

## EFFECTO DE DIFERENTES PROPORCIONES DE DOLICHOS (*Lablab purpureus* CV. RONGAI) SOBRE LA CALIDAD FERMENTATIVA DE TRES GRAMÍNEAS TROPICALES I. EVALUACIÓN SIN CONSERVANTES

**F. Ojeda, Isabel Jácome y D. Díaz**

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"  
Matanzas, Cuba**

Para evaluar como influye la inclusión del dolichos sobre la calidad fermentativa de los ensilajes de hierba de guinea cv. Likoni, bermuda 68 y Taiwan A-144, se estudiaron los siguientes tratamientos; A) gramíneas 100%; B) leguminosas 100%; C) leguminosa + gramínea 20-80% y D) leguminosa + gramínea 40-60%. Como unidades experimentales se utilizaron microsilos de 400 g de capacidad, con tres réplicas por tratamiento y tiempos de apertura a los 60 días. Los indicadores medidos fueron: MS, PB, FB, N-NH<sub>3</sub>/N<sub>t</sub>, pH y los AGV. Los resultados fueron analizados mediante modelos matemáticos polinomiales. En esta investigación se concluye que la incorporación del dolichos benefició la calidad fermentativa de los ensilajes y los mejores resultados se obtuvieron cuando la leguminosa fue incluida al 40%. Los estudios efectuados sugieren la conveniencia de continuar las investigaciones con este tipo de ensilaje para perfeccionar las respuestas obtenidas con el Taiwan A-144 y la bermuda 68.

**Palabras claves:** *Ensilajes, mezcla gramíneas-leguminosas, guinea, bermuda 68, Taiwan A-144, dolichos*

An experiment was conducted in order to evaluate the inclusion of dolichos upon fermentative quality of silages from guineagrass cv. Likoni, bermuda 68 and Taiwan A-144, Four treatments were studied: A) grass 100%, B) legume 100%, C) legume + grass 20-80% and D) legume + grass 40-60%. Microsilos of 400 g capacity were used as experimental unit with three replications per treatment and 60 days for opening time. DM, CP, CF, N-NH<sub>3</sub>/N<sub>t</sub>, pH and VFAs were measured. Polynomial mathematical models were used to analyze results. Inclusion of dolichos was concluded to improve fermentative quality of silages and the best results were obtained when 40% of legume was included. Further research is needed on this type of silage in order to demonstrate clearly the responses obtained with Taiwan A-144 and bermuda 68.

**Additional index words:** *Silages, grass/legumes mixtures, guineagrass, Bermuda 68, Taiwan A-144, dolichos*

Las investigaciones realizadas con ensilajes fabricados con mezclas de gramíneas y leguminosas, han demostrado la superioridad fermentativa y nutricional de éstas con respecto a los ensilajes de gramíneas puras (Ojeda, 1990). No obstante, es necesario continuar profundizando el comportamiento individual de las diferentes especies para delimitar cuales son las potencialidades y particularidades de cada una de ellas, aspectos que constituyen los objetivos del presente estudio.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los ensilajes fueron confeccionados con tres gramíneas: hierba de guinea cv. Likoni (*Panicum maximum* Jacq. cv. Likoni), bermuda 68 (*Cynodon dactylon* (L) Pers. cv. 68) y Taiwan A-144 (*Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Taiwan A-144), fertilizadas a razón de 60 kg de N/ha/corte inmediatamente después del corte de establecimiento.

La edad de cosecha se prefijó a las 7 semanas de rebrote para las dos primeras y a las 9 semanas para la última.

La leguminosa seleccionada fue el dolichos (*Lablab purpureus* cv. Rongai), el cual se sembró en un área aparte de forma escalonada, de manera que al momento de confeccionar los ensilajes tuviera 90 días de crecimiento.

Los tratamientos evaluados en todos los forrajes fueron:

- A) Gramíneas            100%
- B) Leguminosas        100%

C) Leguminosa + gramínea 20:80%

D) Leguminosa + gramínea 40:60%

Las proporciones fueron confeccionadas a partir de los forrajes puros, pesando y homogeneizando cada tratamiento por separado antes de ser introducido en las unidades experimentales correspondientes. Estas consistieron en microsilos de 400 g de capacidad según la técnica descrita por Ojeda (1986), siguiéndose los mismos procedimientos analíticos para determinar los indicadores MS, PB, FB, pH, N-NH<sub>3</sub>/N<sub>t</sub>, excepto los AGV, los cuales fueron determinados por cromatografía gaseosa (Jouany, 1981).

Cada tratamiento constó de tres réplicas y el tiempo de apertura se prefijó a los 60 días de conservación.

Los resultados fueron analizados con el auxilio de polinomios de primero, segundo y tercer orden, empleando un programa computarizado para obtener ecuaciones de regresión múltiple, paso a paso, y así seleccionar las que presentasen los mejores ajustes según el paquete de programas estadísticos STAT-ITCF (1988).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las ecuaciones de regresión múltiple obtenidas para cada uno de los indicadores medidos, son mostradas en la tabla 1. Todas ellas presentaron coeficientes de determinación superiores a 0,64, considerados por Alderman, Collins y Dougall (1971) como el límite mínimo para que una ecuación de predicción pueda ser utilizada. Aplicando este criterio, resulta factible hacer inferencias generales del comportamiento fermentativo de las gramíneas evaluadas y sus mezclas, pero sin perder de vista las necesarias limitaciones que ello implica.

Tabla 1. Ecuaciones de regresión ajustadas a los indicadores de 3 gramíneas conservadas con diferentes proporciones de dolichos (*Lablab purpureus* cv. Rongai).

Y		a	bx	cx <sup>2</sup>	r <sup>2</sup>
MS	T	17,44 ±2,68	5,1 × 10 <sup>-2</sup> ±4,7 × 10 <sup>-3</sup>	-4,0 × 10 <sup>-4</sup> ±1,7 × 10 <sup>-5</sup>	0,83
	L	29,33 ±1,46	-1,0 × 10 <sup>-1</sup> ±9,3 × 10 <sup>-2</sup>		0,91
	B	28,87 ±3,25	1,4 × 10 <sup>-1</sup> ±5,7 × 10 <sup>-2</sup>	7,0 × 10 <sup>-4</sup> ±1,6 × 10 <sup>-5</sup>	0,92
PB	T	4,89 ±0,13	0,17 ±0,02		0,96
	L	4,62 ±0,10	3,3 × 10 <sup>-3</sup> ±1,4 × 10 <sup>-3</sup>	1,7 × 10 <sup>-3</sup> ±3,1 × 10 <sup>-4</sup>	0,94
	B	7,74 ±1,50	0,12 ±0,06		0,94
FB	T	34,54 ±11,02	-0,11 ±0,09	5,0 × 10 <sup>-4</sup> ±1,3 × 10 <sup>-5</sup>	0,79
	L	36,11 ±9,26	-9,7 × 10 <sup>-2</sup> ±1,6 × 10 <sup>-3</sup>		0,77
	B	35,60 ±4,23	9,5 × 10 <sup>-2</sup> ±2,2 × 10 <sup>-3</sup>		0,80
pH	T	4,57 ±1,14	-1,8 × 10 <sup>-2</sup> ±2,4 × 10 <sup>-3</sup>	2,0 × 10 <sup>-4</sup> ±1,3 × 10 <sup>-5</sup>	0,85
	L	4,63 ±1,39	-3,9 × 10 <sup>-2</sup> ±7,3 × 10 <sup>-3</sup>	3,0 × 10 <sup>-4</sup> ±1,9 × 10 <sup>-5</sup>	0,88
	B	4,73 ±1,56	2,5 × 10 <sup>-2</sup> ±1,4 × 10 <sup>-3</sup>	-3,0 × 10 <sup>-4</sup> ±2,7 × 10 <sup>-5</sup>	0,84
N-NH <sub>3</sub> /Nt	T	7,37 ±3,96	-8,4 × 10 <sup>-2</sup> ±5,7 × 10 <sup>-3</sup>	6,0 × 10 <sup>-4</sup> ±1,9 × 10 <sup>-5</sup>	0,72
	L	6,31 ±2,25	-2,1 × 10 <sup>-2</sup> ±3,4 × 10 <sup>-3</sup>		0,79
	B	7,53 ±1,59	-2,0 × 10 <sup>-2</sup> ±1,6 × 10 <sup>-3</sup>		0,76
Ac. acético	T	11,83 ±6,63	-4,7 × 10 <sup>-2</sup> ±2,3 × 10 <sup>-3</sup>		0,78
	L	7,55 ±3,15	0,18 ±0,02	-9,0 × 10 <sup>-4</sup> ±4,1 × 10 <sup>-5</sup>	0,96
	B	1,47 ±0,72	0,11 ±0,11	-9,0 × 10 <sup>-4</sup> ±3,4 × 10 <sup>-5</sup>	0,99
Ac. propiónico	T	0,32 ±0,12	-2,2 × 10 <sup>-2</sup> ±1,6 × 10 <sup>-3</sup>	1,0 × 10 <sup>-4</sup> 2,1 × 10 <sup>-5</sup>	0,94
	L	0,72 ±0,25	-3,2 × 10 <sup>-2</sup> ±4,7 × 10 <sup>-3</sup>	4,0 × 10 <sup>-4</sup> ±3,9 × 10 <sup>-5</sup>	0,87
	B	0,21 ±0,01	0,15 ±0,04	-3,7 × 10 <sup>-3</sup> ±2,9 × 10 <sup>-4</sup>	0,97

(Continuación tabla 1).

y		a	bx	cx <sup>2</sup>	r <sup>2</sup>
Ac. isobutírico	T	0,15	-2,5 × 10 <sup>-2</sup>	1,0 × 10 <sup>-3</sup>	0,96
		±0,02	±6,0 × 10 <sup>-3</sup>	±9,4 × 10 <sup>-4</sup>	
	L	0,44	-2,2 × 10 <sup>-2</sup>	3,0 × 10 <sup>-4</sup>	0,93
		±0,08	±1,4 × 10 <sup>-3</sup>	±7,2 × 10 <sup>-4</sup>	
	B	0,57	3,7 × 10 <sup>-2</sup>	-7,0 × 10 <sup>-4</sup>	0,98
		±0,03	±1,5 × 10 <sup>-3</sup>	±1,9 × 10 <sup>-4</sup>	
Ac. butírico	T	10,02	-0,35	2,6 × 10 <sup>-2</sup>	0,96
		±1,01	±0,07	±1,3 × 10 <sup>-3</sup>	
	L	6,43	-0,24	1,9 × 10 <sup>-3</sup>	0,94
		±2,39	±0,05	±8,7 × 10 <sup>-4</sup>	
	B	5,32	-4,6 × 10 <sup>-4</sup>	5,0 × 10 <sup>-4</sup>	0,96
		±2,55	±6,7 × 10 <sup>-3</sup>	±3,9 × 10 <sup>-5</sup>	
<hr/>					
T Taiwan	L Likoni	B Bermuda 68	x= Proporción de leguminosas		

Para facilitar una mejor comprensión de los resultados, los mismos serán discutidos mediante el auxilio de las representaciones gráficas de las ecuaciones, agrupadas a modo de comparación, según el indicador en estudio.

Un análisis global de los resultados permite afirmar que se producen marcadas influencias sobre el comportamiento bromatológico y fermentativo de los ensilajes, tanto por la incorporación de la leguminosa como por la gramínea utilizada, aspectos que serán detallados más adelante.

En los tratamientos con hierba de guinea cv. Likoni y bermuda 68, la inclusión del dolichos indujo disminuciones en la MS (fig. 1a), que llegó a alcanzar menos del 25% cuando las proporciones fueron superiores al 40%. En el caso del Taiwan A-144 el efecto fue contrario, al presentar la leguminosa un contenido de MS superior al forraje, aunque en ningún tratamiento los tenores fueron mayores al 20%.

Dada la importancia que tiene la MS como controladora de la calidad del proceso fermentativo (Haigh, 1987), es

posible intuir que para obtener ensilajes mixtos con altos contenidos de MS, es necesario tener en cuenta las características intrínsecas de la gramínea que será conservada junto a la leguminosa.

Cuando la gramínea posea contenidos elevados, al menos 25%, la fabricación podrá ser directa, es decir, depositar ambos forrajes en el silo de forma simultánea de acuerdo con la proporción deseada. De no ser así, entonces será necesario efectuar un presecado de la misma antes de proceder a mezclar ambos forrajes.

Esta última variante no provoca dificultades si los forrajes provienen de áreas diferentes, pero si los mismos son tomados de un área asociada, el presecado deberá efectuarse con sumo cuidado, pues de ser muy prolongado, se corre el riesgo de provocar pérdidas importantes en la leguminosa, dada la fragilidad que presentan sus hojas en estas condiciones (Ojeda, Cáceres y Esperance, 1983).

La introducción del dolichos produjo un incremento en los contenidos de PB en los ensilajes (fig. 1b). Llama la

atención que cuando la proporción de la leguminosa alcanzó un 40%, ocurrieron incrementos de 5,3 unidades porcentuales como promedio, con respecto a los valores de los ensilajes de las gramíneas puras.

Estos resultados indican que no es posible pensar que por el solo hecho de introducir una leguminosa en los ensilajes, el problema de los bajos contenidos de PB en los ensilajes tropicales queda resuelto. No se puede perder de vista que el mayor aporte del total de nutrientes siempre estará dado por la gramínea, por lo que es necesario garantizar una gramínea adecuadamente fertilizada para que sobre la base del por ciento ya presente de este nutrimento, se pueda obtener un ensilaje mixto con valores de PB adecuados.

En una revisión bibliográfica realizada por Ojeda (1991), este autor encontró que en dietas a base de ensilajes, cuando los mismos poseen 7% de PB, es factible cubrir los requerimientos nitrogenados de mantenimiento en las vacas lecheras, pero para garantizar que una parte de la producción de leche se realice a partir de este alimento, se requieren mayores valores.

La FB (fig. 1c) disminuyó en todos los tratamientos según fue mayor la proporción de la leguminosa y mostró valores mínimos cuando fue conservada pura. Estos resultados son de gran interés desde el punto de vista nutricional, ya que las altas ingestiones de FB que realizan los rumiantes cuando consumen forrajes tropicales, son señaladas por Minson (1981) como una de las limitantes que impiden alcanzar mayores ingestiones de dichos alimentos y es de esperar que esta dificultad se mantenga en los ensilajes.

Los pH finales de los ensilajes (fig. 1d) resultaron elevados en los tratamientos con las gramíneas puras, pero no presentaron respuestas homogéneas cuando fueron conservadas conjunta-

mente con el dolichos. En la bermuda 68 este indicador aumentó sus valores hasta que la proporción alcanzó 40% para luego descender, no así en los ensilajes de guinea y Taiwan A-144, donde la tendencia fue a disminuir, con cifras mínimas en el tratamiento de 60% de inclusión para el primer forraje y con 40% en el segundo.

Estos resultados necesitan de un análisis detallado, porque si bien el pH no puede ser considerado como el indicador definitorio del comportamiento fermentativo en el caso de los ensilajes tropicales, no es menos cierto que el mismo aporta elementos sobre la estabilidad del proceso (Ojeda, 1986).

De acuerdo con los criterios de evaluación establecidos en Cuba, para determinar la calidad de los ensilajes en función de sus contenidos de MS y el pH (MINAGRI, 1990), la hierba de guinea proporcionó en todos los tratamientos buenos ensilajes. Sin embargo, en el Taiwan A-144 los mejores resultados estuvieron dentro del rango de 20 hasta el 6% de inclusión; mientras que contrariamente a lo esperado, la bermuda 68 los presentó cuando se conservó la gramínea sin la leguminosa, lo cual implica que, de acuerdo con el pH, los ensilajes mixtos de bermuda 68 y dolichos requieren una atención particular.

Los por cientos de  $N-NH_3/N_t$  (fig. 1e) disminuyeron en todos los ensilajes en la medida que la proporción del dolichos resultó mayor y los mayores valores se hallaron en los tratamientos de bermuda 68. Con respecto a este indicador, es prudente diferenciar dos conceptos, uno referente a los valores propiamente obtenidos y otros sobre las particularidades halladas cuando se comparan los ensilajes realizados con diferentes forrajes.

Desde el punto de vista de la calidad fermentativa, todos los tratamientos mostraron buenos resultados (MINAGRI,

1990), pero la bermuda 68 manifestó tendencia a ser menos eficiente, lo que hace pensar en una incidencia más importante de la amoniogénesis. Ello pudiera ser consecuencia de los pH más elevados o quizás porque esto constituya una característica intrínseca de este forraje, como lo han demostrado algunas investigaciones realizadas con ensilajes de especies templadas (McKersie, 1985).

La forma más directa para dilucidar estas incógnitas es mediante un estudio más profundo, en el cual se incluyan conservantes químicos y biológicos, capaces de regular o inducir cambios importantes en la acidez del medio.

Las concentraciones de ácido acético (fig. 1f) decrecieron en los ensilajes de Taiwan A-144 cuando aumentaron las proporciones de la leguminosa, no así en los tratamientos de guinea y bermuda 68, en los cuales las respuestas fueron inversas.

Las razones de estos comportamientos resultan difíciles de encontrar, cuando no se tienen estudios microbiológicos que los apoyen, dados los diferentes orígenes que pueden tener las concentraciones de ácido acético (Ojeda, Esperance y Luis, 1987). Todo parece indicar que la evolución en un sentido u otro está en dependencia de la intensidad fermentativa que se desarrolle durante el proceso de conservación. Los ensilajes de guinea y Taiwan A-144 presentaron los mayores tenores en concordancia con sus pH finales más bajos, coadyuvando la leguminosa no tanto como aportadora de nutrientes fermentecibles, sino como reguladora del contenido de materia seca de los ensilajes. No obstante, quedaría por explicar las razones por las cuales

existieron diferencias desde el punto de vista cuantitativo entre los ensilajes de guinea y bermuda 68.

Con respecto al resto de los ácidos orgánicos estudiados, el ácido propiónico (fig. 1g) solo presentó concentraciones importantes en los tratamientos de bermuda 68 con 20% de leguminosa y en los ensilajes de guinea y Taiwan A-144 a partir de la proporción con 80% de dolichos; mientras que los contenidos de ácido isobutírico (fig. 1h) mostraron tendencia a ser más elevados en la medida que la leguminosa presentó porcentajes mayores en los ensilajes de Taiwan A-144 y en el tratamiento con 20% para la bermuda 68, con poca incidencia en el resto de los tratamientos.

Por otra parte, en cuanto al ácido butírico (fig. 1i) los resultados obtenidos señalan disminuciones de este indicador cuando la leguminosa aumentó en los tratamientos, con respecto a los ensilajes de gramínea pura, principalmente en el Taiwan A-144 y la guinea. Sin embargo, en la bermuda 68 esta acción beneficiosa no fue tan notoria.

Teniendo en cuenta que estos compuestos provienen del metabolismo de las bacterias clostrídicas (McDonald, 1981), parece más apropiado discutir sus incidencias en los ensilajes de manera conjunta, pues todos son elementos no deseables dentro del proceso de conservación (McDonald, 1976).

Bajo estos criterios, se realizó la suma de las concentraciones de estos ácidos en cada tratamiento evaluado, así como de otras proporciones calculadas a partir de los valores obtenidos mediante las ecuaciones, con el objetivo de ganar elementos de comparación. Los resultados se resumen en la tabla 2.

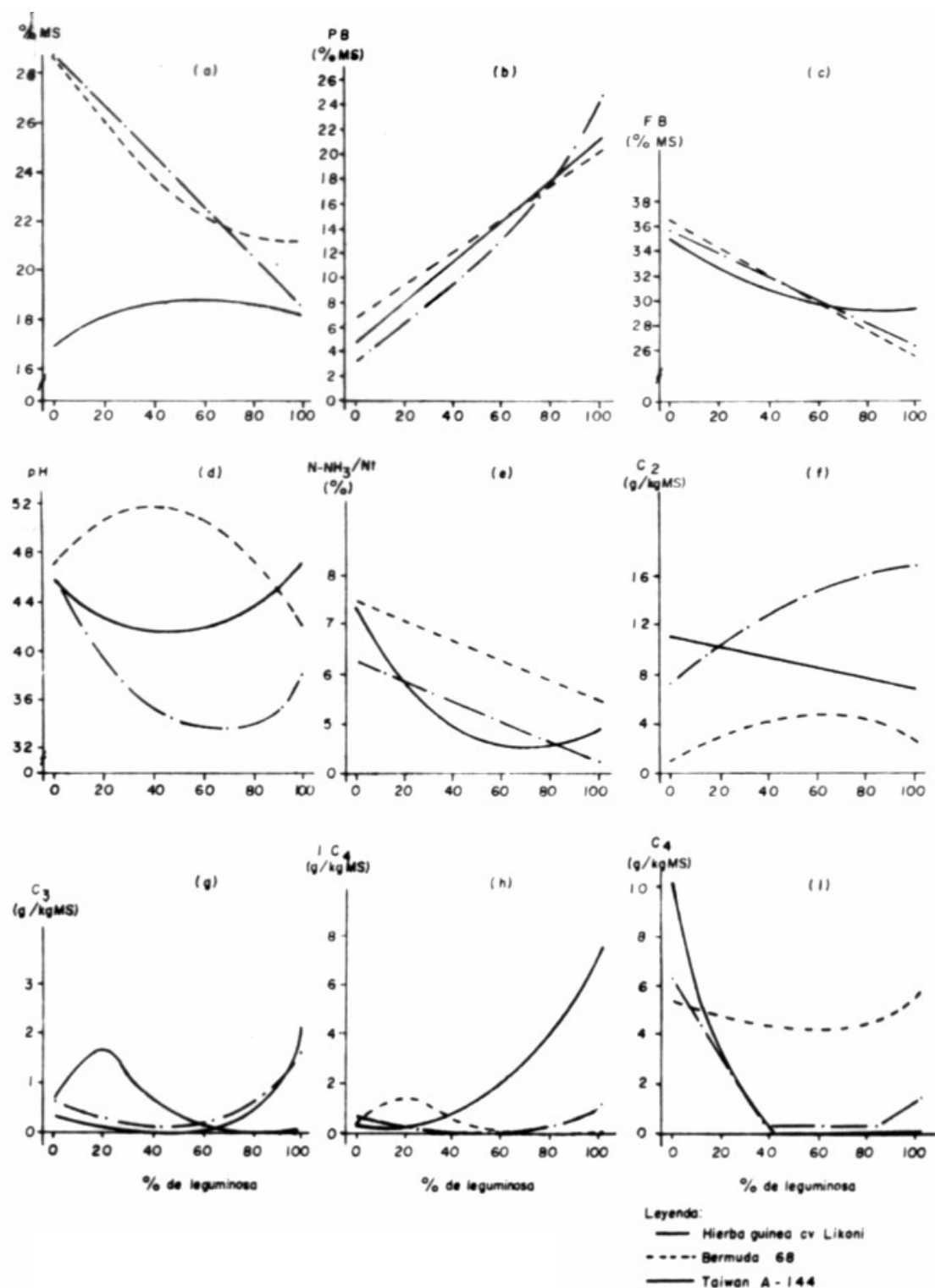


Fig. 1. Evolución de los indicadores bromatológicos y bioquímicos de ensilajes mixtos de gramíneas y leguminosas.

Tabla 2. Sumatoria de las concentraciones de los ácidos propiónico, isobutírico y butírico en los tratamientos estudiados.

	Proporciones leguminosa:gramínea					
	0:100	20:80	40:60	60:40*	80:20*	100:0
Hierba de guinea cv. Likoni	4,4	1,3	0,6	0,1	2,7	7,5
Bermuda 68	5,7	4,8	4,3	5,2	6,9	5,6
Taiwan A-144	10,7	4,8	2,5	0,7	3,0	10,5

\* Valores estimados

Dulphy y Demarquilly (1981) han propuesto un sistema de evaluación, en el cual, para que un ensilaje pueda ser considerado como bueno, debe tener menos o de 5 g de ácido butírico/kg MS y no poseer ninguno de los otros. Si por extensión se aplica dicho sistema a nuestros resultados, entonces puede afirmarse que los ensilajes confeccionados con los forrajes sin mezcla fueron los que presentaron los valores menos convenientes, excepto los ensilajes con dolichos, utilizados en la hierba de guinea.

En estudios realizados por Ojeda (1986) con gramíneas similares a las aquí evaluadas, este autor también encontró dificultades para lograr una adecuada conservación; mientras que Catchpoole (1970) señala igual problemática con algunas leguminosas tropicales.

Sin embargo, todos los ensilajes mejoraron su calidad fermentativa con la inclusión del dolichos, con valores óptimos cuando los forrajes fueron mezclados en porcentajes de 40:60 leguminosa:gramínea, aunque en el caso de la bermuda 68 los resultados fueron menos destacados. Todo indica que cuando ellos son combinados ocurre un equilibrio microbiológico y bioquímico que favorece la conservación.

Por otra parte, se puede apreciar que existen respuestas específicas entre las

gramíneas, donde la guinea y el Taiwan A-144 mostraron poseer aptitudes más flexibles para la combinación que la bermuda 68; la guinea constituyó en particular la de mejor comportamiento.

Estos resultados sugieren, a su vez, la conveniencia de continuar las investigaciones con este tipo de ensilajes, con el objetivo de perfeccionar las respuestas obtenidas.

## REFERENCIAS

- ALDERMAN, G.; COLLINS, F.G. & DOUGALL, H.W. 1971. *J. Brit. Grassl. Soc.* 26:107
- CATCHPOOLE, V.R. 1970. The silage fermentation of some tropical pasture plants. Proc. XI Int. Grassl. Cong., Queensland. p. 891
- DULPHY, J.P. & DEMARQUILLY, C. 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. En: Previsión de la valeur nutritive des aliments des ruminants. INRA, Francia, p. 81
- HAIGH, P.M. 1987. *Grass and Forage Science*. 42:1
- JOUANY, J.P. 1981. Bull. Techn. CRZV. Theix, INRA. 46:63
- MCDONALD, P. 1976. Trends in silage making. In: Microbiology in Agriculture, Fisheries and Food. (Eds. F.A. Skinner and J.G. Carr). Academic Press. London. p. 109
- MCDONALD, P. 1981. The biochemistry of silage. John Wiley and Sons, Chichester



- McKERSIE, B.D. 1985. **Agron. J.** 77:81
- MINAGRI. 1990. Ensilado fresco y presecado. Evaluación de la calidad. Norma Ramal del Ministerio de la Agricultura. (Mimeo)
- MINSON, D.J. 1981. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Nutritional limits to animal production from pasture (Ed. J.B. Hacker). Proc. Int. Symp. St. Lucia, Queensland, Australia, p. 167
- OJEDA, F. 1986. Estudio de los aditivos químicos para la conservación como ensilajes de cuatro gramíneas tropicales. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias. ISCAH, La Habana
- OJEDA, F. 1990. Ensilajes de gramíneas y leguminosas. Resúmenes VIII Sem. Nac. Cient. Téc. de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 48
- OJEDA, F. 1991. Utilización de ensilajes tropicales para la producción de leche. En: Nutrición y alimentación de vacas lecheras en el trópico. Universidad del Zulia, Maracaibo
- OJEDA, F.; CÁCERES, O. & ESPERANCE, M. 1983. Conservación de pastos y forrajes. Apuntes para un libro de texto. MES, La Habana
- OJEDA, F.; ESPERANCE, M. & LUIS, LISSETTE. 1987. **Pastos y Forrajes**. 10:189
- STAT-ITCF. 1988. Institut Technique des Cereales et des Fourrages. INRA, Francia

Recibido el 23 de octubre de 1991