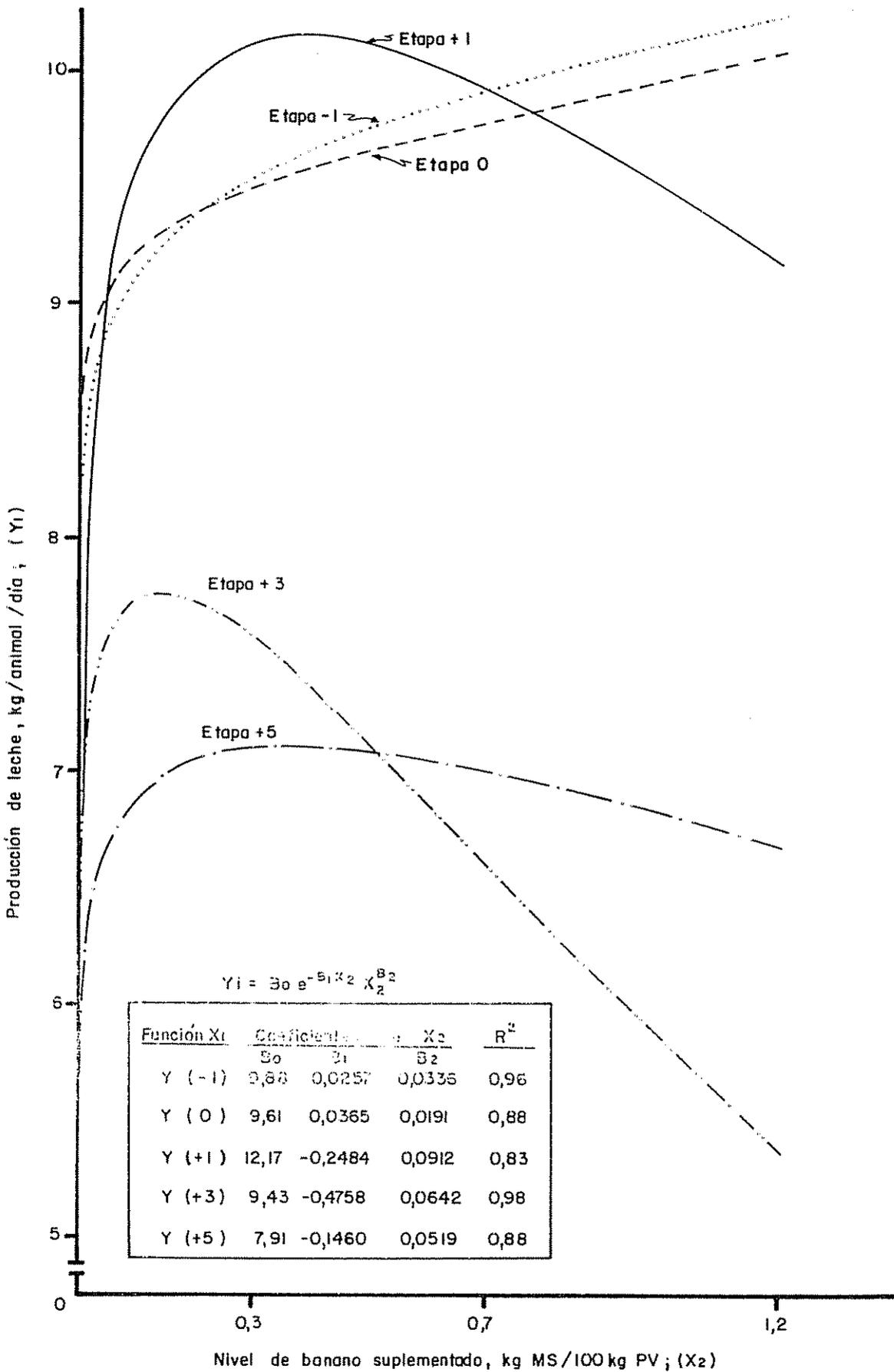


Fig. 1 Producción de leche en función de los diferentes niveles de banano suplementado, para las diferentes etapas de lactancia

Siendo la producción de leche al inicio de la lactancia un evento fisiológico de alta prioridad metabólica, pareciera lógico esperar una mejor respuesta positiva a la suplementación cuando ésta se provee en el momento en que las demandas energéticas para síntesis de leche son mayores (etapas -1, 0 y 1). Se trae a colación que cada etapa significa un período de suplementación de dos meses comenzando en el mes que identifica a la etapa (Figura 1).

#### 4.2 Producción de leche: Efecto del nivel de suplemento según la etapa de la lactancia en que se provee

Como se había indicado antes, el nivel de suplementación afectó significativamente la producción de leche. Al respecto hay que distinguir dos efectos: uno es que sin importar la etapa de lactancia en que se inició la suplementación, todos los grupos de vacas mostraron una notoria respuesta en producción al suplementarse con niveles bajos de banano.

De acuerdo a las regresiones de la Figura 1, el nivel de suplementación en que se observa el gran incremento inicial en la producción está entre 0,1 y 0,4 kg de MS de banano/100 kg de peso vivo/día. Los máximos incrementos logrados dentro de este rango de suplementación fueron: 24 por ciento para la etapa -1, con  $X_2 = 0,4$  kg MS/100 kg PV; 14 por ciento para la etapa 0, con  $X_2 = 0,4$  kg MS/100 kg PV; 57 por ciento para la etapa + 1, con  $X_2 = 0,37$  kg MS/100 kg PV; 28 por ciento para la etapa + 3, con  $X_2 = 0,13$  kg MS/100 kg PV y 29 por ciento para la etapa + 5, con  $X_2 = 0,36$  kg MS/100 kg PV. Todos estos incrementos porcentuales están dados en relación a la producción de las vacas con igual etapa de lactancia, pero que no recibieron suplementación con banano.

La magnitud de las respuestas a la suplementación es indicativa de que los animales estaban nutricionalmente limitados para exhibir su capacidad productiva de leche. Dada la naturaleza del suplemento, sería lógico esperar que la restricción nutritiva de los animales era energética. Además Leng y Preston (48) han propuesto que las vacas lactantes tienen una alta demanda de glucosa que, bajo condiciones tropicales, difícilmente se puede satisfacer pues casi todos los alimentos se utilizan enteramente en el rumen. Se usan pocas cantidades de recursos ricos en almidón y en tal forma, es de esperar que este se fermente totalmente en el rumen. Sin embargo, recientemente se han producido algunos datos que rebatirían la conclusión (quizás un tanto apresurada) que el banano mejoró la producción porque suplió la energía (especialmente glucosa o sus precursores) que le limitaba. La información aludida se discute enseguida.

Olivo (59), encontró que cuando se usa almidón (y especialmente si este es rico en amilopectina) se estimula la síntesis de proteína microbiana ruminal, en condiciones in vitro. El estímulo llega a ser de hasta 80 por ciento medido tanto por incorporación de  $P^{32}$  o de N o por incremento en la masa microbiana. Este efecto ocurrió en condiciones en que el N en el medio del cultivo era en forma no proteica.

Ruiz y Ruiz (65) encontraron que cuando se añade una fuente de almidón (hasta 25 por ciento de la energía suplementaria), la retención de N mejora hasta en un 30 por ciento y que éste está correlacionado linealmente con la tasa de ganancia de peso. En otras palabras, este trabajo señala que el efecto benéfico del almidón sobre la ganancia de peso no estaría dado por un efecto directo de la energía sino, más bien, por un efecto indirecto del almidón a través de una mayor producción de proteína microbiana y/o mejor

retención de N, lo que redundaría en el mejoramiento del suministro de proteína al animal y una mejor producción.

Finalmente, R. Ørskov <sup>1/</sup> ha conducido un experimento en que según su criterio, se demuestra claramente que si ocurre un estímulo en la producción de leche éste no sería debido a la introducción de glucosa o ácido propiónico en el sistema sanguíneo, pero sí a la introducción de aminoácidos. Opinión que es compartida por varios investigadores (10, 28, 37, 71, 77).

A la luz de lo discutido, pareciera que el efecto positivo del banano sobre la producción de leche no es directamente de carácter energético al animal sino de carácter proteico, por acción de los microorganismos del rumen que resulta en mayor síntesis de proteína microbiana.

Retornando a la Figura 1, se observa una interacción entre el nivel de banano suplementario y el estado de lactancia. Al usar los mayores niveles de banano, las vacas que comenzaban a consumirlo a un mes o más después del parto reducían su producción de leche. Tal efecto no se manifestó en las vacas que comenzaron a consumir el banano inmediatamente después del parto o un mes antes. Estos resultados concuerdan con lo observado por otros investigadores (42, 50) quienes sostienen que si se tiene el cuidado de suplir nutrientes a plenitud durante la etapa inicial de la lactancia, la vaca rendirá sus mayores producciones en la lactancia, pues no se permite que la vaca llegue a sufrir marcadamente como consecuencia del desgaste, o movilización de reservas que naturalmente ocurre en la lactancia. La

---

<sup>1/</sup> Comunicación personal al Dr. M. E. Ruíz, 1980.

hipótesis propuesta en este trabajo es que tanto en los grupos suplementados un mes antes del parto o al momento del parto se llegó a estimular la producción de leche en toda la lactancia porque se sentó un "precedente", o nivel de excelencia de producción, al inicio de la lactancia el cual la vaca tenderá a mantenerlo en el resto de la lactancia. Una indicación de que esto fue lo que realmente se produjo estaría dado por el hecho que las vacas de las etapas -1 y 0 perdieran peso (aún cuando se usaron niveles altos de banano) mientras que las vacas de las otras etapas ganaron peso (Figura 3).

La reducción en la producción, al usar los más altos niveles de banano es, aparentemente, un resultado de un cambio en la composición microbiana del rumen, promovido por el almidón, el cual causaría un debilitamiento de la actividad celulolítica (12, 13, 23, 45, 68, 74), que se traduce en una demora en la digestión de fibra y, reduciendo por lo tanto el consumo y aprovechamiento del forraje, (24, 39, 69, 74, 75, 80) principal fuente de proteína verdadera para la vaca. San Martín (67) y Medina (52) han encontrado que el banano, reduce la tasa de digestión de la pared celular de forrajes, cuando se ofrece a niveles superiores al 21 por ciento de la ración (aproximadamente 0,4 kg MS/100 kg PV). En el caso de las vacas de las etapas -1 y 0, quizás el consumo de forraje no se vio afectado demasiado pues estos animales dependían en gran medida de sus reservas debido a que estaban en la etapa inicial de la lactancia.

#### 4.3 Sensibilidad de la respuesta en producción de leche debido a la suplementación

Nótese que en la Figura 1 las curvas de respuesta a la suplementación

energética no son fácilmente comparables dado que los orígenes de ellas no son coincidentes. Las únicas comparaciones lógicas son las que se han hecho en las secciones 4.1 y 4.2 que son, principalmente, de orden cualitativo.

Utilizando los valores generados por las funciones indicadas en la Figura 1, se procedió a ubicar las respuestas en los diferentes niveles de banano suplementario con respecto a la producción de leche en ausencia de la suplementación dentro de cada etapa. De esta manera, las respuestas se expresan en porcentajes con respecto al nivel de producción de leche con el nivel 0 de banano (Figura 2).

La Figura 2, consecuentemente, es un medio por el cual se pueden comparar las etapas y los niveles de suplementación. Las formas de las curvas son, necesariamente similares a las presentadas en la Figura 1. Es evidente que las vacas cuya suplementación se inició al mes del parto fueron las que mostraron mayor sensibilidad a dicha suplementación; la máxima respuesta fue de 57 por ciento más de producción que cuando no se usa suplemento. Dicha respuesta se obtendría con un nivel de 0,4 kg de banano en base seca/100 kg PV/día. Las respuestas en producción de leche en las otras etapas no muestran grandes diferencias entre sí aunque si con respecto a la producción en la ausencia del banano suplementario. El Cuadro 5 resume las cifras de máxima producción adicional de leche y el nivel de suplemento en que se obtiene tal respuesta.

Se ha encontrado respuestas similares a los incrementos aquí expuestos, especialmente en los estados avanzados de la lactancia. Así Combellas et al, (16) encontraron un incremento máximo en producción de leche de un 21

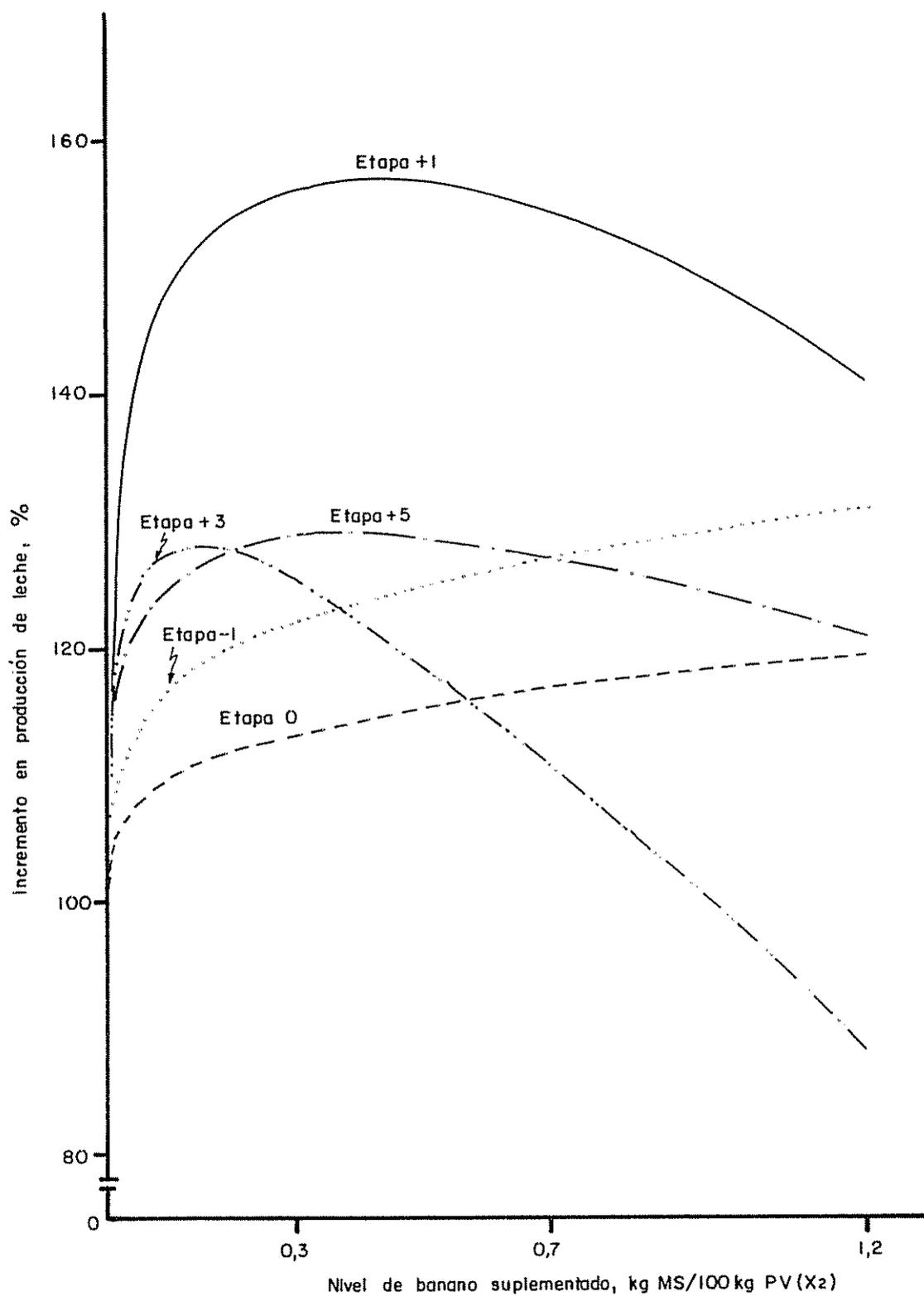


Fig. 2 Porcentaje de incremento en producción de leche, en función de los diferentes niveles de banana suplementado, para las diferentes etapas de lactancia

Cuadro 5. Incremento relativo en la producción de leche debido a la suplementación para las diferentes etapas de la lactancia.

Etapa de lactancia con respecto al parto meses	Máxima respuesta entre 0,1-0,4kg MS/100 kg PV		Máxima respuesta entre 0,1-1,2kg MS/100 kg PV		Valor de t <sup>a/</sup>	Producción de leche cuando no se suplementó
	Nivel de banano	Incremento %	Nivel de banano	Incremento %		
-1	0,40	24	1,20	31	-0,36 <sup>ns</sup>	7,83
0	0,40	14	1,20	20	-2,31 <sup>ns</sup>	8,42
+1	0,40	57	0,40	57	4,27 *	6,48
+3	0,15	28	0,15	28	-0,89 <sup>ns</sup>	6,05
+5	0,35	29	0,35	29	-0,71 <sup>ns</sup>	5,52
Promedio				33%		

a/ datos provenientes de una curva normal por lo tanto en promedio los incrementos tienden a ser normales.

\* Significativo ( $P \leq 0,05$ ).

ns= no significativo ( $P \leq 0,05$ ).

por ciento al suplementar con alimentos ricos en almidón, Lazarte (44) de un 14 por ciento y Villegas (79) un incremento de 16 por ciento.

Es importante observar que las respuestas en producción de leche antes descritas se obtuvieron de enero a junio, período que incluye el verano. Es probable que la respuesta a la suplementación con banano sea diferente en otra época, como consecuencia de variaciones en la calidad nutritiva del pasto, pues Medina (52) observó que el efecto del banano sobre la tasa de degradación del forraje era variable, en función de la calidad del mismo.

#### 4.4 Cambio de peso de los animales: efecto de la etapa de la lactancia

El análisis de varianza, cuyo resultado se muestra en el Cuadro 6, indicó que la etapa de la lactancia afecta significativamente, y en forma cuadrática (Cuadro 3A) el cambio de peso de las vacas durante la lactancia. Así, según la Figura 3 las vacas cuyo período observado de lactancia consistió en el primer mes (etapa -1) fueron las que más peso perdieron, seguidas por las que cuyo período de observación fue del parto a los dos meses (etapa 0). Con las vacas que se observaron desde el primer al tercer mes de lactancia (etapa +1) ya se nota un balance positivo. Los animales en las otras etapas son aún mejores en cuanto a cambio positivo del peso, pero las ventajas van acortándose hasta el punto en que las etapas +3 y +5 prácticamente no difieren entre sí.

Las relaciones antes descritas están de acuerdo con las demandas fisiológicas que impone la lactancia. Al principio las demandas son máximas y, aunque el animal reciba una nutrición de alta calidad, siempre usará reservas de tejidos (7, 55). A medida que la lactancia avanza la demanda nutricional que ella ejerce se va atenuando (58). Sin embargo, es de especial interés el notar que las vacas de la etapa +1 hayan mostrado un balance

Cuadro 6. Análisis de varianza para cambio de peso por efecto de los tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Efecto de etapa (E)	4	1,000	7,69**
Efecto de nivel (N)	3	0,203	1,56 <sup>ns</sup>
Interacción (E x N)	12	0,358	2,75*
PPLA	1	0,012	0,09 <sup>ns</sup>
Error	33	0,130	
TOTAL	53		

\*\* altamente significativo ( $P < 0,01$ )

\* significativo ( $P < 0,05$ )

ns = no significativo ( $P < 0,05$ )

positivo en cuanto a cambios de peso a pesar de haber tenido las producciones de leche más altas. En búsqueda de explicaciones, sólo se encuentra que las vacas lactantes tienen una curva de consumo voluntario que es similar a la curva de lactancia pero con unas dos semanas de demora, es decir, por ejemplo, que el pico de máximo consumo se alcanza dos semanas después

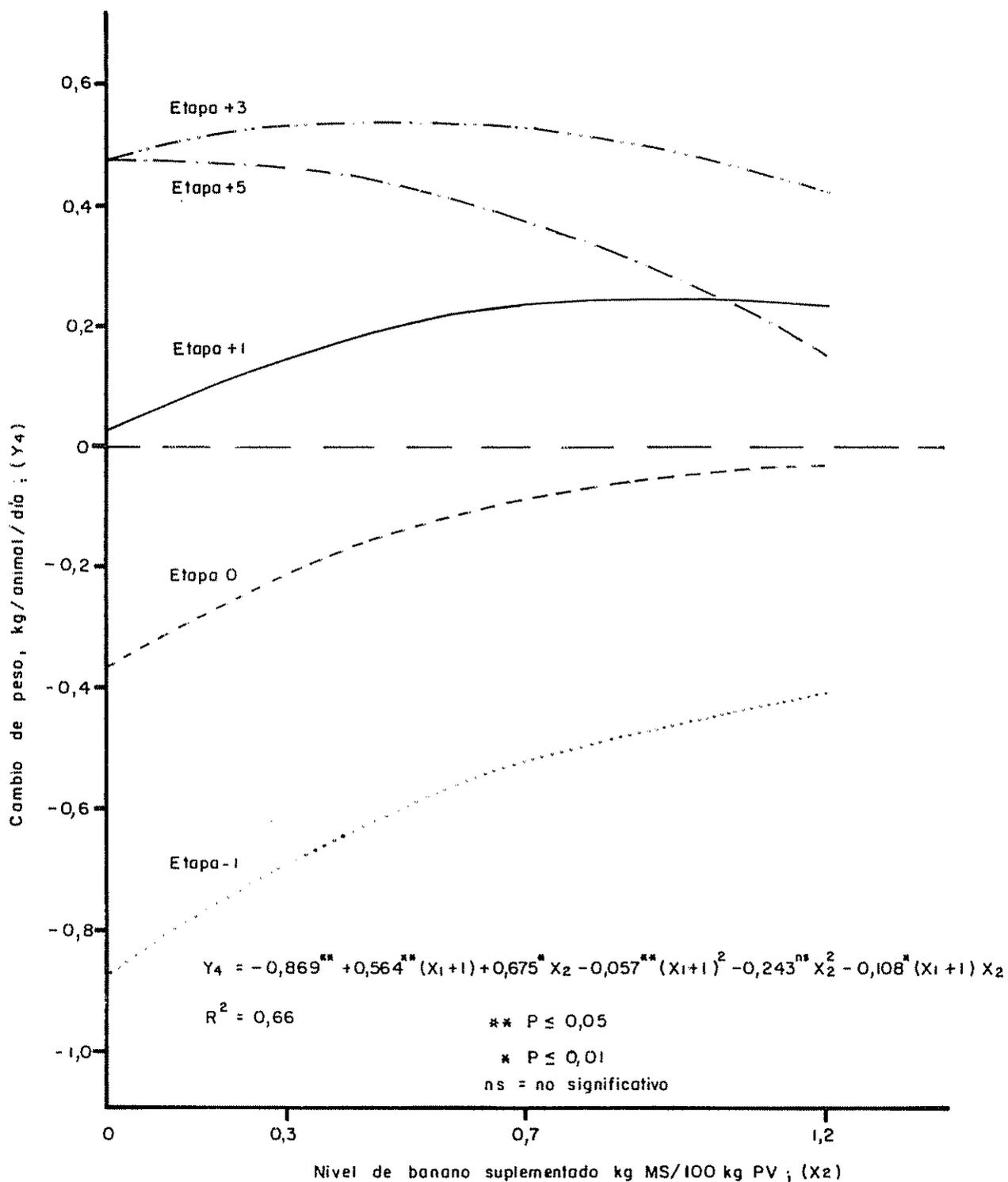


Fig. 3 Cambio en el peso diario de las vacas en función de los niveles de banano suplementado para etapas de lactancia diferentes

que se ha alcanzado el pico de máxima producción (56). Por lo tanto, es probable que las vacas del grupo +1 hayan tenido un mayor consumo promedio que las vacas de los otros grupos. La explicación dada es débil o incompleta, pero no se ha hayan más datos que ofrezcan una explicación más contundente.

#### 4.5 Cambio de peso de los animales: efecto del nivel de suplemento según la etapa en que se provee

En cuanto al efecto del nivel de banano, éste fue significativo sólo en su forma lineal. Además, la interacción con etapa también fue significativa (Cuadro 3A y 6).

Al observar nuevamente la Figura 3, es aparente que con las etapas -1, 0 y +1 el incremento en el nivel de banano causa un mejoramiento notable en los cambios de peso, reduciéndose las pérdidas en el caso de las etapas -1 y 0 y aumentando las ganancias en el caso de las vacas de la etapa +1. En contraste, los otros grupos (etapas +3 y +5) ligeramente reducen su ganancia de peso al elevarse el nivel de banano suplementario.

Previamente (sección 4.2) se había señalado que con niveles de banano superiores al 21 por ciento de la ración ó 0,4 kg MS/100 kg PV/día se espera una reducción en la tasa de digestión del forraje (67) y que quizás esto explicaba las reducciones en la producción de leche (excepto los grupos -1 y 0) según se observa en la Figura 1. Este evento tiene que mantenerse en mente al tratar de explicar los cambios de peso. En el caso de las etapas -1 y 0, el banano sí ejerce un efecto benéfico en cambios de peso aunque siempre hay pérdidas de peso. Estos cambios son similares a los cambios en la producción de leche. Es más, las vacas del grupo +1

que exhibieron altas respuestas en producción de leche también tienen tendencias similares a las vacas de las etapas -1 y 0 en lo referente a cambios en peso. Si el banano a altos niveles reduce el aprovechamiento del forraje, estas observaciones no son muy esperables. Más lógicos son los resultados con las vacas de las etapas +3 y +5 que se desmejoraron al elevarse el nivel de banano.

El planteamiento conflictivo del párrafo anterior tal vez se resuelva en parte al mencionar que al inicio de la lactancia (el caso de las etapas -1, 0 y +1) las vacas exhiben una mayor eficiencia en la utilización de la energía (40). Esta mayor eficiencia realmente está dada por el hecho que en el inicio de la lactancia los rumiantes metabolizan su grasa corporal al ocurrir cambios en niveles hormonales en esta etapa (19, 33, 70). En consecuencia, las vacas de las etapas -1, 0 y +1 estaban en un estado de altas necesidades nutricionales y se podría plantear la hipótesis que bajo estas condiciones de "stress" los animales tienden a ser más eficientes también en la utilización de los nutrientes absorbidos del tracto digestivo. Como se había hecho notar antes las vacas de la etapa +1 además tenían una mayor capacidad de consumo que las vacas de los otros grupos. De allí que ellas mostraron mejor respuesta en producción de leche y ganancia de peso, al suministrarles banano.

El hecho que las vacas de las etapas +3 y +5 hayan mostrado ganancia de peso no es de sorprender pues con el avance en la lactancia el metabolismo del animal va cambiando a un carácter catabólico, de recuperación de reservas (55, 56). Así, Villegas realizó un estudio con un promedio de seis meses de lactancia y observó que la principal respuesta al banano suplementario fue un engorde de las vacas en vez de un aumento en la producción

de leche. En una reciente revisión Combellas et al, (16) indican que en estadios avanzados de la lactancia, la suplementación tiene un efecto muy pequeño sobre la producción de leche (0,3 kg de leche por kg de concentrado), pero muy importante sobre la ganancia de peso.

#### 4.6 Composición de la leche

Los contenidos lácteos de grasa y proteína obtenidos como respuesta a la suplementación con banano verde se presentan en las Figuras 4 y 5 respectivamente. No se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en composición láctea entre los tratamientos, concordando con varios autores (25, 41, 50) que suplementaron con concentrados, aunque en desacuerdo con la mayoría de los trabajos que reportan una marcada depresión de la grasa láctea cuando se suplementa con alimentos ricos en almidón (14, 31, 75).

Las tendencias observadas tanto en el contenido de grasa (Figura 4) como de proteína (Figura 5), son hacia un ligero incremento conforme se aumenta el nivel de banano suplementario. Esta tendencia se observa mejor en las etapas avanzadas de la lactancia, cuando se usan niveles altos de suplemento y contrario a la respuesta obtenida con consumos bajos de banano para los mismos estados de lactancia.

Pareciera que la variación en los contenidos de grasa y proteína láctea, en especial el incremento observado en las etapas avanzadas de la lactancia, está relacionada con la producción de leche y su súbita caída como consecuencia de la ingestión de niveles altos de banano suplementario. Se supone que este efecto, el cual se hace más crítico en las etapas avanzadas de la lactancia, se debe a una reducción en el consumo, que hace más notable el efecto del banano verde de reducir la digestibilidad (52, 67) y el

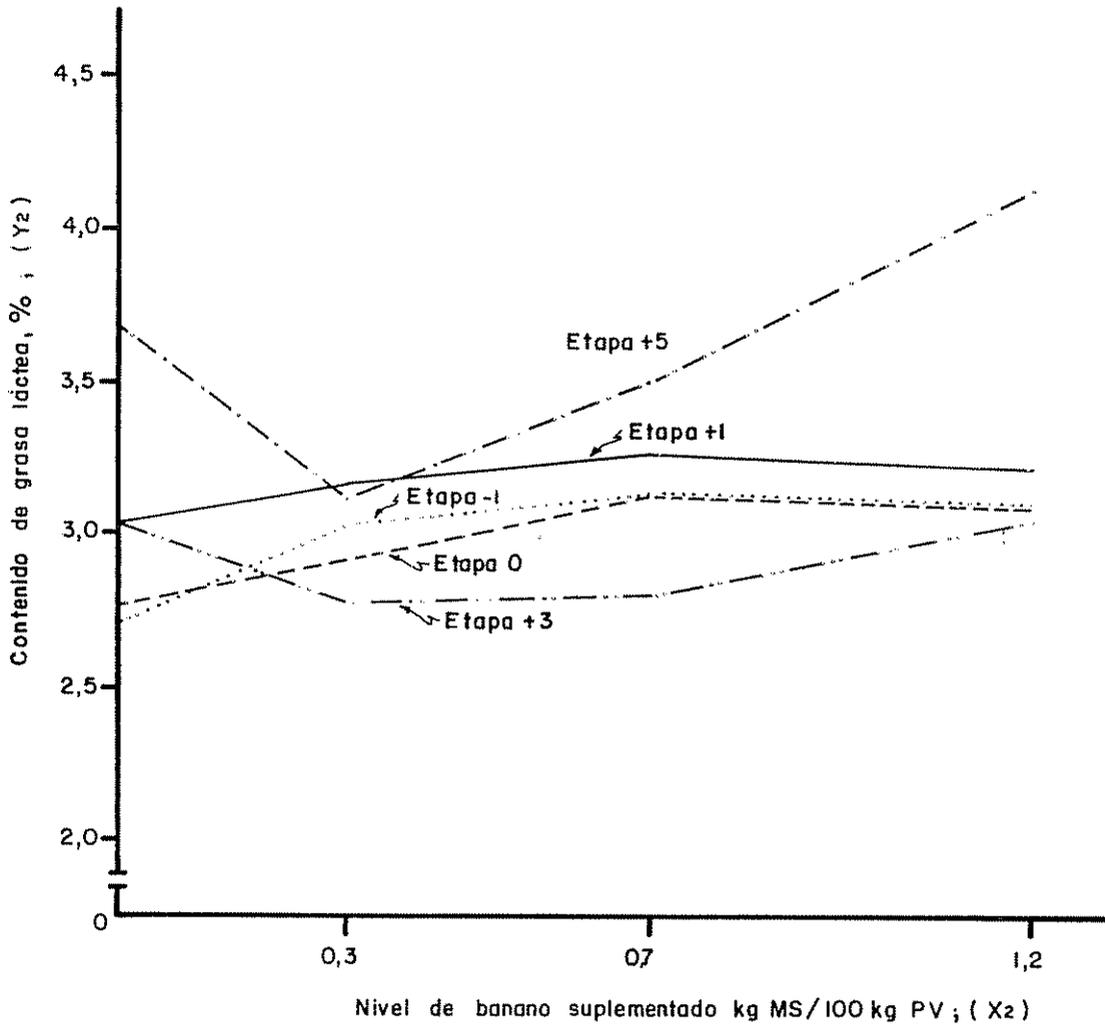


Fig. 4 Contenido de grasa de la leche, en función de los niveles de banana suplementario, para diferentes etapas de lactancia

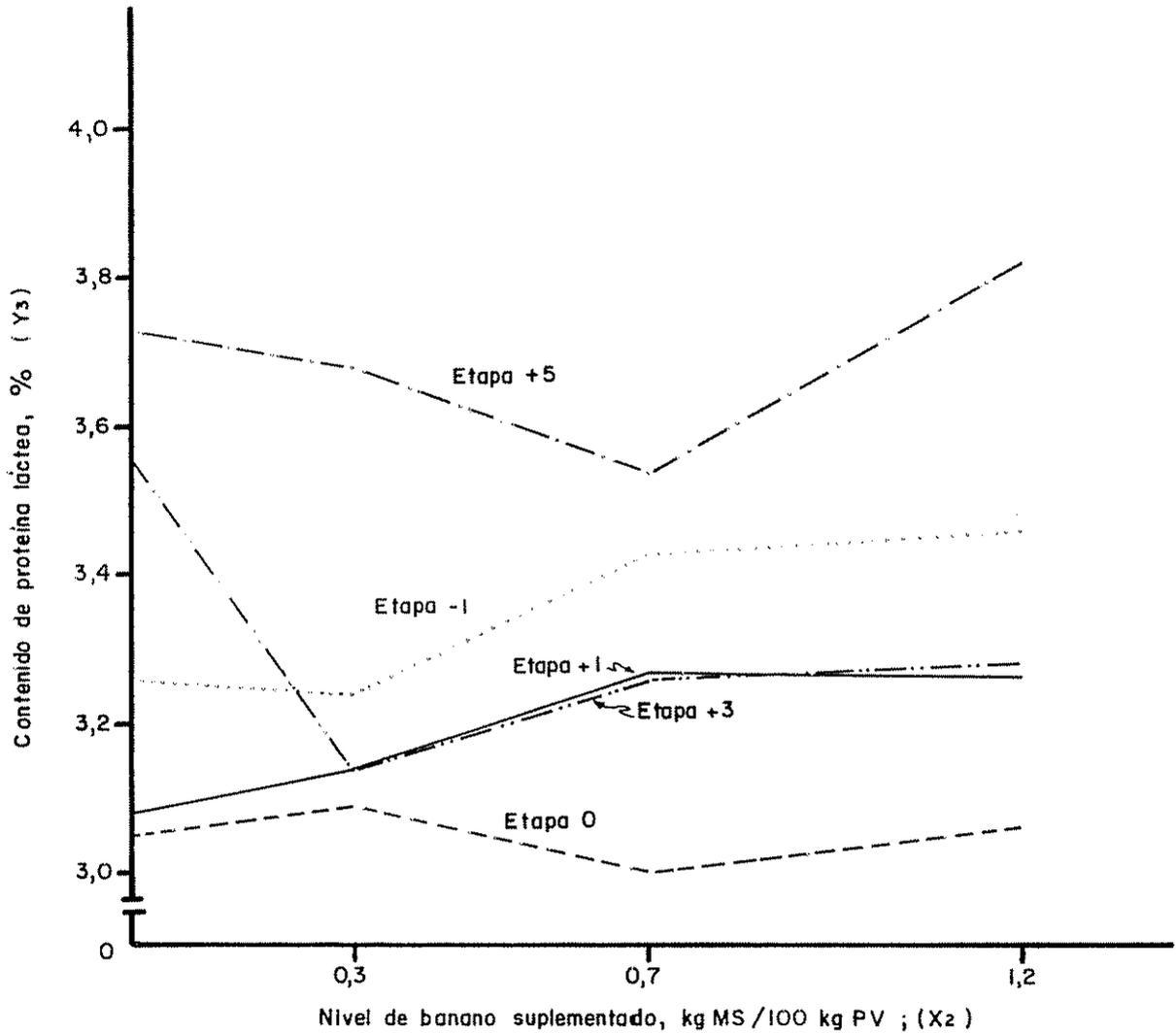


Fig. 5 Contenido de proteína láctea, en función de los niveles de banana suplementado, para diferentes etapas en lactación

consumo de forraje (67).

En resumen, sobre los factores que causan la disminución de la grasa, Swan y Jamieson citados por van Soest (78), encontraron que la reducción en el consumo causa incrementos en la concentración de grasa láctea. Así también, Hawkins, citado por van Soest (78) encontró una depresión de los contenidos de grasa láctea de vacas que estaban ganando peso y afirman que las raciones que producen disminución en la grasa láctea en vacas lecheras, son precisamente aquellas que provocan una mayor eficiencia en la ganancia de peso.

La ausencia de una respuesta significativa en el contenido de grasa y proteína láctea, en este trabajo es resultado de la gran diversidad de las vacas en cuanto a edad y composición racial (Cuadro 2A), lo que implica una alta variabilidad en contenido de grasa y proteína láctea (63).

Existe otro factor que afectó seguramente las respuestas obtenidas. Este es la alta incidencia de mastitis subclínica (Cuadro 6A) encontrada en las vacas a través del ensayo, que, se conoce, afecta tanto la concentración de grasa como la producción de leche (81).

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados del presente estudio se concluye:

1. Que el grado y sensibilidad de respuesta de vacas lactantes a la suplementación energética depende del estado de lactancia en que ellas se encuentra. En etapas avanzadas de la lactancia, la suplementación con altos niveles de banano no mejora la producción de leche en relación a su ausencia.
2. Que la más alta respuesta en producción de leche se puede esperar si la vaca se empieza a suplementar un mes después del parto.
3. Que sin importar el estado de lactancia en que se encuentre la vaca, las más apropiadas respuestas en producción se obtienen cuando el nivel de banano que se suministra está entre 0,15 y 0,4 kg de MS/100 kg de peso vivo/día.
4. Que la suplementación con banano reduce las pérdidas (o mejora las ganancias) de peso en vacas que se encuentran en la etapa inicial de la lactancia (hasta los tres meses de lactancia). En etapas posteriores, el banano no influye en las ganancias de peso.
5. Que a la luz de los efectos sobre la producción de leche y cambios de peso el aumento más adecuado para suplementar energéticamente vacas lactantes es un mes después del parto con niveles de banano alrededor de 0,5 kg MS/100 kg PV/día.
6. Que la suplementación con banano no causa cambios importantes en el contenido de proteína o grasa de la leche.

Se recomienda:

1. Medir algunos parámetros de los productos de la fermentación ruminal y asociarlos con eventos productivos.
2. Evaluar la respuesta en producción de leche total por lactancia, así como su aspecto económico al suplementar vacas con banano de deshecho.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ALBA, J. de. Alimentación del ganado en América Latina. Mexico, D.F., Prensa Médica Mexicana, 1971. 313 p.
2. ALPIZAR, J.A. Consumo de banano verde y crecimiento de bovinos de carne a diferentes presiones de pastoreo. Tesis Mag.Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 52 p.
3. ANNISON, E.F. y AMSTRONG, D. C. Volatile fatty acid metabolism and energy supply. In A. T. Phillipson, (ed). Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Oriel Press, New-Castle, England. pp. 422-437. 1970.
4. BANCO CENTRAL DE COSTA RICA. Cifras sobre producción agropecuaria 1967-1978. Banco Central de Costa Rica, San José, 1979. 16 p.
5. BATEMAN, J. V. Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Herrero, México, D.F.. pp. 199-201. 1970.
6. BELASCO, J. J. The role of carbohydrates in urea utilization, cellulose digestion and fatty acid formation. Journal of Animal Science 15(2): 496-508. 1956.
7. BINES, J. A. y HART, I. C. Hormonal regulation of the partition of energy between milk and body tissue in adult cattle. Proceedings of the Nutrition Society 37(3):281-287. 1978.
8. BRADY, C. J. Redistribution of nitrogen in grass and leguminous fodder plants during wilting and ensilage. Journal of the Science of Food and Agriculture 11(1):276-284. 1960.
9. BRESSANI, R., AGUIRRE, A., ARROYAVE, R. y JARQUIN, R. La composición química de diversas clases de banano y uso de harina de banano en la alimentación de pollos. Turrialba 11(4):127-132. 1961.
10. BRODERICK, G. A., KOWALCZYK, T. y SATTER, S. L. Milk production response to supplementation with encapsulated methionine or casein per abomasum. Journal of Dairy Science 53(12):1714-1721. 1970.

11. BUTTERWORTH, M. H. The digestibility of tropical grasses. *Nutrition Abstracts and Reviews* 37(2):349-368. 1967.
12. CAMPLING, R. C. y MURDOCH, J. C. The effect of concentrate on the voluntary intake of roughages by cows. *Journal of Dairy Research* 33(1): 1-11. 1966.
13. CHOU, K. C. y WALKER, D. M. The effect on the rumen composition of feeding sheep diets supplying different starch. II. The partition of nitrogen, pH, volatile fatty acids, protozoal numbers, enzymic activity and certain other chemical constituents. *The Journal of Agricultural Science* 62(1):15-25. 1968.
14. CLARK, J., GEERKEN, C. M., PRESTON, T. R. y ZAMORA, A. Mieles como fuente de energía en dietas bajas en fibra para la producción de leche. 3. Efecto de variar la relación mieles: grano en una dieta basal en fibra. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 7(2):159-171. 1973.
15. COLMAN, R. L. Quality of pasture and forage crops for dairy production in the tropical regions of Australia I. Review of the literature. *Tropical Grassland* 5(3):181-194. 1971.
16. COMBELLAS, J., BAKER, R. D. y HODGSON, J. Concentrate supplementation, and the herbage intake and milk production of heifers grazing Cenchrus ciliaris. *Grass and Forage Science* 34(4):303-310. 1979.
17. CRABTREE, J. R. y WILLIAMS, S.L. The voluntary intake and utilization of roughage-concentrate diets by sheep. I. Concentrate supplements for hay straw. *Animal Production* 13(1):71-82. 1971.
18. CZERKAWSKI, J. W. y BRECKENRIDGE, G. Fermentation of various soluble carbohydrates by rumen microorganism with particular reference to the methane production. *British Journal of Nutrition* 23(4):925-937. 1969.
19. DAVIS, S. L. Plasma levels of prolactin, growth hormone and insulin in sheep following the infusion of arginine, leucine and phenylalanine. *Endocrinology* 91(2):549-555. 1972.
20. DETERING, C. N. y COOK, R. M. Banana meal as a concentrate for lactating cows. *Journal of Dairy Science* 62(8):1329-1334. 1979.

21. DETERING, C. N., COOK, R. M. y RIHS, T. Banana meal as a concentrate for Holstein cows in Ecuador. *Journal of Animal Science*, 43(1):318. 1976 (Compendio).
22. ELLIOTT, R., FERREIRO, H. M. y PRIEGO, A. Estimado de la cantidad de proteína en el alimento que escapa a la degradación en el rúmen de novillas alimentadas con caña de azúcar picada y melaza/urea suplementada con diferentes niveles de pulidura de arroz. *Producción Animal Tropical* 3(1):37-40. 1978.
23. ELLIOTT, R., FERREIRO, H. M., PRIEGO, A. y PRESTON, T. R. Pulidura de arroz como suplemento de dietas de caña de azúcar: cantidades de almidón (polímeros de glucosa unión - ) que entran al duodeno proximal. *Producción Animal Tropical* 3(1):27-32. 1978.
24. EL-SHAZLY, K., DEHORITY, B. A. y JOHNSON, R. R. Effect of starch on the digestion of cellulose in vitro and in vivo by rumen microorganisms. *Journal of Animal Science* 20(2):268-273. 1961.
25. ESPERANCE, M. y GUERRA, A. Efecto de diferentes niveles de suplementación de heno y concentrado en dietas de ensilaje ad libitum y pastoreo restringido para la producción de leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 12(3):217-223. 1978.
26. FELIX, A. Efectos de la melaza de la ración sobre la producción de vacas lecheras en el trópico. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1968. 48 p.
27. FFOULKES, D., ESPEJO, S., MARIE, D., DELPECHE, M. y PRESTON, T. R. El plátano en la alimentación de bovinos: composición y producción de biomasa. *Producción Animal Tropical* 3(1):41-46. 1978.
28. FOLDAGER, J., HUBER, J. T. y BERGEN, W. G. Factors affecting amino acids in blood of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 63(3):396-404. 1980.
29. FORD, E. J. H. y REILLY, P. E. B. Amino acid utilization in the ruminant. *Research in Veterinary Science* 10(1):96-98. 1969.
30. GLOVER, J. y DOUGALL, H. W. Milk production from pasture. *Journal of Agricultural Science* 56(2):261-264. 1961.

31. GORDIN, S., VOLCANI, R. y BIRK, Y. The effects of nutritional level on milk yield and milk composition in cows and heifers. *Journal of Dairy Research* 38(3):287-294. 1971.
32. HAMILTON, R. T., LAMBOURNE, L. J., ROE, R. y MINSON, D. J. Quality of tropical grasses for milk production. *In Proceedings of the International Grassland Congress, 11th.* University of Queensland Press, Queensland, Australia pp. 860-864. 1970.
33. HART, I. C., BINES, J. A. y MORANT, V. Endocrine control of energy metabolites in high and low yielding cows for stages of lactation. *Journal of Dairy Science* 62(2):270-277. 1979.
34. HEMKEN, R. W. Symposium: Loss of fat from dairy cows. *Journal of Dairy Science* 54(4):547-595. 1971.
35. HERRERA, E. Engorde de vacas de desecho con subproductos de la caña y diversos niveles de almidón de banano. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 46 p.
36. HERRERA, E. y RUIZ, M. E. Fattening cattle with by-products of sugar cane. 3. Substitution of final molasses by bananas. *Tropical Animal Production* 1(1):55. 1976.
37. HUNTER, G. D. y MILLSON, G. C. Gluconeogenesis in the lactating dairy cow. *Research in Veterinary Science* 5(1):1-6. 1964
38. ISHAQUE, M., THOMAS, P. C. y ROOK, J. A. I. Relationship between the pattern of ruminal fermentation and the flow of materials to the duodenum in sheep receiving a diet of barley, flaked maize and ground hay. *Proceedings of the Nutrition Society* 30(1):1A-2A. 1971. (Compendio)
39. JACKSON, P., ROOK, J. A. F. y TOWERS, K. G. Influence of the physical form of barley grain and barley straw diet on nitrogen metabolism in sheep. *Journal of Dairy Science* 48(3): 1210-1214. 1973.
40. JUMAH, H. F., POULTON, B. R. y APGAR, W. P. Energy and protein utilization during lactation. *Journal of Dairy Science* 48(3):1210-1214. 1965.

41. LABBE, S., ABREU, O. y PEROZO, T. Efecto de tres niveles de suplemento concentrado sobre la producción de leche de vacas criollas limoneras. *Agronomía Tropical* 23(6):569-575. 1973.
42. LAIRD, R. y WALKER-LOVE, J. Supplementing high-yielding cows at pasture with concentrates fed at a level determined by milk yield and season. *Journal of Agricultural Science* 59(2):233-244. 1962.
43. LAVOLLAY, J. La banane: Sa composition chiquime en visagéé du point de vue alimentaire. *Fruits* 7(8):365-370. 1952.
44. LAZARTE, L. M. Efecto de la suplementación con yuca (Manihot esculenta Crantz) como fuente de almidón sobre la producción de leche en vacas en pastoreo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1978. 52 p.
45. LEATHERWOOD, J. M. Cellulose degradation by ruminococcus. *Federation Proceedings* 32(7):1814-1818. 1973.
46. LE DIVIDICH, J., GEOFFROY, F., CANOPE, I. y CHENOST, M. Utilización de bananos desechados para la alimentación de los animales. *Revista Mundial de Zootecnia* 20:22-30. 1976.
47. LE DIVIDICH, J., SEVE G. y GEOFFROY, F. Preparation et utilization de l'ensilage de banane en alimentation animales. I. Technologie, composition chimique et bilans des matières nutritives. *Annales de Zootechnie* 25(3):313-323. 1976.
48. LENG, R. A. y PRESTON, T. R. Caña de azúcar para la producción bovina: limitaciones actuales, perspectivas y prioridades para la investigación. *Producción Animal Tropical* 1(1):1-22. 1976.
49. MARTINEZ, R. O., VENEREO, A. y GOMEZ, E. Efecto de la suplementación con concentrados antes y después del parto sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 12(1):35-43. 1978.
50. MARTINEZ, R. O., VENEREO, A. y SERRANO, M. Suplementación con concentrado y producción de leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 10(3):275-282. 1976.

51. McDOWELL, L. R., CONRAD, J. H., THOMAS, J. E., HARRIS, L. E. y FICK, K. R. Composición de los forrajes latinoamericanos. *Producción Animal Tropical* 3(2):282-288. 1977.
52. MEDINA C., R. I. Tasa de digestión y digestibilidad potencial ruminal de materiales fibrosos en función de niveles de almidón suplementario. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1980. 69. p.
53. MILLS, R. C., BOOTH, A. N., BOHSTEDT, G. y HART, E. B. The utilization of urea by ruminants as influenced by the presence of starch in the ration. *Journal of Dairy Science* 25(11):925-929. 1942.
54. MINSON, D. J. y McLEOD, M. N. The digestibility of temperate and tropical grasses. *In* Proceedings of the International Grassland Congress, 11th. University of Queensland Press, Queensland, Australia, pp. 719-722. 1970.
55. MOE, P. W., THOMAS, J. E. y HARRIS, L. E. Energetics of body tissue mobilization. *Journal of Dairy Science* 54(4):548-553. 1971.
56. MONTEIRO, L. S. The control of appetite in lactating cows. *Animal Production* 14(3):263-281. 1972.
57. MUGERWA, J. S., LAWRENCE, M. P. y CHRISTENSEN, D. A. Utilization of urea and molasses for dairy cattle feeding. II. Urea molasses supplement for lactating dairy cattle grazing improved pasture in Uganda. *East African Agricultural and Forestry Journal* 39(3):228-239. 1974.
58. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of domestic animals. 3. Nutrient requirements of dairy cattle, 4th ed. National Academy of Sciences. Washington, D. C., 1971. 54 p.
59. OLIVO, R. Evaluación del crecimiento microbial *in vitro* con diferentes relaciones amilosa/amilopectinina y almidón/sacarosa en el sustrato energético. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, UCR /CATIE, 1978. 56 p.
60. RICE, V. A., ANDREWS, F. N. y WARWICK, E. J. Cría y mejora del ganado. Trad. del inglés por José Luis de la Loma, 2a. ed. México, D.F. UTHEA, 1951. 868 p.

61. RINDSING, R. B., RODEWALD, R. G., SMITH, A. R., THOMSEN, N. K. y SPAHR, S. L. Mastitis history, California mastitis test and somatic cell counts for identifying cows for treatment in a selective dry cow therapy program. *Journal of Dairy Science* 62(8):1335-1339. 1979.
62. ROGERS, G. L., GRAINGER, C. y EARLE, D. F. Effect of nutrition of dairy cows in late pregnancy on milk production. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 19(96):7-12. 1979.
63. ROOK, J. A. F. y CAMPLING, R. C. Effect of stage and number of lactation on the yield and composition of cow's milk. *Journal of Dairy Research* 32(1):45-55. 1965.
64. RUIZ, A. y RUIZ, M. E. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. II. Utilización del nitrógeno de la ración en función de diversos niveles de gallinaza y almidón. *Turrialba* 28(2):143-149. 1978.
65. RUIZ, A y RUIZ, M. E. Utilización de la gallinaza en la alimentación de bovinos. III. Producción de carne en función de diversos niveles de gallinaza y almidón. *Turrialba* 28(3):215-223. 1978.
66. RYAN, R. K. Concentrations of glucose and low-molecular weight acids in the rumen of sheep following the addition of large amounts of wheat to the rumen. *American Journal of Veterinay Research* 25(106):646-652. 1964.
67. SAN MARTIN H., F.A. Digestibilidad, tasas de digestión y consumo de forraje, en función de la suplementación con banano verde. Tesis Mg. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1980. 59 p.
68. SLYTER, L. L., OLTJEN, A. R., KERN, D. L. y BLANK, F. C. Influence of type and level of grain and diethylstilbestrol on the rumen microbial populations of steers fed all-concentrate diets. *Journal of Animal Science* 31(5):996-1002.
69. SLYTER, L. L. y WEAVER, J. M. Dietary influence on ruminal microbes of constant pH. *Journal of Animal Science* 35 (1):288. 1972. (Compendio).
70. SMITH, R. D., HANSEL, W. y COPPOCK, C. E. Plasma growth hormone and insulin during early lactation in cows fed silage based diets. *Jorunal of Dairy Science* 59(2):248-254. 1976.

71. STANLEY, R. W. y TOMA, W. Methionine supplementation for lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 60 (Suplement 1):70. 1977. (Compendio).
72. STOBBS, T. H. Quality of pasture and forage crops for dairy production in the tropical regions of Australia. I. Review of the literature. *Tropical Grassland* 5(3):159-170. 1971.
73. STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value and bite size of animals grazing Setaria anceps and Chloris gayana at various stages of growth. *Australian Journal of Agricultural Research* 24(6):821-829. 1973.
74. SUTTON, J. D. The fermentation of soluble carbohydrates in rumen contents of cows fed diets containing a large proportion of hay. *The British Journal of Nutrition* 22(4):689-712. 1968.
75. SUTTON, J. D. Función ruminal y utilización de carbohidratos fácilmente fermentables por vacas lecheras. *Producción Animal Tropical* 4(1):1-12. 1979.
76. 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.
77. TYRRELL, H. F., BOLT, D. J., MOE, P. W. y SWAN, H. Abomasal infusion of water, casein, or glucose in Holstein cows. *Journal of Animal Science* 35(1):277. 1972. (Compendio).
78. VAN SOEST, P. J. Ruminant fat metabolism with particular reference to factors affecting low milk fat and feed efficiency. A review. *Journal of Dairy Science* 46(3):204-216. 1962.
79. VILLEGAS, L. Suplementación con banano verde a vacas lecheras en pastoreo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1979. 58 p.
80. VOHNOUT, K. y JIMENEZ, C. Supplemental by-product feed in pasture-livestock feeding systems in the tropics. Symposium on Tropical Forages in Livestock Production Systems. American Society of Agronomy, Madison Special Publication No. 24. pp. 71-82. 1975.

81. WHEELOCK, J. V., ROOK, J. A., F., NEAVE, F. K. y DODD, F. H. The effect of bacterial infections of the udder of the yield and composition of cow's milk. *Journal of Dairy Research* 33(2):199-215. 1966.

## 7. APENDICE

Cuadro 1A. Distribución de las observaciones utilizadas en el ANDEVA.

ETAPA DE LACTANCIA (MESES RESPECTO AL PARTO)	NO. DE VACA	ESPECIFICACION	NUMERO DE OBSERVACIONES DE LA ETAPA
-1	H 124	No se adaptó al consumo de banano	
	H 121	Traslado al módulo	
	M 18	Se perdió una observación de producción de leche	39
0		No se perdieron observaciones	84
1	D 128	Sacrificada, fracturada en el arreo	77
3	810	Murió cuadro diarreico antes de adaptación	
	993	Se secó	70
5	T 9	Se secó	77
TOTAL			347

Cuadro 2A. Composición racial, peso inicial al tratamiento y número de lactancia actual, de cada animal, dentro del tratamiento asignado.

Estado de lactancia	Nivel de banano	Vaca Identif.	Peso inicial al tratamiento	Cambio de peso durante la suplementación	Lactancia número	Composición* racial	Producción de leche **
meses	kg MS/100 kg PV		kg	kg/animal			kg/animal/día
-1	0,0	H106	340	1,57	3	1/2A 1/4C 1/4J	8,52
	0,0	F54	293	0,39	5	1/2J 1/2C	8,63
	0,0	T42	382	1,18	1	1/2D 1/4J 1/4C	6,44
	0,3	F60	298	0,43	7	1/2J 1/2C	9,62
	0,3	P9	365	1,04	4	5/8J 1/4A 1/8C	13,42
	0,3	H15	406	1,46	7	1/2A 1/4C 1/4J	8,90
	0,7	H124	excluida del ensayo				--
	0,7	T18	342	0,21	2	1/2A 1/4C 1/4J	--
	0,7	M18	340	0,32	2	1/2D 1/4J 1/4C	10,60
	1,2	T14	364	0,36	2	9/16C 1/4A 3/16J	7,04
	1,2	M40	311	0,32	1	1/2D 1/4J 1/4C	10,23
0	1,2	H121	excluida del ensayo			5/8C 1/4A 1/8J	9,06
	0,0	P22	309	0,10	3	1/2A 1/4J 1/4C	--
	0,0	T47	333	0,22	1	9/16J 1/4A 3/16 C	10,48
	0,0	M25	448	0,51	3	1/2D 1/4RD 1/8J 1/8C	7,25
	0,3	F56	285	0,02	7	9/16C 1/4A 3/16J	8,96
	0,3	T13	315	0,18	2	1/2J 1/2 C	9,82
	0,3	F14	312	0,39	7	1/2D 1/4C 1/4J	9,92
	0,7	H35	422	0,16	7	5/8J 3/8C	11,13
	0,7	H83	361	0,02	5	1/2A 3/8C 1/8J	10,70
	0,7	D114	305	0,33	3	1/2A 1/4J 1/4C	10,76
	1,2	D83	243	0,06	4	7/8J 1/8C	9,61
+1	1,2	H36	347	0,14	6	7/8J 1/8C	10,48
	1,2	M45	307	0,02	1	1/2A 5/16J 3/16C	10,63
	0,0	H89	314	0,22	3	5/8C 1/4A 1/8J	7,22
	0,0	D12B	excluida del ensayo				10,04
	0,0	P35	222	0,51	1	1/2A 1/4J 1/4C	--
	0,3	F67	285	0,43	1	J	6,99
	0,3	M6	346	0,08	7	9/16J 1/6C 1/4A	11,89
	0,3	H86	367	0,08	4	1/2J 1/2C	10,80
	0,7	P25	305	0,43	4	9/16C 1/4A 3/16J	9,86
	0,7	H21	353	0,45	2	1/2A 1/4J 1/4C	10,55
	0,7	H13	335	0,20	7	9/32C 19/32J 4/32A	6,59
1,2	F59	320	0,31	8	1/2A 3/8C 1/8J	7,25	
1,2	T51	285	0,04	6	1/2A 1/4J 1/8S 1/8C	11,12	
1,2	F01	345	0,24	1	1/2J 1/2C	6,95	
				11	1/2D 1/4C 1/4J	9,15	

Continuación Cuadro 2A.

Estado de lactancia	Nivel de banano	Vaca Identif.	Peso inicial al tratamiento	Cambio de peso durante la suplementación	Lactancia número	Composición* racial	Producción de leche **
+3	0,0	D16	271	0,47	3	J	5,71
	0,0	H55	402	0,61	5	1/2A 1/4C 1/4J	7,92
	0,0	936	300	0,24	10	3/4J 1/4C	5,43
	0,3	810	excluida del ensayo			1/2C 1/2J	--
	0,3	P5	301	0,65	5	5/8J 1/4A 1/8C	7,53
	0,3	H129	306	0,08	2	1/2A 1/4J 1/8S 1/8C	8,51
	0,7	993	excluida del ensayo		10	3/4J 1/4 C	--
	0,7	L19	315	0,27	10	5/8J 3/8C	5,07
	0,7	D121	248	0,33	1	J	5,97
	1,2	T52	314	0,16	1	1/2D 1/4J 1/4C	5,86
+5	1,2	F39	295	0,10	5	1/2J 1/2C	4,24
	1,2	M19	340	0,43	2	5/8C 1/4A 1/8J	5,57
	0,0	D63	342	0,41	4	J	6,79
	0,0	H07	455	0,12	7	1/2A 1/4J 1/4C	7,39
	0,0	M37	336	0,71	1	9/16C 1/4A 3/16J	6,19
	0,3	D92	282	0,57	3	J	6,77
	0,3	853	365	1,12	10	C	4,50
	0,3	F63	365	0,31	4	1/2J 1/2C	7,25
	0,7	P26.	300	0,37	2	5/8J 1/4A 1/8C	9,43
	0,7	952	302	0,57	10	3/4J 1/4C	5,28
+5	0,7	M32	208	0,57	2	8/16C 4/16A 3/16J	4,86
	1,2	T9	excluida del ensayo			1/2D 1/4C 1/4J	--
	1,2	P27	301	0,29	2	5/8J 1/4A 1/8C	8,00
	1,2	P8	317	0,25	3	9/16J 1/4A 3/16C	5,78

\* Codificación para la composición racial.

C: Criollo, J: Jersey, A: Ayrshire, D: Durhan, RD: Rojo Danes

\*\* Producción corregida únicamente por grasa (3,5%).

Cuadro 3A. Análisis de varianza de la regresión para cambio de peso por efecto de la suplementación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F
<u>Modelo</u>	5	9,821	21,22**
Efecto lineal de Etapa (E)	1	4,001	43,22**
Efecto lineal de Nivel (N)	1	0,396	4,28*
Efecto cuadrático de etapa	1	1,192	12,88**
Efecto cuadrático de nivel	1	0,083	0,90 <sup>ns</sup>
Interacción (E x N)	1	0,712	7,69**
ERROR	48	4,444	
TOTAL	53		

\*\* altamente significativo ( $P \leq 0,01$ )

\* significativo ( $P \leq 0,05$ )

ns= no significativo ( $P \leq 0,05$ )

Cuadro 4A. Análisis de varianza para contenido de grasa láctea por efecto de la suplementación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F
Nivel	3	1,203	1,88 <sup>ns</sup>
Error	344	0,638	
TOTAL	347		

Cuadro 5A. Análisis de varianza para contenido de proteína láctea por efecto de la suplementación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F
Nivel	3	0,161	0,74 <sup>ns</sup>
Error	344	0,217	
TOTAL	347		

ns= no significativo ( $P \leq 0,05$ ).

Cuadro 6A. Incidencia de Mastitis subclínica<sup>a/</sup> sobre las vacas durante el período experimental en los diferentes estados de lactación.

ETAPA DE LACTANCIA (meses)	INCIDENCIA (%)
-1	42
0	47
+1	27
+3	37
+5	54

$$\underline{a/} \% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Cuartos positivos (100)}}{\text{Total de cuartos}}$$

Cuadro 7A. Contenido de proteína cruda (PC) y Digestibilidad (DIVMS) del pasto consumido estimado<sup>a/</sup>.

Fecha del muestreo	PC %	DIVMS
Enero	12,3	55,9
Febrero	9,8	52,0
Marzo	7,9	53,7
Abril	8,3	46,0
Mayo	11,5	54,1
PROMEDIO	9,96	52,34

a/ se estimó utilizando la siguiente fórmula:

$$\% X_c = \frac{Q_o (\%X_o) - Q_r (\%X_r)}{Q_c}$$

donde:  $Q_o$  = cantidad de MS del pasto ofrecido, kg.

$Q_r$  = cantidad de MS del pasto rechazado, kg.

$Q_c$  = cantidad de MS de pasto consumido, diferencia entre  $Q_o$  y  $Q_r$ , kg.

$\%X_o$  = contenido del componente X del pasto ofrecido, porcentaje.

$\%X_r$  = contenido del componente X del pasto rechazado, porcentaje.

$\%X_c$  = contenido del componente X del pasto consumido, porcentaje.