

## CARACTERISTICAS NUTRICIONALES Y FERMENTATIVAS DEL ENSILAJE DE FRUTO DE PEJIBAYE (*Bactris gasipaes*)<sup>1/</sup>\*

Augusto Rojas-Bourrillon \*\*

Alfredo Chaves \*\*

Carlos Luis Arroyo \*\*\*

### ABSTRACT

Nutritive and fermentation characteristics of pejibaye palm fruit silage (*Bactris gasipaes*). By using small laboratory silos, a comparison was made of the nutritive value and fermentation patterns of silage made of pulp in contrast to whole pejibaye fruit, previously crushed before ensiling. The whole pejibaye silage had higher dry matter content (49.3 vs 44.4%), crude protein (5.93 vs 4.95%), ether extract (11.65 vs 11%), neutral detergent fiber (26.15 vs 19.8%) and lower in vitro dry matter digestibility (83.7 vs 88.2%), soluble carbohydrates (5.48 vs 7.66%) and starch content (24.45 vs 27.15%), than the pulp pejibaye silage. Additionally, whole fruit silage had pH value (4.10 vs 4.05) but lower dry matter losses (7.5 vs 21.5%). Concentrations (%DM) of lactic, acetic and butiric acids, were characteristic of good quality silage on both types of materials, with an average of 6.12, 1.53 and 0.11, respectively. It is concluded that silage making technique could be a feasible method to preserve the pejibaye fruit, which would allow continued availability of pejibaye as a feedstuff for animal production in the tropics.

### INTRODUCCION

El pejibaye (*Bactris gasipaes* HBK) conocido en otros países como chontaduro (Colombia), pixibay, pijuayo (Perú), ha despertado el interés de su explotación en los últimos años, debido a sus características nutricionales e industriales.

En producción animal, investigaciones realizadas por Zumbado y Murillo (1988), demostraron que la harina de pejibaye procesada por calor, puede sustituir totalmente el sorgo y un 40% del maíz en dietas para pollos en crecimiento. En

rumiantes, el pejibaye se clasifica como una fuente energética altamente fermentable, presentando tasas de degradación ruminal mayores que el maíz (Rojas-Bourrillon *et al.*, 1990).

A pesar de su potencial, el principal problema radica en su industrialización, debido a su alto contenido de humedad, sin embargo, considerando que este contenido es menor al de otras fuentes tropicales como yuca o banano, y su facilidad de fermentación espontánea, la alternativa de su procesamiento a través del ensilaje, parece ser promisorio. Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el contenido nutricional y las características fermentativas del ensilaje de pulpa o fruto integral de pejibaye.

### MATERIALES Y METODOS

Frutos frescos de pejibaye de variedades rojo-amarillas, de la Finca Experimental La Rita, Guápiles (zona del Trópico Húmedo) fueron

1/ Recibido para publicación el 7 de mayo de 1990.

\* Parte de la tesis de Ing.Agr. presentada por Alfredo Chaves ante la Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

\*\* Sección de Ganado Lechero, Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

\*\*\* Programa de Pejibaye, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

cosechados en su estado comercial y mezclados. A la mitad, se le extrajo y eliminó la semilla, y el resto del material se dejó con semilla (pejibaye integral). Posteriormente, ambos tipos de materiales fueron procesados mediante un triturador mecánico y se aseguró que la semilla se desmenuzara.

Cada tipo de material triturado (pulpa y pejibaye integral) fue depositado en 4 microsilos de PVC con capacidad para 0,8 kg y con un émbolo que permitió mantener presión sobre el material. El tiempo de fermentación fue de 45 días, al final del cual, se midieron los efluentes y se extrajo el material fermentado.

### Análisis químico

Al material, antes y después de ensilar, se le realizó análisis de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo (AOAC, 1980), fibra neutro detergente (Van Soest y Robertson, 1985), almidón (Soughate, 1976) y carbohidratos solubles (Johnson *et al.*, 1966), considerando únicamente glucosa en la curva patrón.

Adicionalmente, en el material fermentado se analizó pH (Rojas-Bourrillon *et al.*, 1987), ácidos grasos volátiles según Playne (1985) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Van Soest y Robertson, 1985).

### Análisis estadístico

Las variables medidas con material ensilado y los cambios de cada variable durante el proceso de fermentación, fueron analizados mediante un diseño irrestricto al azar considerando 4 repeticiones por tipo de material de pejibaye.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Composición química del pejibaye antes y después de ensilar

En el Cuadro 1 se observa la composición nutricional del fruto del pejibaye, donde se nota diferencias dependiendo de la forma en que se encuentre disponible. En general, el pejibaye integral presentó un mayor contenido de los diferentes nutrimentos analizados comparado con la pulpa de pejibaye. Debido a que estos análisis se realizaron en muestras compuestas para cada tipo de material, no se puede brindar información estadística sobre este aspecto.

Al considerar los factores relacionados con el proceso de ensilaje, el pejibaye antes de ensilar presentó contenidos en materia seca adecuados

Cuadro 1. Composición nutricional y digestibilidad *in vitro* del pejibaye.

Componente (%)	Antes de ensilar		Ensilado <sup>1</sup>		±DS <sup>4</sup>	Nivel de significancia <sup>5</sup>
	Pulpa <sup>2</sup>	Integral <sup>3</sup>	Pulpa	Integral		
Materia seca	42	44	44,4	49,3	1,13	**
Proteína cruda	5,7	6,8	4,95	5,93	0,48	*
Extracto etéreo	9,4	11,0	11,0	11,65	0,32	*
Fibra neutro detergente	26,69	29,39	19,80	26,10	1,74	
CSA <sup>6</sup>	9,04	7,2	7,66	5,48	0,88	*
Almidón	52,0	50,17	27,15	24,45	8,06	NS
Dig. <i>in vitro</i>	-	-	88,23	83,71	2,58	*

1 Promedio de 4 observaciones

2 Cáscara y pulpa

3 Cáscara, pulpa y semilla

4 Desviación estándar del material ensilado

5 Nivel de significancia: NS=P>0,05; \*P<0,05; \*\*P<0,01

6 CSA= Carbohidratos solubles en agua, medido como glucosa

para ensilar y mayores a los reportados para yuca (36,04%), camote (30%) y banano (15,04%).

En relación con el contenido de carbohidratos solubles, los valores detectados son apropiados para el establecimiento de un proceso fermentativo favorable si se consideran los criterios de Smith (1962) de un 6-7% de la materia seca, aunque Catchpoole y Henzel (1971) recomiendan niveles de 13 y 16%.

La composición nutricional del material ensilado fue afectada por la forma en que se ensiló el pejibaye. El ensilaje de pejibaye integral presentó un mayor contenido nutricional, comparado con el ensilaje de la pulpa, exceptuando al almidón (P<0,05). A pesar del contenido apropiado de carbohidratos solubles, se cuantificó la participación de la fracción fibrosa y el almidón en el proceso fermentativo, al presentarse pérdidas de un 41,6 y 22,1% en la fracción de fibra neutro detergente y de 60,7 y 53,3% en el almidón para los ensilajes de pulpa y pejibaye integral, respectivamente.

Resultados de otras investigaciones indican variabilidad en cuanto al uso o preservación de estos nutrimentos durante el proceso fermentativo. Morrison (1979) determinó una reducción de un 5 y 20% de la celulosa y hemicelulosa, respectivamente. Similarmente, Vargas *et al.* (1981) informan de pérdidas de un 21 y 14% en ensilajes de forrajes con adición de 5 y 10% de melaza, mientras que McAllan y Phillips (1977), mencionan un incremento de un 15% en la fracción de celulosa. En el caso del almidón, Farias y

Gomide (1973) informan de la preservación del almidón de yuca al adicionar ésta en ensilajes de forraje, lo cual concuerda con observaciones de Johnson *et al.* (1966) en ensilajes de maíz. Por su parte Le Dividich *et al.* (1976), cuantificaron una pérdida de un 6 y 7% en ensilaje de banano verde y maduro, respectivamente.

Probablemente, las pérdidas que se presentaron en el almidón del pejibaye pueden originarse en la composición estructural del mismo. Esto parece indicar una mayor susceptibilidad del pejibaye a la degradación por la amilasa microbiana presente en el silo, ya que estudios realizados con la técnica de la bolsa de nylon indican una alta actividad de los microorganismos ruminales sobre el pejibaye (Rojas-Bourrillon *et al.*, 1990).

Al considerar la estimación del aprovechamiento por parte de rumiantes usando la digestibilidad *in vitro*, se cuantificó que el ensilaje de pejibaye integral tiene menos digestibilidad, debido a su mayor contenido de pared celular.

### Características fermentativas

Se cuantificaron diferencias entre tipos de ensilajes ( $P \leq 0,01$ ) en las variables acidez y pérdidas de materia seca (Cuadro 2). Los ensilajes de pulpa de pejibaye presentaron menores valores de pH y mayores pérdidas tanto en materia seca como en material fresco ( $P \leq 0,05$ ). Le Dividich *et al.* (1976), ensilando banano en forma verde o madura encontraron valores de pH de 4,2 y 3,8 y pérdidas de materia seca de 13,5 y 33,9%, respectivamente.

Los contenidos de ácido láctico fueron característicos de ensilajes de buena calidad, lo cual está relacionado con el reducido nivel de ácido butírico. Este valor fue muy inferior al informado por Kung y Stanley (1982) como alto en ensilajes de caña de azúcar (0,43%) y de aquellos cuantificados por Vargas *et al.* (1981) en ensilajes con adición de 10% de melaza (0,72%).

En general, se concluye que el proceso de ensilaje podría ser una alternativa confiable, y actualmente menos costosa, para la preservación del fruto del pejibaye. Al mismo tiempo, este método podría asegurar una disponibilidad continua para un sistema de producción animal con este producto. Adicionalmente, es necesario validar su uso animal ya que presenta características favorables y desfavorables en comparación con otros tipos de ensilajes, como se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Características fermentativas del ensilado de pejibaye.

Parámetro	Pulpa <sup>1</sup>	Integral <sup>2</sup>	Nivel de	
			$\pm$ DS <sup>3</sup>	significancia <sup>4</sup>
pH	4,05	4,10	0,02	*
Efluentes (ml)	186,75	122	40,66	NS
Pérdida (%)				
Materia fresca	25,9	17,3	6,42	NS
Materia seca	21,5	7,54	6,79	*
Contenido (%MS)				
Acido acético	1,44	1,61	0,30	NS
Acido butírico	0,10	0,12	0,04	NS
Acido láctico	5,84	6,41	1,62	NS

1 Cáscara y pulpa

2 Cáscara, pulpa y semilla

3 Desviación estándar

4 NS= $P > 0,05$ ; \*= $P < 0,05$

Cuadro 3. Comparación nutricional de ensilajes tropicales.

Componente (%)	Yuca <sup>1</sup>	Banano <sup>2</sup>	Pejibaye	
			Pulpa	Integral
Materia seca	45	29	44,4	49,3
Proteína cruda	1,61	3,81	4,95	5,93
Extracto etéreo	0,37	ND	11	11,65
Fibra cruda	1,86	5,3	ND	ND
FND	ND	ND	19,10	26,15
Carbohidratos solubles	ND	Trazas	7,66	5,48
Almidón	ND	70,9	27,15	24,45
Extracto libre de nitrógeno	39,60	ND	ND	ND

1 Le Dividich *et al.* 1976.

2 Buitrago *et al.*, 1976.

ND= No Determinado

### RESUMEN

Con la técnica de microsilos se estudió el valor nutritivo y características fermentativas de ensilaje de la pulpa y el fruto integral del pejibaye, previamente triturados. Se determinó que la forma en que se ensila el pejibaye afecta la composición nutritiva del ensilaje. Al ensilar pejibaye integral se cuantificó un mayor contenido de materia seca (49,3 contra 44,4%), proteína cruda (5,93 contra 4,95%), extracto etéreo (11,65 contra 11%) y pared celular (26,15 contra 19,8%), y

menores contenidos de carbohidratos solubles (5,48 contra 7,66%), almidón (24,45 contra 27,15% y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (83,7 contra 88,2%).

Al analizar las características fermentativas, el ensilaje de pejibaye integral presentó mayores valores de pH (4,10 contra 4,05), pero menores pérdidas de materia seca (7,5 contra 21,5%). Ambos materiales contienen niveles de ácido láctico, acético y butírico característicos de ensilajes de buena calidad.

Se concluye que la técnica del ensilaje podría ser una alternativa confiable y actualmente menos costosa para la preservación del fruto de pejibaye, además de que aseguraría la utilización continua de este ingrediente en los sistemas de producción animal en el trópico.

#### LITERATURA CITADA

- AOAC. 1980. Official methods of analysis. 13 ed. Washington D.C., Association of Official Analytical Chemists.
- BUITRAGO, J.A.; GOMEZ, G.; PORTELA, R.; SANTOS, J.; TRUJILLO, C. 1978. Yuca ensilada para la alimentación de cerdos. Cali, Colombia, CIAT. 36 p.
- CATCHPOOLE, V.R.; HENZEL, E.F. 1971. Silage and silage-making from tropical herbage species. Herbage Abstracts 41:213-221.
- FARIAS, I.; GOMIDE, J.A. 1973. Effect of wilting and the addition of greated cassava-meal on the characteristics of elephant grass silage harvested at various levels of dry matter content. *Experientae* 16(7):131-149.
- JOHNSON, R.R.; BALWANI, T.K.; JOHNSON, L.J.; McCLURE, K.E.; DEHORITY, B.A. 1976. Corn plant maturity. II. Effect on *in vitro* cellulose digestibility and soluble carbohydrates content. *Journal of Animal Science* 25(3):617-623.
- KUNG, L.Jr.; STANLEY, R.W. 1982. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. *Journal of Animal Science* 54(4):689-696.
- Le DIVIDICH, I.; AUMAITRE, A.L.; SEVE, B. 1976. Utilization of tropical plants rich in starch for pig feeding. *In* International Symposium Feed Composition (1., 1976, Utah, U.S.A.). Proceedings.
- Animal nutrient requirement and computerization of diets. Logan, Utah State University. p. 125.
- Mc ALLAN, A.B.; PHILLIPPS, R.H. 1977. The effect of sample date and plant density on the carbohydrate content of forage maize and the changes that occur on insiling. *Journal Agriculture Science of Cambridge* 89:589.
- MORRISON, I.M. 1979. Change in the cell wall components of laboratory silages and the effect of various additives on these changes. *Journal Agricultural Science of Cambridge* 93:581.
- PLAYNE, M.J. 1985. Determination of ethanol, volatile fatty acids, lactic and succinic acids in fermentation liquids by gas chromatography. *Journal Science Food Agriculture* 36:638-644.
- ROJAS-BOURRILLON, A.; RUSSELL, J.R.; TRENKLE, A.; MCGILLIARD, A.D. 1987. Effect of rolling on the composition and utilization by growing steers of whole-plant corn silage. *Journal of Animal Science* 64(1):303-311.
- ROJAS-BOURRILLON, A.; ROJAS, O.; BOSCHINI, C. 1990. Efecto del procesamiento sobre la degradación de la materia seca del fruto del pejibaye (*Bactris gasipaes* HBK). En proceso de publicación.
- SMITH, T.H. 1962. Theoretical carbohydrates requirement for alfalfa silage production. *Agronomy Journal* 54(4):291-293.
- SOUGHATE, D.A. 1976. Determination of carbohydrates. London, Applied Science Published Ltda. 178 p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, I.B. 1985. Analysis of forages and fibrous foods. A laboratory manual for animal science. Cornell University. 613 p.
- VARGAS, G.E. 1984. Tabla de composición de alimentos para animales de Costa Rica. San José, Editorial de Universidad de Costa Rica. 111 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 tres niveles de melaza. *Agronomía Costarricense* 5(1/2):121-125.
- ZUMBADO, M.E.; MURILLO, M.G. 1988. Influence of pejibaye palm (*Bactris gasipaes* HBK) fruit meal processed by different heat treatments on broiler performance. *Journal Science Food Agriculture* 44:9-14.