

PRODUCCION DE LECHE CON ENSILAJE DE PASTO
ELEFANTE PANAMA (*Pennisetum purpureum* PI 300-086)^[1]

Elizabeth De F. de Ruiloba*, Manuel E. Ruiz**,
Manuel H. Ruiloba*** y Aristides Guerra****

Con el propósito de evaluar el potencial productivo del ensilaje de pasto King grass o Elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086), se llevó a cabo un experimento con nueve vacas Holstein x Cebú de 418 kg de peso vivo, para determinar el efecto de tres niveles de suplementación: 0 (T₀), 1.5 (T_{1.5}) y 2.5 (T_{2.5}) kg al natural/vaca/día. El suplemento consistió en una mezcla de melaza con 2% de urea y 10% de harina de pescado. El pasto se fertilizó con 100 kg de N/ha/año y se ensiló a los 90 días de edad, sin aditivos, en un silo aéreo tipo trinchera. El silo se abrió a los 60 días, presentando características organolépticas indicativas de buena calidad y un pH promedio de 3.7. Su contenido de materia seca y de proteína cruda fue de 18.4% y 6.7%, respectivamente. Se usó un diseño de reversión y se utilizó un índice de persistencia de la producción de leche como parámetro principal de evaluación. El consumo de ensilaje fue de 46.3 (T₀), 44.1 (T_{1.5}) y 31.8 (T_{2.5}) kg al natural/vaca/día; la producción de leche fue de 3.28 (T₀), 6.04 (T_{1.5}) y 5.91 (T_{2.5}) l/vaca/día. Con base en los índices de persistencia de la producción de leche se obtuvieron diferencias significativas (P < 0.05) entre T₀ y los tratamientos con suplementación, pero no entre T_{1.5} y T_{2.5}. Con el presente trabajo se constata que para lograr un excelente ensilaje de pasto Elefante Panamá no es necesario emplear aditivos y se concluye que el consumo de éste es satisfactorio y superior al de otros ensilajes de pastos tropicales. También se concluye que su uso eficiente en la alimentación de vacas lecheras requiere de una pequeña cantidad de suplemento energético-proteico y así se logra un incremento significativo de la producción de leche en la estación de sequía.

En un trabajo anterior (Ruiloba, E. de y col., 1980), se determinaron los efectos de la adición de melaza y urea sobre las características fermentativas del pasto Elefante Panamá, concluyéndose que se lograba un ensilaje de características adecuadas si no se utilizaban aditivos. Bajo estas condiciones se obtuvo un ensilaje con un pH de 4.2, con contenidos de ácidos láctico, acético y butírico de 0.39, 1.83 y 0.91 por ciento, en base a la materia seca, respectivamente. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Moreno (1977), al ensilar este pasto bajo condiciones comparables.

[1] Trabajo presentado en la 7a. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALFA), Panamá, República de Panamá, 23-29 de septiembre, 1979.

* M. Sc., Nutricionista, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

** Ph. D., Nutricionista, Programa de Producción Animal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

*** M. Sc., Nutricionista, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

**** Asistente, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

Catchpoole y Henzell (1971) han indicado que con ensilajes de pastos tropicales es necesario aplicar niveles altos de suplementación para obtener altas producciones de leche. Si los niveles de suplementación son bajos, la producción de leche será modesta; por ejemplo, Cabrera y Rivera-Brenes (1953) han presentado información sobre ensilaje de *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria mutica*, con los que se lograron producciones de 7 a 8 l/vaca/día, con la adición de un concentrado a razón de 0.38 kg/l de leche producida. En Cuba, se ha logrado una producción de 6.8 l/vaca/día con ensilaje de pasto Napier (*Pennisetum purpureum*) con adiciones de 2 kg de concentrado por animal (Esperance y Perdomo, 1978).

Una de las principales desventajas en el uso de ensilajes es el reducido consumo de éstos en relación a su suministro en otras formas (Catchpoole y Henzell, 1971). Así, Moreno (1977) obtuvo consumos bajos de ensilajes de pasto Elefante Panamá, que no superaron el nivel de 1.54 kg de MS/100 kg de peso vivo/día. Al no usarse urea como aditivo, este consumo representó una ingestión de proteína de sólo 71 g/100 kg de peso/día. A pesar de esto, se lograron producciones de leche vendible (sin incluir la consumida por el ternero) entre 2.7 y 3.9 l/vaca/día.

Existe información sobre el uso de melaza en producción de leche, la cual sugiere su utilización en animales de bajo y mediano potencial. Rodríguez y Preston (1969) han obtenido producciones de leche de hasta 9.0 l/vaca/día, al suplementar el pasto Napier con melaza-urea; la melaza representó el 50 por ciento de la materia seca consumida. Producciones mayores (12 a 15 l/vaca/día) se han obtenido al complementar el consumo de melaza con otra fuente energética como el maíz (Clark y col., 1972a; 1972b); estas respuestas se atribuyen a un mayor consumo de energía y mejor calidad de la fuente energética, a pesar de una disminución en la digestibilidad de la fibra al usar un suplemento energético (Medina, 1980).

Por otro lado, Combellas y colaboradores (1979) en una revisión de la literatura pertinente, indican que la suplementación energética de vacas alimentadas con forrajes no es muy efectiva, necesiándose 3 kg de suplemento por cada kg de aumento en la producción de leche.

Considerando la información limitada que existe sobre la utilización de ensilajes tropicales, en específico el de pasto Elefante Panamá, se diseñó el presente trabajo con el propósito de evaluar la utilización del ensilaje de este forraje en la producción de leche, utilizando como suplemento una mezcla de melaza, urea y harina de pescado.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en el Centro Experimental del IDIAP en Gualaca, durante la estación seca de 1978. El pasto Elefante Panamá se ensiló en octubre de 1977, para lo cual se utilizó una parcela fertilizada con 100 kg de N/ha/año distribuidos en dos aplicaciones durante la época de lluvias. El pasto se cosechó a una edad de 90 días, después del último corte, con un rendimiento de 40 Tm/ha de material fresco; el contenido de materia seca y proteína cruda fue de 19.0 y 8.3 por ciento, respectivamente. El forraje se picó a un tamaño promedio de 2 cm y se ensilaron 24 Tm en un silo aéreo tipo trinchera. No se emplearon aditivos de ningún tipo. El período de almacenamiento fue de 60 días.

Se utilizaron nueve vacas Holstein x Cebú que tenían uno o dos partos y se encontraban con un peso promedio de 418 kg y a 104 días de lactancia. Antes de iniciar la prueba, los animales se trataron contra parásitos internos y externos y recibieron en forma inyectable

2,500,000 UI de vitamina A; 375,000 UI de vitamina D y 250 UI de vitamina E. Estos animales no amamantaban terneros y se ordeñaban dos veces al día en forma mecánica.

La alimentación consistió en ensilaje a libre consumo y un suplemento líquido en forma restringida. Este suplemento estaba compuesto de melaza con 2 por ciento de urea y 10 por ciento de harina de pescado, todos los ingredientes en base fresca. Durante la prueba, los animales dispusieron de una mezcla mineral ^a a libre consumo. Toda la alimentación se realizó bajo confinamiento de los animales en corrales provistos de sombra y facilidades de agua para consumo libre.

Se utilizó un diseño de reversión, basado en uno de reversión simple propuesto por Lucas (1956), con el cual se estudiaron tres niveles de suplementación: 0.0 (T_0), 1.5 ($T_{1.5}$) y 2.5 ($T_{2.5}$) kg de suplemento al natural/vaca/día; el arreglo de campo se indica en la Figura 1.

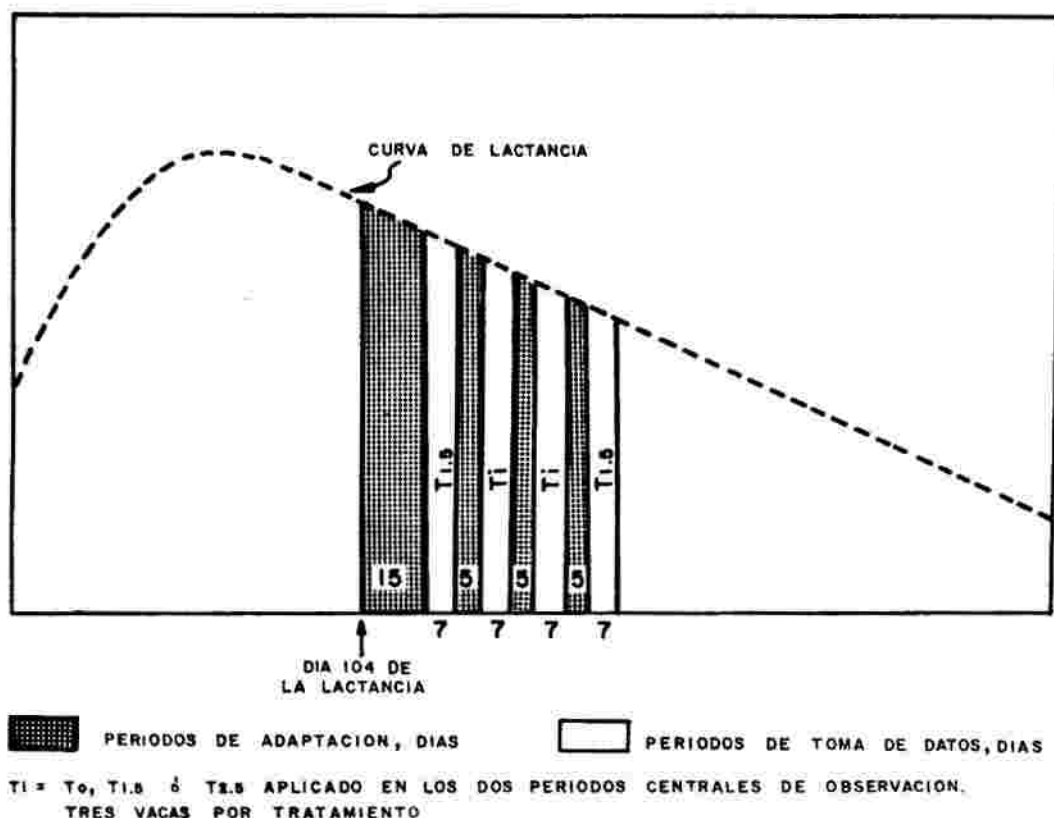


FIGURA 1. ESQUEMA DESCRIPTIVO DEL ARREGLO DE TRATAMIENTOS PARA CADA UNA DE LAS TRES SECUENCIAS DE TRATAMIENTOS: T_{1.5} - T₀ - T₀ - T_{1.5}; T_{1.5} - T_{1.5} - T_{1.5} - T_{1.5}; T_{1.5} - T_{2.5} - T_{2.5} - T_{1.5}.

^a La ml mineralizada contenía: 12.0% de Ca, 8.37% de P, 0.05% de Mg, 0.25% de Fe, 0.05% de Cu, 0.05% de Zn, 75 ppm de Co y 25 ppm de I.

Se observa que el tratamiento de referencia es el T_{1.5}, el cual se aplicó en el período inicial y en el final para cada vaca; cada uno de los tres tratamientos se aplicó en los dos períodos centrales. La prueba duró 58 días, con una adaptación inicial de 15 días y cinco días para los cambios de ración; los períodos de observación fueron de siete días cada uno.

Durante la prueba, se determinó en el ensilaje el pH, el contenido de materia seca a 60°C y el de proteína cruda por el método Kjeldahl (Bateman, 1970). Para estimar el consumo de energía metabolizable se tomaron los valores de 1.9, 3.4 y 2.7 Mcal/kg de MS, para el ensilaje, melaza y harina de pescado, respectivamente, según McDowell y colaboradores (1974). Se pesaron los animales al inicio y al final de cada período de observación y durante cada uno de éstos se midió la producción de leche diariamente.

Para establecer el efecto de los tratamientos, se calculó para cada animal un índice de persistencia de la producción de leche (IP), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$IP_i = \frac{P_2 + P_3}{P_1 + P_4} \quad , \quad i = T_0, T_{1.5} \text{ ó } T_{2.5}$$

donde P₁ y P₄ representan la producción en los períodos en que se suministró el tratamiento T_{1.5} y P₂ y P₃ los períodos en que el tratamiento es T₀ ó T_{1.5} ó T_{2.5}. Dado que la fase experimental se llevó a cabo cuando todas las vacas habían superado el punto de máxima producción en la curva de lactancia, se asume que a partir de este punto el decaimiento de la producción es lineal.

Siendo así, si no hay efectos de los tratamientos en relación al tratamiento T_{1.5}, el IP debe ser igual a la unidad. Con los datos de IP generados se practicó un análisis de varianza según los lineamientos establecidos por Steel y Torrie (1960).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las características organolépticas (olor y color) indicaron que se logró un ensilaje de buena calidad. El pH promedió 3.7, el cual confirma que la calidad del material era excelente según la revisión de Catchpoole y Henzell (1971). La pérdida por pudrición fue de 26.9 por ciento en base fresca; si se añade a esta pérdida la proporción de material rechazado por los animales, la pérdida total sería de 34.5 por ciento. El contenido de materia seca en el ensilaje fue de 18.4 por ciento y el de proteína cruda de 6.7 por ciento, variando esta última entre 5.5 y 7.3 por ciento.

Los índices de persistencia para la producción de leche se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Índices de persistencia de la producción de leche. Datos individuales de 9 vacas alimentadas a base de ensilaje de pasto Elefante Panamá.

	Tratamientos		
	T ₀	T _{1.5}	T _{2.5}
	0.778	0.852	0.958
	0.721	1.160	1.043
	0.656	1.071	0.923
Promedios:	0.718a	1.028b	0.975b

a, b = Tratamientos con letras iguales no difieren significativamente (P > 0.05).

El análisis de estos índices reveló diferencias significativas entre T_0 y los otros tratamientos pero no entre $T_{1.5}$ y $T_{2.5}$. Es decir, al eliminar la suplementación, la producción de leche se reduce significativamente; por otro lado, si se aumenta la suplementación sobre 1.5 kg/vaca/día la producción de leche no mejora. Si se comparan los valores de IP (Cuadro 1) con los consumos aparentes de proteína cruda y energía (Cuadro 2) es evidente que existe una relación directa con los cambios. Es decir, la reducida producción con el tratamiento T_0 se debe a un pobre consumo de estos nutrientes.

Cuadro 2. Consumo de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable de vacas ^a alimentadas con ensilaje de pasto Elefante Panamá y un suplemento a base de melaza/urea/harina de pescado.

Criterio	Tratamientos		
	T_0	$T_{1.5}$	$T_{2.5}$
Materia seca ^b			
- Aportada por el ensilaje	2.04	1.94	1.40
- Total	2.04	2.25	1.92
Proteína cruda ^b			
- Aportada por el ensilaje	0.144	0.122	0.099
- Total	0.144	0.168	0.174
Energía metabolizable ^c			
- Aportada por el ensilaje	3.83	3.64	2.63
- Total	3.83	4.66	4.47

^a Vacas con peso promedio de 418 kg

^b kg/100 kg de peso vivo/día

^c Mcal/100 kg de peso vivo/día

El consumo de ensilaje fue de 46.3 (T_0), 44.1 ($T_{1.5}$) y 31.8 ($T_{2.5}$) kg al natural/vaca/día. Sólo cuando se eleva el nivel de suplemento a 2.5 kg, disminuye en un 30 por ciento el consumo del ensilaje. Este efecto ha sido demostrado con otros forrajes (Armendariz, 1976; Ruiloba y Ruíz, 1978), y atribuido por San Martín (1980) a una disminución en la tasa de digestión ruminal del componente fibroso por cambios en la microflora ruminal, causados por el suplemento energético. Es probable que ocurriera movilización de las reservas proteicas para suplir las deficiencias aparentes de proteína en la ración. En el caso del nivel 1.5 kg de suplemento, el consumo de ensilaje no varió (en relación al consumo en ausencia de suplemento) indicando un efecto aditivo o complementario y donde la digestibilidad del forraje no varía o, incluso, se ve mejorada por el suplemento (Medina, 1980; San Martín, 1980).

El consumo de ensilaje y materia seca total (Cuadro 2) indica que el pasto Elefante Panamá es bien aceptado por el animal y su consumo es comparable a los obtenidos en forrajes de clima templado (Catchpoole y Henzell, 1971). Con relación a pastos tropicales ensilados, como el *Brachiaria mutica*, *Pennisetum purpureum* y *Cynodon dactylon*, el consumo de éstos varía entre 1.2 y 1.6 kg de MS/100 kg de peso vivo/día (Catchpoole y Henzell, 1971), inferiores a los valores logrados en el presente estudio.

En otro estudio (Moreno, 1977) con ensilaje de pasto Elefante Panamá, el consumo fue de

sólo 1.32 kg de MS/100 kg de peso/día, aunque este bajo valor es explicable porque el pasto empleado se había cosechado a los 110 días (vs. 90 días para el presente estudio) y sólo contenía 5.4 por ciento de proteína cruda en base seca (vs. 6.7% en el trabajo actual).

El consumo de proteína cruda aumentó con la suplementación (Cuadro 2), pero ningún tratamiento cubrió los requerimientos de acuerdo a la producción obtenida, según las tablas del NRC (1970). El consumo estimado sólo representó el 78.4 (T_0), 76.3 ($T_{1.5}$) y 76.0 ($T_{2.5}$) por ciento de los requerimientos totales. Bajo estas condiciones habría que considerar los mecanismos de recirculación de N que tiene el animal, el cual es más eficiente bajo limitaciones dietéticas de N (Church, 1974). Esto puede explicar, por lo menos parcialmente, las respuestas obtenidas ya que los animales no registraron pérdidas de peso en ninguno de los tratamientos. Por otro lado, también es posible que los requisitos proteicos señalados por el NRC (1970) no apliquen a la situación bajo estudio, pues llama la atención que en los tres grupos el consumo de proteína cruda haya sido de sólo tres cuartas partes de lo que teóricamente se hubiera requerido para mantenimiento y producción. La concentración promedio de proteína cruda en la ración consumida fue de 7.06 (T_0), 7.42 ($T_{1.5}$) y 9.09 ($T_{2.5}$) por ciento. Para los tratamientos $T_{1.5}$ y $T_{2.5}$, la proteína cruda suplementaria representó el 27.1 y el 43.1 por ciento del consumo total, respectivamente.

Para los tres tratamientos el consumo de energía metabolizable (Cuadro 2) fue ligeramente superior a las necesidades que establecen sus correspondientes niveles de producción (NRC, 1970). La concentración energética de la ración consumida fue de 1.88 (T_0), 2.01 ($T_{1.5}$) y 2.33 ($T_{2.5}$) Mcal de EM/kg de MS.

Aunque el parámetro escogido sólo examina el cambio en la tasa de decaimiento de la producción de leche (donde cada animal es su propio testigo) y no la producción de leche en sí, se ofrecen, en todo caso, los promedios de producción de leche. Para el tratamiento T_0 , la producción fue de 3.28 l/vaca/día, mientras que para los tratamientos $T_{1.5}$ y $T_{2.5}$, las producciones fueron de 6.04 y 5.91 l/vaca/día, respectivamente. Según estos valores, y suponiendo homogeneidad entre las vacas, cada kg de suplemento resultó en un aumento de 2 kg en la producción de leche, lo que contradeciría los resultados de varios autores según la revisión de Combellas y colaboradores (1979). Lo probable es que los grupos no hayan sido homogéneos en su capacidad productiva y que el efecto del suplemento no haya sido tan positivo como aparenta en este estudio, o que los animales de algunos grupos hayan movilizado reservas de energía para suplir los requerimientos productivos.

Es indudable que los datos presentados ofrecen una posibilidad práctica de alimentación de ganado lechero en la época seca. Las producciones logradas, especialmente con un bajo nivel de un suplemento económico, podrían considerarse satisfactorias por parte del productor. A pesar de esto, es recomendable añadir más información en términos de un mayor número de animales experimentales y mayor control de sus características.

En vista de las perspectivas que ofrece el uso del ensilaje de pasto Elefante Panamá (también conocido como "King Grass"), se presenta a continuación un somero análisis de costos de alimentación para los tres casos considerados. El costo por kg en base fresca es de B/.008 para el ensilaje, B/.032 para la melaza-urea y B/.0374 para la harina de pescado, según precios vigentes en Panamá en 1979. Consecuentemente, los costos de alimentación serían de B/.037 (T_0), B/.046 ($T_{1.5}$) y B/.043 ($T_{2.5}$). Con un precio de la leche de B/.020 por litro, se obtiene un ingreso (sin incluir la mano de obra) de B/.029 (T_0), B/.075 ($T_{1.5}$) y B/.075 ($T_{2.5}$) por vaca por día.

CONCLUSIONES

1. El consumo de ensilaje de pasto Elefante Panamá, sin aditivos al momento de ensilar, es superior al de otros ensilajes de pastos tropicales y semejante a los de clima templado.
2. El uso de bajos niveles de suplementación energético-proteica permite un efecto complementario sobre el consumo de ensilaje y la producción de leche.
3. Es factible lograr producciones de leche de nivel moderado, durante la época seca, a base de ensilaje de pasto Elefante Panamá. Las proyecciones económicas ameritan su recomendación al productor panameño.

ABSTRACT

With the purpose of evaluating the productive potential of Panama Elephant grass (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) silage, an experiment was conducted using nine Holstein x Zebú cows, weighing 418 kg, to determine the effects of three levels of supplementation on milk production and silage intake. The levels were: 0 (T_0), 1.5 ($T_{1.5}$) and 2.5 ($T_{2.5}$) kg of fresh material/cow/day; the supplement consisted of a mixture of blackstrap molasses with 2% urea and 10% fishmeal. The pasture was fertilized with 100 kg N/ha/year and was harvested for ensiling 90 days after the last cut. The silage was made with no additives and an above-ground trench-type silo was used. The silo was opened after 60 days and, based on organoleptic characteristics and a pH of 3.7, the silage was judged as having good qualities. Its dry matter and crude protein contents were 18.4% and 6.7%, respectively. The statistical design was a switch-back type and the main evaluation parameter was represented by a milk production persistency index. *Ad libitum* silage intakes were 46.3 (T_0), 44.1 ($T_{1.5}$) and 31.8 ($T_{2.5}$) kg of fresh material/cow/day. Based on the lactation persistency indexes, it was found that the difference between T_0 and the treatments with supplements was significant ($P < 0.05$). No statistical difference was found between $T_{1.5}$ and $T_{2.5}$. The present study confirms that there is no need for additives in order to obtain silage of good characteristics from Panama Elephant grass, it is concluded that this silage is consumed satisfactorily and at levels that are superior to those corresponding to other tropical grass silages. It is also concluded that the efficient use of this silage for dairy cows requires small amounts of a supplement rich in energy and protein thus making it possible to achieve a significant increment in milk production in the dry season.

BIBLIOGRAFIA

- ARMENDARIZ, V.R. Efecto del nivel de melaza sobre el consumo voluntario de punta de caña y la ganancia de peso en novillos de carne. Tesis *Mag. Sci.* Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1976. 74 p.
- BATEMAN, J.V. Nutrición animal, manual de métodos analíticos. México, D. F., Herrero, 1970. 488 p.
- CABRERA, J.I. y RIVERA-BRENES, L. The value of grass silage for feeding dairy cows in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 37:59-73. 1953.
- CATCHPOOLE, V.R. y HENZELL, E.F. Silage and silage-making from tropical herbage species. *Herbage Abstracts* 41 (3):213-221. 1971.
- CLARK, J.; PRESTON, T.R. y ZAMORA, A. Miel final como fuente de energía de dietas de

- poca fibra para la producción de leche. 1. Efecto de la variación del nivel de forraje. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 6:19-26. 1972a.
- _____ ; _____ y _____. Miel final como fuente de energía de dietas de poca fibra para la producción de leche. 2. Efectos de diferentes niveles de grano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 6:27-33. 1972b.
- 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* 34:303-310. 1979.
- CHURCH, D.C. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 2. Nutrición (Traducción del inglés por Francisco Castejón Calderón). Zaragoza, Editorial Acribia, 1974. p. 211-241.
- ESPERANCE, M. y PERDOMO, A. Ensilaje y/o forraje para la producción de leche. *Pastos y Forrajes (Revista de la E.E.P.F. "Indio Hatuey", Cuba)* 1(3):425-435. 1978.
- LUCAS, H.L. Switch back trials for more than two treatments. *Journal of Dairy Science* 36(2):146-154. 1956.
- McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; THOMAS, J.E. y HARRIS, L.E. Latin American tables of feed composition. Gainesville, University of Florida, 1974. 509 p.
- MEDINA, R.I. Tasa de digestión y digestibilidad potencial ruminal de materiales fibrosos en función de niveles de almidón suplementario. Tesis *Mag. Sci.* Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1980. 69 p.
- MORENO, A.H. Evaluación del ensilaje de pasto Panamá (*Saccharum sinense*) para la alimentación de vacas de doble propósito. Tesis *Mag. Sci.* Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1977. 98 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Necesidades nutritivas de los animales domésticos: necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero. Ia. ed. (traducción al español). Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, 1973. 75 p.
- RODRIGUEZ, V. y PRESTON, T.R. El valor nutritivo de la miel final y el maíz con proteína verdadera o NNP para la producción de leche. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 3(2): 155-164. 1968.
- RUILOBA, E. de; RUIZ, M. E. y RUILOBA, M.H. Efecto de la adición de melaza y urea en el ensilaje de pasto Elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086). *Ciencia Agropecuaria* 3: En prensa. 1980.
- RUILOBA, M.H. y RUIZ, M.E. Producción de carne durante la época seca a base de sub-productos. 1. Niveles de proteína suplementaria y melaza. *Ciencia Agropecuaria* 1:59-76. 1978.
- SAN MARTIN, F.A. Digestibilidad, tasas de digestión y consumo de forraje en función de la suplementación con banano verde. Tesis *Mag. Sci.* Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1980. 59 p.
- STEEL, R.G.D. y TORRIE, J.H. Principles and Procedures of Statistics. Toronto, McGraw-Hill, 1960. 481 p.