

EFFECTO DE LA ADICION DE FRUTO DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes*) SOBRE LAS CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DEL ENSILAJE DE PASTO GIGANTE (*Pennisetum purpureum*)¹

Augusto Rojas-Bourrillón²/*, Humberto Ugalde^{**}, Diego Aguirre^{***}

RESUMEN

Mediante el uso de microsilos, se analizaron las características nutricionales y fermentativas de ensilaje de forraje gigante o elefante (*Pennisetum purpureum*) con la adición de fruto de pejibaye. El forraje se cosechó a los 70 días de edad y se picó a 1.7 cm. El pejibaye se adicionó en forma integral (cáscara-pulpa-semilla) o solo cáscara y pulpa, previamente triturados, a niveles de 0, 8, 16, 24 y 32% del peso fresco del forraje. La adición creciente de pejibaye causó incrementos lineales en los contenidos de materia seca, extracto etéreo, almidón y digestibilidad *in vitro*. Los contenidos de fibra neutro detergente y valores de pH decrecieron al aumentar el contenido de pejibaye en el ensilaje. Se concluye que la adición de pejibaye mejora la calidad y el proceso fermentativo de ensilajes de forraje gigante, especialmente cuando se adiciona en un 32% en base fresca, presentando contenidos de 20.7% MS; 9.2% PC; 8.2% EE; 39.6% FND; 22.4% almidón; pH 4.6 y 79.2% digestibilidad *in vitro* de la materia seca, y potencialmente es un ingrediente que puede mejorar la productividad de rumiantes en el trópico.

ABSTRACT

Effect of the addition of pejibaye palm fruit (*Bactris gasipaes*) on nutritional characteristics of Elephant grass (*Pennisetum purpureum*) silage. By using small laboratory silos, pejibaye fruit and elephant grass were ensiled during 60 days. The pejibaye as pulp or whole (including seed), previously crushed, were added at zero, 8, 16, 24 and 32% (wet basis) to the grass. Progressive addition of pejibaye palm fruit increased dry matter, ether extract, starch content and *in vitro* digestibility of the silages. On the other hand, neutral detergent fiber and pH were reduced by adding pejibaye fruit. There were great decreases in neutral detergent fiber, and greater increases in starch content, when fruit pulp was added to silage, compared to whole fruit. It is concluded that pejibaye palm fruit, particularly when added at 32% wet basis, improves ensiling characteristics of Elephant grass silage (20.7% DM; 9.20% CP; 8.21% EE; 39.6% NDF; 22.4% starch; pH 4.6 and 79.2% IVDDM), and that this silage has potential value as a feedstuff to improve ruminant production in the tropics.

1/ Recibido para publicación el 4 de febrero de 1998.

2/ Autor para correspondencia.

* Escuela de Zootecnia y Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

** Corporación PIPASA, San Antonio de Belén, Heredia, Costa Rica.

*** Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

INTRODUCCION

La elaboración de ensilajes de forrajes tropicales ha estado limitada por los bajos contenidos de materia seca y carbohidratos solubles de los forrajes utilizados (Catchpole y Henzel 1971). Estos ensilajes presentan por lo general un pH más alto que los de climas templados, grandes pérdidas de materia seca, N y altos niveles de ácido butírico.

Para tratar de solventar esta situación se han empleado aditivos tropicales como melaza de caña o harina de yuca (Vargas et al. 1981, Sujatha-Panditharatne et al. 1986, Farias y Gomide 1973), los cuales han proporcionado condiciones más favorables de fermentación, mejorando la preservación y calidad del ensilaje.

En la actualidad el fruto de pejibaye (*Bactris gasipaes*) ha demostrado ser un ingrediente nutricional promisorio. Procesado en forma de harina, ha sido utilizado favorablemente en pollos en crecimiento (Zumbado y Murillo 1988) y en rumiantes ha sido clasificado como una fuente altamente fermentable (Rojas-Bourrillón et al. 1991b). Debido a la estacionalidad de su producción se ha utilizado satisfactoriamente la técnica del ensilaje para su conservación a bajo costo (Rojas-Bourrillón et al. 1990) y esto ha servido para utilizar los desechos producidos por la exportación de semillas y por la expansión nacional en el cultivo del palmito.

Si se considera su composición nutricional y su rápida fermentación, el uso de este fruto como aditivo en ensilajes tropicales amerita ser evaluado.

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar la adición de fruto de pejibaye (*Bactris gasipaes*), en forma de pulpa o integral, sobre parámetros nutricionales y fermentativos del ensilaje de pasto elefante o gigante (*Pennisetum purpureum*) comúnmente utilizado como forraje de corte en lecherías.

MATERIALES Y METODOS

Tratamientos

Se utilizaron 36 microsilos de tubo de cloruro de polivinilo (PVC) de 75 mm de diámetro con una capacidad aproximada de 1 kg y con émbolo de presión similares a los descritos por Chacón (1987). El pejibaye se utilizó en 2 formas: integral (cáscara-pulpa-semilla) o en pulpa (cáscara-pulpa); en ambos casos el pejibaye se trituró mecánicamente y se adicionó en niveles de 8, 16, 24 y 32%, con base en el peso fresco del forraje gigante; éste se usó con 70 días de

Cuadro 1. Composición proximal (en base seca) de la pulpa y fruto integral del pejibaye y forraje utilizados.

Nutrimento	Pejibaye		Forraje
	Pulpa	Integral	
Materia seca %	50.08	50.79	15.91
Proteína cruda %	6.12	6.24	12.68
Extracto etéreo %	12.92	9.03	1.75
Fibra neutro detergente %	8.51	11.0	64.08
Carbohidratos solubles %	4.48	3.52	4.85
Almidón %	66.30	57.90	nd

nd= no determinado

edad y picado a un tamaño de 1.7 cm. Adicionalmente se preparó un control negativo, a base de solo forraje (0% de adición de pejibaye), para un total de 9 tratamientos con 4 repeticiones.

La composición proximal del forraje y pejibaye utilizado se observa en el Cuadro 1.

Los microsilos fueron pesados antes y después del llenado y la compactación de las mezclas ensiladas se realizó ajustando periódicamente el émbolo de presión.

Mediciones

Durante el proceso fermentativo se recolectó y midió el volumen de efluentes. Después de 60 días y previamente pesados, los microsilos fueron abiertos. Se extrajo el material fermentado y se eliminó las partes perdidas por pudrición según apreciación visual.

En el material preensilado y ensilado se analizó el contenido de materia seca en estufa a 60°C, proteína cruda y extracto etéreo de acuerdo con AOAC (1980); fibra neutro detergente (Van Soest y Robertson 1985); carbohidratos solubles (Johnson et al. 1966 y Dubois et al. 1956) y almidón (Soughate 1976). En las muestras fermentadas se analizó el valor de pH (Rojas 1985) y digestibilidad *in vitro* (Van Soest y Robertson 1985).

Análisis estadístico

La información fue analizada mediante un diseño irrestricto al azar con 4 repeticiones y 9

tratamientos utilizando el programa GLM de SAS y mediante regresiones para obtener tendencias de mejor respuesta.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición nutricional del material ensilado

Materia seca. En general, desde el punto de vista del grado de fermentación, se observó que el contenido de materia seca del material a ensilar era menor al 30% considerado por Catchpoole y Henzel (1971) como el nivel conveniente para ensilar; sin embargo, los contenidos de las mezclas de 24 y 32% de peji-baye fueron similares a los valores informados por Vargas et al. (1981) y Sujatha-Panditharatne et al. (1986), para ensilajes de pasto con adición de melaza y yuca, respectivamente.

El contenido de materia seca se incrementó ($P \leq 0.0001$) al adicionar peji-baye (Figura 1A) observándose los mayores incrementos al adicionar el peji-baye en forma integral respecto a la pulpa ($b=0.131$ contra $b=0.117$ respectivamente). Los contenidos en promedio fluctuaron de un 16.2% (8% de adición) a un 20.8% (32% de adición) presentando el ensilaje con solo pasto valores de 15.7%. Al analizar las pérdidas de materia seca se encontró que las mayores pérdidas ocurren en el ensilaje de forraje solo (33%) mientras que éstas se reducen con la adición de peji-baye (16.4% en promedio). Catchpoole y Henzel (1971) y Thomas et al. (1980) consideran pérdidas de un 13 a 21% como normales durante el proceso fermentativo del ensilaje. Análisis del volumen de efluentes producidos durante el proceso del ensilaje indica que la adición de peji-baye provocó una disminución altamente significativa en la producción de efluentes presentando el tratamiento control producciones de 146.08 ml contrastando con los valores promedio de 69.82 ml al adicionar peji-baye aunque no se determinaron diferencias estadísticas entre niveles de adición de peji-baye.

Aumentos en el contenido de materia seca de los ensilajes al agregar aditivos similares (yuca) han sido informados por Sujatha-Pandathiratne et al. (1986). Un alto contenido de materia seca es

deseable ya que favorece el proceso de estabilización lo que reduce las pérdidas de nutrimentos y de efluentes y debido a la correlación positiva entre este parámetro y el consumo animal (Wangness y Mueller 1981).

Proteína cruda. El efecto de la adición de peji-baye sobre el contenido de proteína no fue consistente con los resultados obtenidos sobre ensilajes de mezclas de peji-baye con forrajes king grass (*Pennisetum clandestinum*), morera (*Morus alba*) y poró (*Erythrina berteroana*) en los cuales se ha demostrado que la incorporación progresiva del peji-baye reduce los contenidos proteicos del ensilaje debido al menor contenido de proteínas del peji-baye, comparado con esas fuentes forrajeras (Rojas-Bourrillón 1991). La inclusión de peji-baye al 50% presentó los mayores valores ($P \leq 0.0001$) de proteína cruda (10.3%) en comparación con el ensilaje de solo pasto (8.8% PC) y con la inclusión de 32% de peji-baye (9.2% PC); sin embargo, los contenidos fueron superiores al informado para ensilajes de maíz (Rojas-Bourrillón 1985) y ensilajes de pasto elefante con adición de yuca y melaza (Farias y Gomide 1973, Vargas et al. 1981).

Las diferencias existentes en este comportamiento pueden estar relacionadas con el nivel de inclusión de peji-baye, ya que en los otros experimentos se utilizaron niveles superiores (20 a 80%) donde es más manifiesta la sustitución.

Al considerar el uso potencial de los ensilajes de peji-baye con pasto gigante, los contenidos proteicos fueron mayores a 7%, valor mínimo considerado para un adecuado consumo (Milford y Minson 1965).

Extracto etéreo. La adición progresiva de peji-baye incrementó el contenido de extracto etéreo del ensilaje. Las diferencias en la forma de suplirlo fueron de pequeña magnitud, como se observa en la Figura 1B. El valor promedio de las mezclas fue de 6.06%, duplicando su contenido con respecto al forraje solo (3.33%).

Uno de los principales limitantes en producción bovina en el trópico es su bajo consumo de energía, lo cual ha sido parcialmente solucionado incrementando la densidad energética de

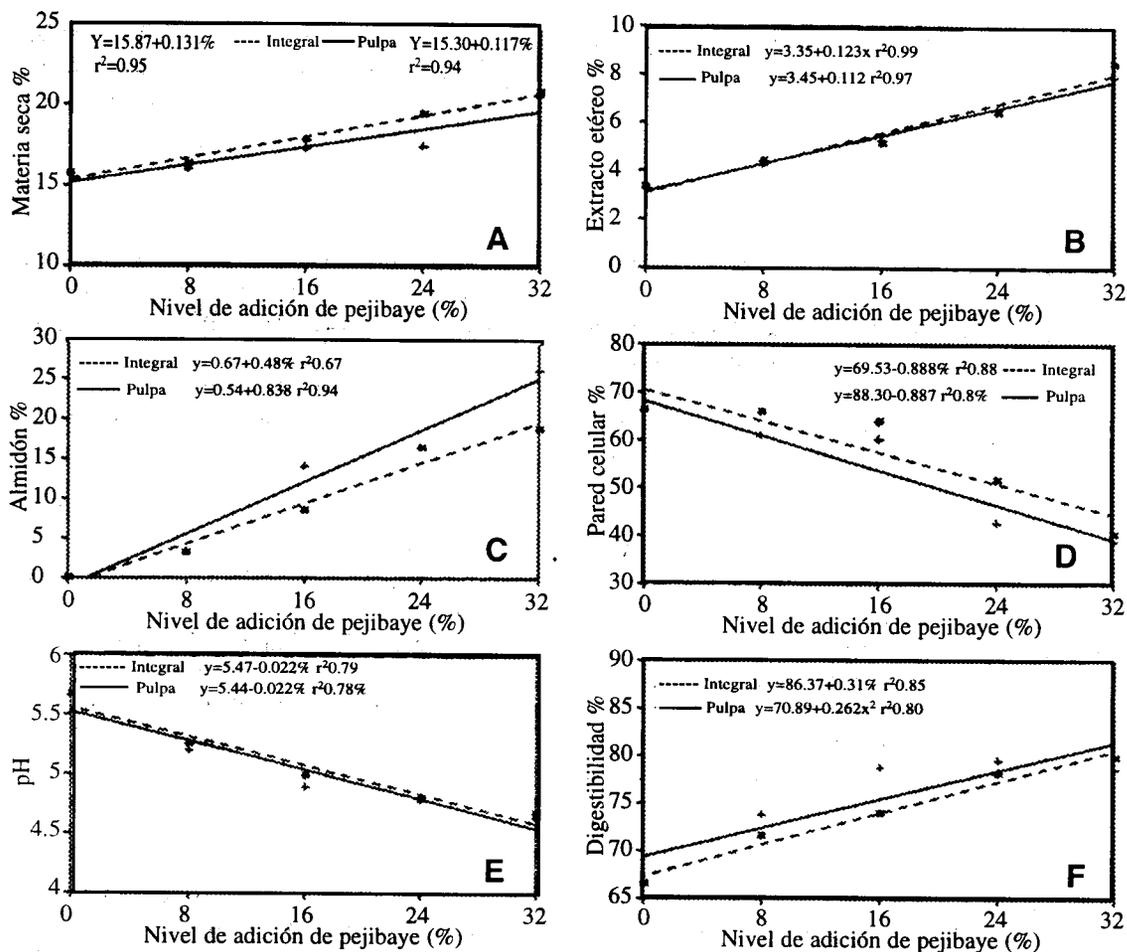


Fig. 1. Contenido de materia seca (A), extracto etéreo (B), almidón (C), pared celular (D), valor de pH (E) y digestibilidad *in vitro* (F) de ensilajes de pasto gigante con diferentes niveles de peyibaye.

los suplementos (Rojas et al. 1988). Al considerar el contenido de extracto etéreo de los ensilajes con peyibaye, se puede inferir que su utilización sería importante para satisfacer los requerimientos energéticos del rumiante; sin embargo, se debe tener en cuenta que el consumo y digestibilidad de alimentos se reducen cuando el contenido de grasa excede un 7% de la materia seca total (Palmquist 1986), por lo que ensilajes con adición de 24 y 32% de peyibaye tendrían sus limitaciones si se emplearan como único ingrediente forrajero. Esta limitación de los lípidos se ve reducida cuando la grasa no se adiciona por aparte, sino que es componente integral del alimento; en este caso los ácidos grasos están pre-

sentados como parte del peyibaye, lo cual permitiría, según Palmquist (1986), una lenta liberación y una reducción del efecto tóxico sobre los microorganismos ruminales.

Fibra neutro detergente o pared celular.

La adición del peyibaye resultó en una reducción lineal en el contenido de pared celular de los ensilajes (Figura 1C). Los contenidos promedio de pared celular de los ensilajes con la adición de fruto integral y pulpa fueron de 55.1% y 50.7% respectivamente contrastando con el valor de 66.0% para el control. El contenido de pared celular está correlacionado con el consumo de forrajes y, de acuerdo a Van Soest (1965), niveles

superiores a 40% en la dieta son limitantes; de tal manera que únicamente los ensilajes con niveles de 32% de adición de peji-baye no presentarían limitaciones atribuibles al contenido de pared celular si se utilizaran como dieta única.

Carbohidratos solubles. Los contenidos de carbohidratos solubles en el material antes de ensilar no fueron apropiados para el establecimiento de un proceso fermentativo favorable (Cuadro 1). Catchpoole y Henzel (1971) consideran niveles entre 13 y 16%, y Smith (1962) entre 6 y 7%, de la materia seca, como adecuados para el proceso.

Los contenidos de carbohidratos solubles en el ensilaje presentaron diferencias significativas entre tratamientos variando desde valores de 0.5% para el ensilaje de solo pasto hasta valores de 1.19% al adicionar 24% de peji-baye al ensilaje. En general, los contenidos se redujeron un 54% en promedio en los ensilajes con peji-baye con respecto al material fresco sin ensilar; los ensilajes de solo forraje presentaron las mayores pérdidas (73%). Las pérdidas cuantificadas en el presente trabajo son normales debido a que estos carbohidratos son fuente principal para la producción de ácidos orgánicos durante el proceso fermentativo que ocurre en el ensilaje.

Almidón. La adición de peji-baye causó un incremento progresivo en los contenidos de almidón de los ensilajes (Figura 1D). La tasa de incremento fue mayor en los ensilajes con pulpa, comparada con la de aquellos con peji-baye integral ($b = 0.636$ contra $b = 0.480$).

Johnson et al. (1966), Farias y Gomide (1973) y McDonald (1981), informan de la preservación del almidón durante el proceso de ensilaje, quedando luego disponible para el animal; sin embargo, en la presente investigación se cuantificaron pérdidas que variaron de 21 a 58%, lo cual podría ser motivado por la estructura granular del almidón de peji-baye, en contraste con el de maíz y el de yuca, esto ha sido asociado con su gran fermentabilidad a nivel ruminal (Rojas-Bourrillon et al. 1991b).

La utilización del almidón de peji-baye por microorganismos anaeróbicos podría jugar un papel muy importante en el proceso del ensilaje ya que los contenidos de carbohidratos solubles

presentes en el material fresco no eran suficientes para optimizar el proceso fermentativo. Lo anterior se puede sustentar al observar que la inclusión progresiva de peji-baye en el ensilaje redujo los valores de pH. Esta reducción de pH pudo ser producto de la presencia de ácidos orgánicos generados de la fermentación de carbohidratos, tanto solubles como de la degradación del almidón.

Experiencias con ensilajes de mezclas de peji-baye y forraje king grass (Rojas-Bourrillon et al. 1991a); demuestran que la adición de peji-baye produce niveles de ácido láctico similares a la mayoría de ensilajes de zonas templadas, comportamiento que también ha sido determinado con la adición de yuca (Sujatha-Pandathiratne et al. 1986). Es probable que en la presente investigación el patrón de fermentación láctica se presentó al adicionar los mayores niveles de ensilaje.

Características fermentativas y digestibilidad *in vitro*

Valor de acidez. Los valores de pH del ensilaje decrecieron conforme se adicionó peji-baye (Figura 1E), sin diferencias en la forma en que se adicionó el peji-baye. Se considera que un buen ensilaje debe tener un pH entre 3.7 y 4.2 (Catchpoole y Henzel 1971); sin embargo, en forrajes tropicales los pH son mayores, 4.2 a 5 (McDonald 1981).

Alteraciones en el valor de pH similares a los detectados en la presente investigación fueron notados por Sujatha-Pandathiratne et al. (1986), al adicionar 5% de harina de yuca a forraje de guinea (pH de 5.3 a 4.2).

Digestibilidad *in vitro*. La incorporación de peji-baye causó un incremento en la digestibilidad *in vitro*, sin encontrarse diferencias significativas por la forma en que se adiciona el peji-baye (Figura 1F). Este aumento en digestibilidad está relacionado con el aporte de sustratos digestibles presentes en el peji-baye.

Al comparar la materia seca y la digestibilidad promedio del ensilaje con peji-baye al 32% con algunos valores informados para ensilaje de maíz (Cuadro 2), considerado como ingrediente base para sistemas en zonas templadas, se aprecia

Cuadro 2. Comparación del contenido de materia seca y digestibilidad *in vitro* del ensilaje de maíz (*Zea mays*) y ensilaje de pasto gigante con pejibaye.

Autor	Materia seca (%)	Digestibilidad (%)
Gómez, 1985 (con maíz)	20	64.3
Arroyo, 1977 (con maíz)	16.4	58.7-78.5
Presente investigación 32% inclusión de pejibaye	20.7	79.2

que los valores de ensilajes de forrajes tropicales con pejibaye son similares; por lo tanto, pueden ser una alternativa para mejorar la productividad del rumiante en el trópico, si no existieran limitaciones de consumo.

LITERATURA CITADA

- AOAC (ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). 1980. Official Methods of Analysis. 12th Ed. Washington D. C.
- ARROYO, R. A. 1977. Evaluación de la calidad y niveles de nutrientes de algunos ensilajes en la zona lechera de altura. Tesis Ing. Agr. San José, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 58 p.
- CHACÓN, H. A. 1987. Determinación de los cambios físico-químicos durante la fermentación del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en microsilos. Tesis Ing. Agr. San José, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 66 p.
- CATCHPOOLE, V. R.; HENZEL, E. F. 1971. Silage and silage making from tropical herbage species. *Herbage Abstracts* 41(3):213-221.
- DUBOIS, M.; GILES, K. A.; HAMILTON, J. D.; REBERS, P. A.; SMITH, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 23:350.
- FARIAS, I.; GOMIDE, J. A. 1973. Effect of wilting and the addition of grated cassava meal on the characteristics of Elephant grass silage harvested at various levels of dry matter content. *Experimentae* 16 (7): 131-139.
- GOMEZ, A. D. 1985. Estudio preliminar sobre el uso del ensilado de maíz y diferentes niveles de concentrado en la alimentación de vacas lecheras. Tesis Ing. Agr. San José, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 82 p.
- JOHNSON, R. R.; BALWANI, T. L.; JOHNSON, L. H.; MCCLURE, K. E.; DEHOROTY, B. A. 1966. Corn plant maturity II. Effect on *in vitro* cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. *J. Anim. Sci.* 25:617.
- MCDONALD, P. 1981. Nutritive value of silages. *In: The Biochemistry of Silage.* Willey and Sons Ltda. New York.
- MILFORD, R.; MINSON, D. 1965. Intake of tropical pastures species. *In International Grassland Congress*, 9th, Sao Paulo. p. 815.
- PALMQUIST, D. L. 1986. Fat supplements for lactating cows. *Ohio Dairy Day.* The Ohio State University. Wooster. Ohio. 18-22 p.
- ROJAS-BOURRILLON, A. 1985. Effect of rolled corn silage on digestion of nutrients and feedlot performance of growing steers. M.Sc. Thesis. Iowa State University. 93 p.
- ROJAS-BOURRILLON, A. 1991. Uso potencial del fruto de pejibaye en la alimentación de rumiantes. *In: Curso-Seminario Centroamericano sobre Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales.* Escuela de Ingeniería Agrícola. Universidad de Costa Rica 25 p.
- ROJAS-BOURRILLÓN, A.; CHAVES, A.; ARROYO, C. 1990. Características nutricionales y fermentativas del ensilaje de fruto de pejibaye (*Bactris gasipaes*). *Agronomía Costarricense* 14(2): 157-160.
- ROJAS-BOURRILLON, A.; CHAVEZ A.; AGUIRRE, D. 1991a. Características nutricionales y fermentativas de ensilajes de mezclas de forraje King Grass (*Pennisetum purpureum*) y pulpa de fruto integral de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *In: Reunión Internacional sobre Biología, Manejo e Industrialización del Pijuayo.* Iquitos, Perú. p. 469.
- ROJAS, A.; HIDALGO, E.; PALAVICINI, G. 1988. Uso del palmiste integral como suplemento energético en la alimentación de vacas lecheras en el trópico húmedo. *Agronomía Costarricense* 12 (1): 93-97.
- ROJAS-BOURRILLON, A.; ROJAS, O.; BOSCHINI, C. 1991b. Efecto del procesamiento sobre la degradabilidad de la materia seca del fruto integral del pejibaye (*Bactris gasipaes* HBK). *In: Reunión Internacional sobre Biología, Manejo e Industrialización del Pijuayo.* Iquitos, Perú. p. 481.

- SMITH, L. H. 1962. Theoretical carbohydrate requirement for alfalfa silage production. *Agronomy Journal* 54 (4): 291-293.
- SOUGHATE, D. A. 1976. Determination of carbohydrates. Applied Science Publisher Ltda. London 178 p.
- SUJATHA-PANDITHARATNE; ALLEN, V. G.; FONTENOT, J. P.; JARASU VIYA, M. C. N. 1986. Ensiling characteristics of tropical grasses as influenced by stage of growth, additives and chopping length. *J. Anim. Sci.* 63: 197-207.
- THOMAS, P. C.; KELLY, N. C.; WAIT, M. K. 1980. Silage. *Proc. Nutr. Soc.* 39: 254-257.
- VAN SOEST, P. I. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical analysis and digestibility. *J. Anim. Sci.* 24: 834-843.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. 1985. Analysis of forages and fibrous food. A Laboratory Manual for Animal Science. Cornell University. Cap. 7 and 6. 613 p.
- VARGAS, R.; JIMENEZ, C.; BOSCHINI, C.; CONSTENLA, M. 1981. Estudio sobre cambios físico-químicos durante la fermentación del pasto Elefante en microsilos de laboratorio con 3 niveles de melaza. *Agronomía Costarricense* 5 (1/2): 121-125.
- WANGNESS, P. J.; MUELLER, L. 1981. Maximum forage for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 65:1.
- ZUMBADO, M.E.; MURILLO, M. 1988. Influence of pejibaye (*Bactris gasipaes* HBK) fruit meal processed by different heat treatments on broiler performance. *J. Sci. Food Agriculture* 44: 9-14.