

## EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN CONSERVANTE-MIEL FINAL SOBRE LA CALIDAD FERMENTATIVA DE LOS ENSILAJES DE LA GUINEA CV. LIKONI

**F. Ojeda**

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

Para estudiar el comportamiento de los indicadores fermentativos cuando interactúan simultáneamente un conservante químico y una fuente suplementaria de carbohidratos solubles durante la conservación como ensilaje de la guinea cv. Likoni, se desarrolló una investigación con los tratamientos siguientes nitrato de sodio: 0,5; 1 y 2 kg/t y ácido benzoico: 2; 3 y 4 kg/t. Cada dosis fue evaluada además con el empleo de 0, 10 y 20 kg de miel final/t. Los resultados fueron analizados mediante una modelación matemática del tipo:

$$y = a + bx + cz + dx^2 + ez^2 + fxz$$

La inclusión de miel final no proporcionó valores más bajos de pH en los ensilajes. El N-NH<sub>3</sub>/Nt (%) presentó los mejores tenores cuando, además de los conservantes, se añadieron 10 kg de miel final. Los ácidos láctico y acético mostraron respuestas inversas, ya que cuando uno de ellos aumentó, el otro disminuyó. No se detectaron concentraciones de ácido butírico. En esta investigación se concluye que la miel final juega un papel importante en la conservación, ya que mostró una acción complementaria en la actividad controladora que ejercen los conservantes sobre las fermentaciones.

**Palabras claves:** *Ensilaje, conservante, miel final, guinea*

Behaviour of the fermentative indicators when a chemical conservant and a supplementary source of solubles carbohydrates are interacting simultaneously during the conservation as silage of the guineagrass cv. Likoni was studied. The treatments were: sodium nitrate at 0,5; 1 and 2 kg/t and benzoic acid at 2; 3 and 4 kg/t. Every dose were evaluated also, with the use of 0, 10 and 20 kg of final molasses/t. The results were analyzed through a mathematic modelation of type:

$$y = a + bx + cz + dx^2 + ez^2 + fxz$$

The inclusion of final molasses did not proportionate lower values of pH in the silages. The N-NH<sub>3</sub>/Nt (%) presented the best contents when, besides the conservants, 10 kg of final molasses were added. The lactic and acetic acids showed inverse responses because when one of them increased, the other ones decreased. Concentrations of butyric acids was not detected. The final molasses play an important role in the conservation because, showed a complementary action in the controller activity that perform the conservants on the fermentations.

**Additional index words:** *Silage, conservant, final molasses, guinea*

La conservación como ensilaje, tiene como propósito principal lograr un producto lo más cercano posible al forraje que le da origen, en condiciones tales que este pueda ser utilizado para la alimentación de los animales.

Si se tiene en cuenta que la conservación es un complejo proceso microbiológico y enzimático y que sus resultados finales están condicionados por los factores bajo los cuales se desarrolla, resulta de suma importancia la tecnología empleada.

Las investigaciones realizadas durante los últimos años han demostrado que los conservantes ejercen acciones positivas sobre los diferentes indicadores que rigen la conservación (Ojeda, Esperance y Luis, 1987) y que a su vez, ellos presentan dosis óptimas según el forraje sobre el cual actúan (Ojeda, Martínez y Jácome, 1989).

Por otra parte, una de las deficiencias señaladas como limitante para lograr la adecuada conservación de los forrajes en medio tropical, es la carencia de suficiente carbohidratos solubles (Catchpoole y Henzel, 1971). Por ello, resulta interesante evaluar qué ocurre cuando la conservación se realiza empleando una combinación de conservantes y miel final, investigación que ya fue abordada en un estudio anterior por Ojeda y Varfolomiev (1983), pero solo con un carácter puntual, sin tener en cuenta la interacción de ambos; este aspecto constituyó el objetivo de la presente investigación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El pasto estudiado fue la guinea cv. Likoni (*Panicum maximum* Jacq cv. Likoni), fertilizada a razón de 60 kg de N/ha/corte y cosechada a las 6 semanas de rebrote.

El procedimiento experimental fue similar al descrito por Ojeda y Varfolomiev (1983); se emplearon silos tipos Cullinson de 200 g de capacidad, hermetizados con un tapón de goma y una válvula Bunsen en su parte superior.

Los tratamientos evaluados fueron:

	Dosis (kg/t)		
Nitrito de sodio	0,5	1	2
Acido benzoico	2	3	4

Cada tratamiento fue estudiado además con el empleo de 0, 10 y 20 kg de miel final/t de forraje, con tres réplicas y tiempo de apertura prefijado a los 60 días.

Los indicadores que se tuvieron en cuenta fueron: pH, N-NH<sub>3</sub>/Nt (%) y los ácidos acético,

butírico y láctico, por considerarse que estos eran capaces de proporcionar una idea completa del proceso fermentativo que se desarrolla durante la conservación.

Las técnicas analíticas empleadas fueron las descritas por Ojeda, Fernández y Cañizares (1980).

Los resultados se evaluaron mediante el empleo de una modelación matemática de cada uno de los indicadores, consistente en un polinomio de segundo orden del tipo:

$$y = a + bx + cz + dx^2 + cz^2 + fxz,$$

donde: **y** eran los valores alcanzados por el indicador medido, **x** las dosis del conservante empleado y **z** los niveles de miel final evaluados.

Para facilitar la comprensión de los resultados, fueron expuestos de forma gráfica, simplificados a sus proyecciones de curvas de nivel con respecto a las cantidades de miel final utilizadas.

## RESULTADOS

La composición bromatológica del forraje utilizado para esta investigación se muestra en la tabla 1, donde se puede apreciar que sus indicadores tuvieron valores adecuados para la conservación, altos tenores de materia seca y proteína bruta y aceptables por cientos de fibra bruta.

Tabla 1. Composición bromatológica de la guinea cv. Likoni.

MS (%)	FB (%)	PB (%)
28,3	7,4	31,6

Las expresiones matemáticas halladas están resumidas en la tabla 2. Estas fueron de naturaleza compleja, aunque de acuerdo con los valores de los coeficientes de determinación (R<sup>2</sup>), explicaron el comportamiento de los indicadores en más del 80%, lo cual proporciona una adecuada confiabilidad.

En el caso del nitrito de sodio, se observó que el pH de los ensilajes tendió a aumentar cuando la dosis del conservante fue superior a 1 kg/t (fig. 1) y al emplear el preservante solo o combinado con 20 kg de miel final. Este mismo efecto se presentó con el nivel de 10 kg de

miel final, pero a partir de la dosis 0,5 kg/L La inclusión de la miel final no contribuyó a proporcionar valores más bajos de pH y los menores correspondieron a los tratamientos sin este aditivo.

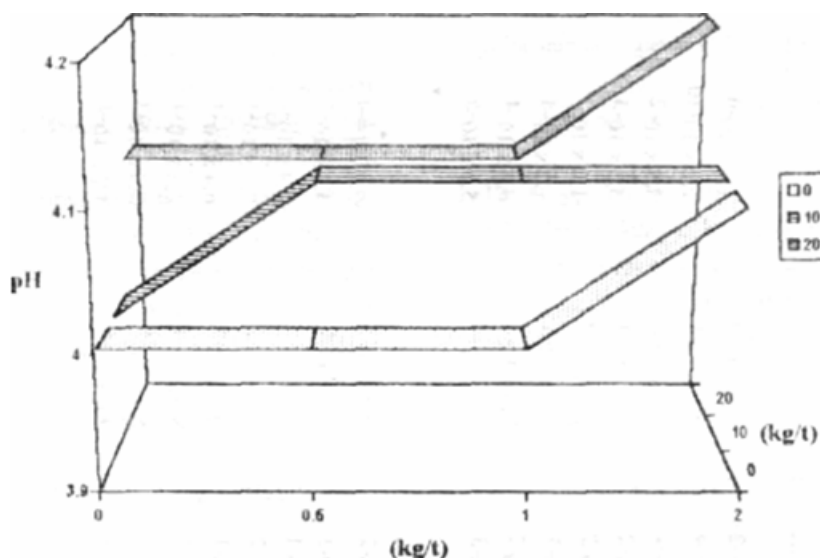


Fig. 1. Comportamiento pH en los ensilajes de guinea preservados con diferentes dosis de  $\text{NaNO}_2$  y miel final.

En el  $\text{N-NH}_3/\text{Nt}$  (%) a pesar de presentar siempre tenores altos (fig. 2), la mayor efectividad se halló con la inclusión de 10 kg de miel final y hubo pocas diferencias entre los ensilajes sin miel o con el otro nivel de miel evaluado.

Las concentraciones ácido láctico (fig. 3) aumentaron en la medida en que se incrementaron las dosis del conservante y la miel final. Sin embargo, ello no resultó similar para el ácido acético (fig. 4), pues mientras la incorporación de miel final a los ensilajes disminuyó este indicador, el empleo del conservante lo aumentó.

No se detectó ácido butírico en ninguno de los tratamientos.

En los ensilajes donde se utilizó ácido benzoico, el pH presentó un comportamiento similar al encontrado con el nitrito de sodio (fig. 5), es decir, un incremento a partir de una

determinada dosis (3 kg/t) y menores valores cuando no se empleó miel final.

Los tratamientos con 10 kg de miel final mostraron los por cientos más pequeños de  $\text{N-NH}_3/\text{Nt}$ ; mientras que los más elevados se obtuvieron en los ensilajes que no la emplearon (fig. 6). Para el nivel de 20 kg de miel final, los resultados fueron intermedios.

El ácido láctico alcanzó las mayores concentraciones en los tratamientos que tuvieron 20 kg de miel final (fig. 7), pero presentó un comportamiento atípico, ya que los ensilajes sin miel final mostraron por cientos más elevados que los tratamientos con 10 kg de miel final.

En lo referente al ácido acético (fig. 8), las respuestas fueron inversas a las halladas para el ácido láctico, pues los contenidos de este indicador en los ensilajes fueron en orden decreciente: 10 kg/t > sin miel final > 20 kg/t. En ningún tratamiento se detectó ácido butírico.

Tabla 2. Ecuaciones polinomiales de segundo orden, descriptivas de la interacción conservante-miel final.

Indicador	a	bx	cz	dx <sup>2</sup>	cz <sup>2</sup>	fxz	R <sup>2</sup>
<b>Nitrito de sodio</b>							
pH	4,0	4,4 x 10 <sup>-2</sup>	3,6 x 10 <sup>-3</sup>	-1,2 x 10 <sup>-3</sup>	1,6 x 10 <sup>-9</sup>	5,6 x 10 <sup>-5</sup>	0,93
	ES ±	3,3 x 10 <sup>-3</sup>	4,8 x 10 <sup>-4</sup>	1,1 x 10 <sup>-4</sup>	2,2 x 10 <sup>-10</sup>	1,1 x 10 <sup>-6</sup>	
N-NH <sub>3</sub> /Nt (%)	16,67	-3,4 x 10 <sup>-1</sup>	8,7 x 10 <sup>-1</sup>	2,1 x 10 <sup>-3</sup>	4,5 x 10 <sup>-2</sup>	1,3 x 10 <sup>-2</sup>	0,91
	ES ±	8,0 x 10 <sup>-2</sup>	1,2 x 10 <sup>-2</sup>	2,5 x 10 <sup>-4</sup>	5,3 x 10 <sup>-3</sup>	2,6 x 10 <sup>-3</sup>	
Acido láctico	0,78	4,7 x 10 <sup>-1</sup>	5,1 x 10 <sup>-2</sup>	-1,0 x 10 <sup>-2</sup>	-1,2 x 10 <sup>-3</sup>	1,6 x 10 <sup>-3</sup>	0,99
	ES ±	2,0 x 10 <sup>-2</sup>	2,5 x 10 <sup>-3</sup>	5,5 x 10 <sup>-3</sup>	1,2 x 10 <sup>-4</sup>	5,7 x 10 <sup>-4</sup>	
Acido acético	0,47	1,1 x 10 <sup>-1</sup>	-2,7 x 10 <sup>-2</sup>	-3,0 x 10 <sup>-3</sup>	6,4 x 10 <sup>-4</sup>	4,5 x 10 <sup>-4</sup>	0,93
	ES ±	8,5 x 10 <sup>-3</sup>	1,2 x 10 <sup>-3</sup>	2,7 x 10 <sup>-4</sup>	5,6 x 10 <sup>-5</sup>	2,7 x 10 <sup>-5</sup>	
<b>Acido benzoico</b>							
pH	3,9	2,1 x 10 <sup>-2</sup>	2,9 x 10 <sup>-2</sup>	-5,5 x 10 <sup>-5</sup>	-9,1 x 10 <sup>-4</sup>	-7,1 x 10 <sup>-5</sup>	0,82
	ES ±	6,0 x 10 <sup>-3</sup>	9,7 x 10 <sup>-3</sup>	1,7 x 10 <sup>-6</sup>	4,3 x 10 <sup>-5</sup>	2,1 x 10 <sup>-6</sup>	
N-NH <sub>3</sub> /Nt (%)	17,25	9,0 x 10 <sup>-2</sup>	-5,9 x 10 <sup>-1</sup>	-1,2 x 10 <sup>-2</sup>	-2,4 x 10 <sup>-2</sup>	-4,1 x 10 <sup>-4</sup>	0,81
	ES ±	1,1 x 10 <sup>-3</sup>	1,7 x 10 <sup>-2</sup>	3,1 x 10 <sup>-3</sup>	7,7 x 10 <sup>-3</sup>	3,7 x 10 <sup>-5</sup>	
Acido láctico	1,11	2,4 x 10 <sup>-1</sup>	-1,1 x 10 <sup>-1</sup>	-4,4 x 10 <sup>-3</sup>	6,4 x 10 <sup>-3</sup>	3,9 x 10 <sup>-3</sup>	0,93
	ES ±	3,1 x 10 <sup>-2</sup>	5,1 x 10 <sup>-2</sup>	8,9 x 10 <sup>-4</sup>	2,3 x 10 <sup>-4</sup>	1,1 x 10 <sup>-4</sup>	
Acido acético	0,21	4,2 x 10 <sup>-2</sup>	9,6 x 10 <sup>-2</sup>	5,1 x 10 <sup>-5</sup>	-5,2 x 10 <sup>-3</sup>	3,3 x 10 <sup>-4</sup>	0,81
	ES ±	1,6 x 10 <sup>-3</sup>	2,6 x 10 <sup>-3</sup>	4,6 x 10 <sup>-6</sup>	1,2 x 10 <sup>-4</sup>	5,6 x 10 <sup>-5</sup>	

x Dosis de conservante

z Nivel de miel final

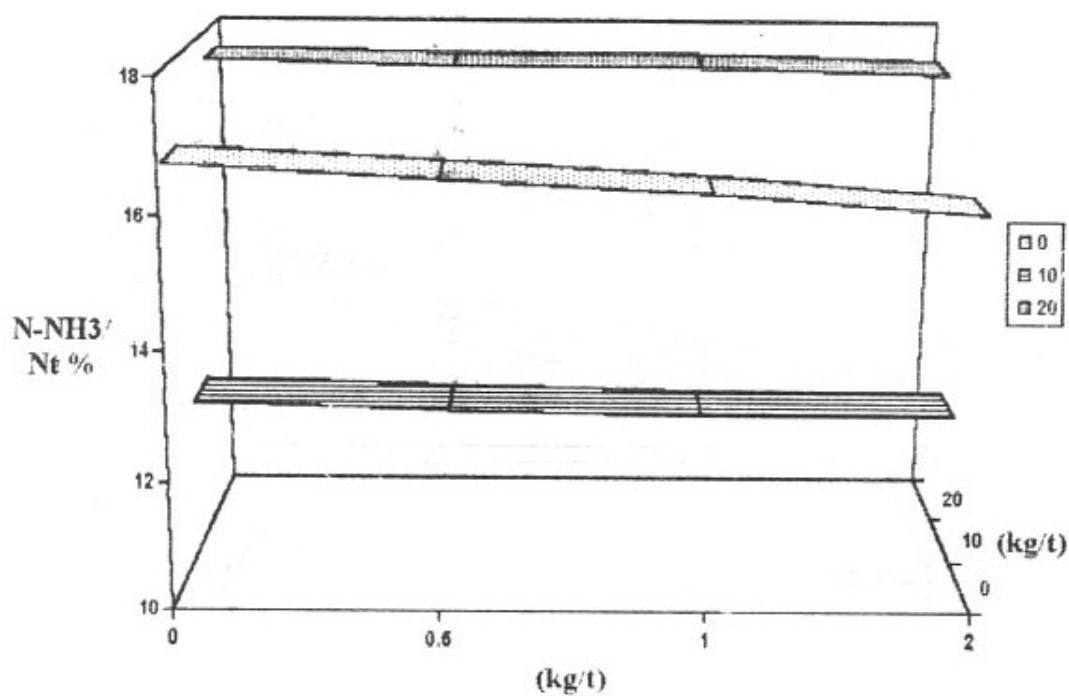


Fig. 2. Comportamiento del  $\text{N-NH}_3/\text{Nt} \%$  en los ensilajes de guinea preservados con diferentes dosis de  $\text{NaNO}_2$  y miel final.

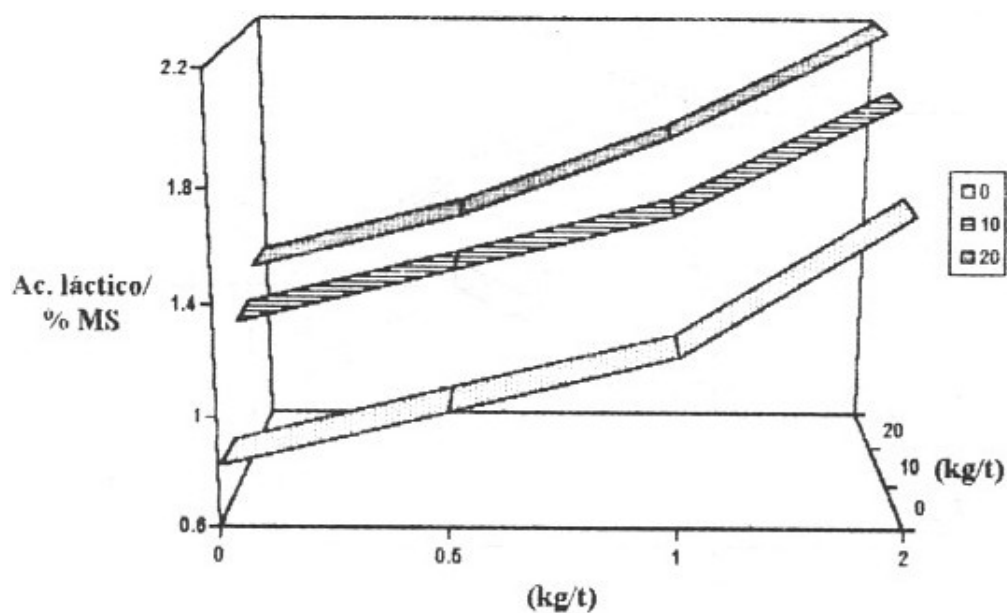


Fig. 3. Comportamiento del ácido láctico en los ensilajes de guinea preservados con diferentes dosis de  $\text{NaNO}_2$  y miel final.

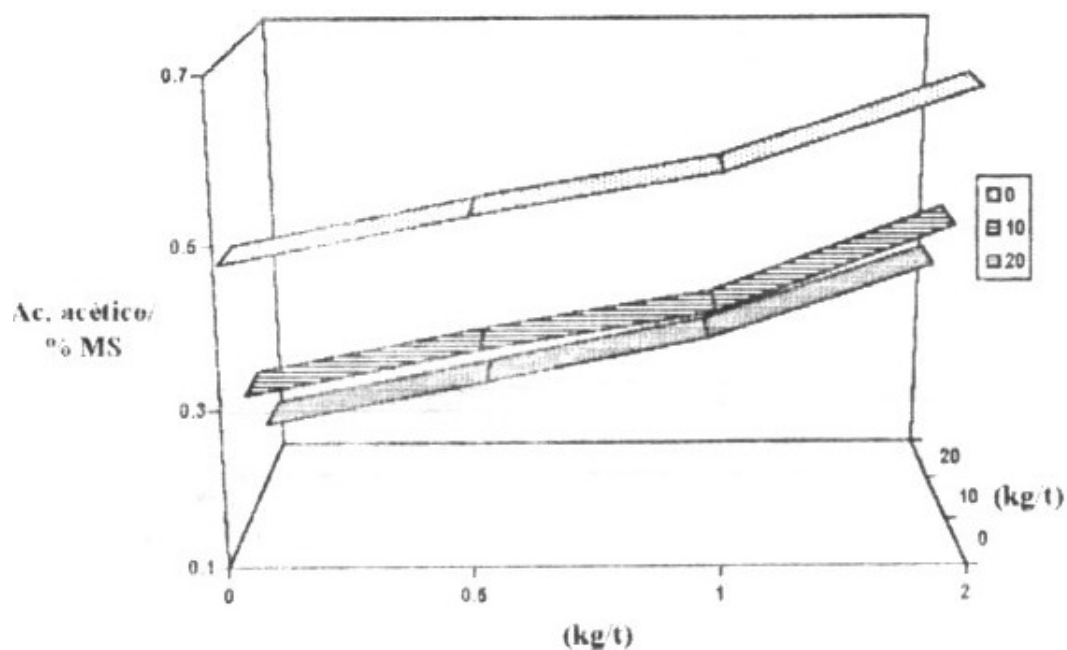


Fig. 4. Comportamiento del ácido acético en los ensilajes de guinea preservados con diferentes dosis de  $\text{NaNO}_2$  y miel final.

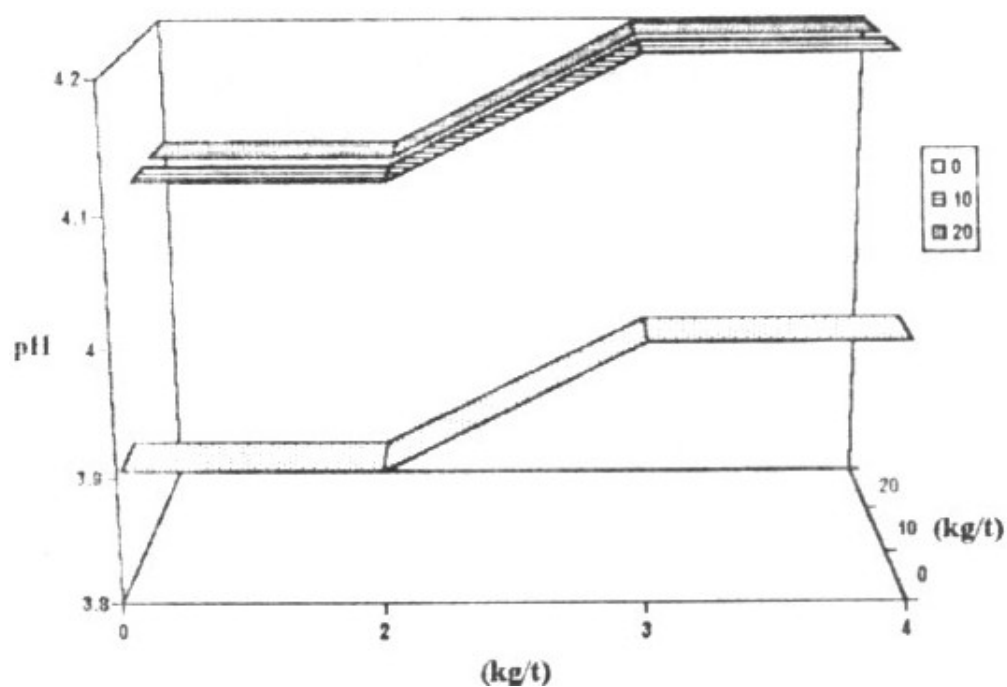


Fig. 5. Comportamiento del pH en los ensilajes de guinea preservados con diferentes dosis de ácido benzoico y miel final.

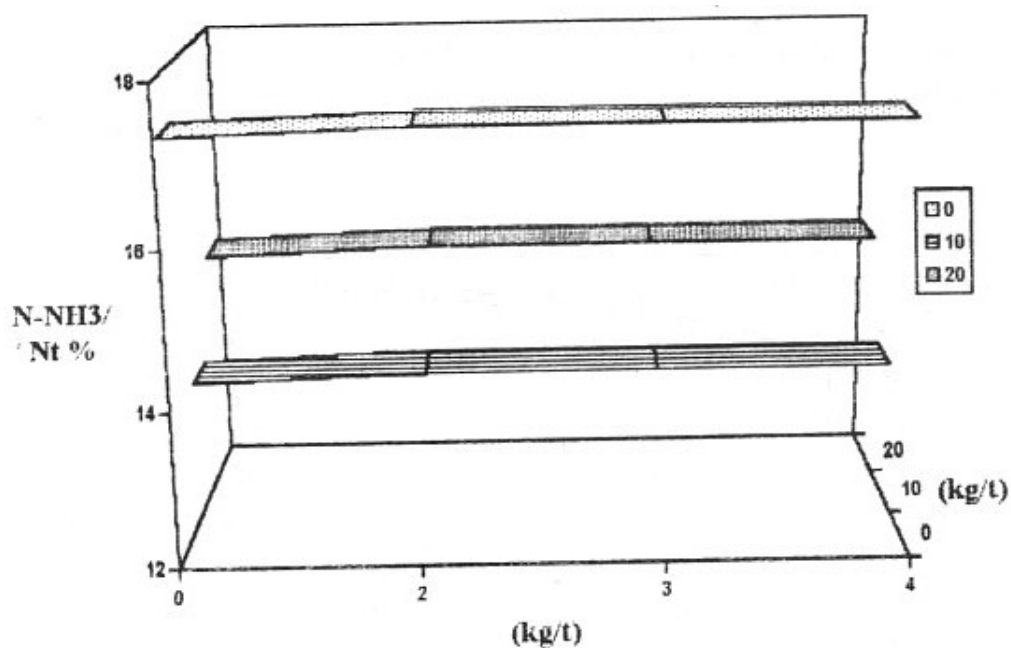


Fig. 6. Comportamiento del  $N-NH_3/Nt$  (%) en los ensilajes de guinea preservados con diferentes dosis de ácido benzoico y miel final.

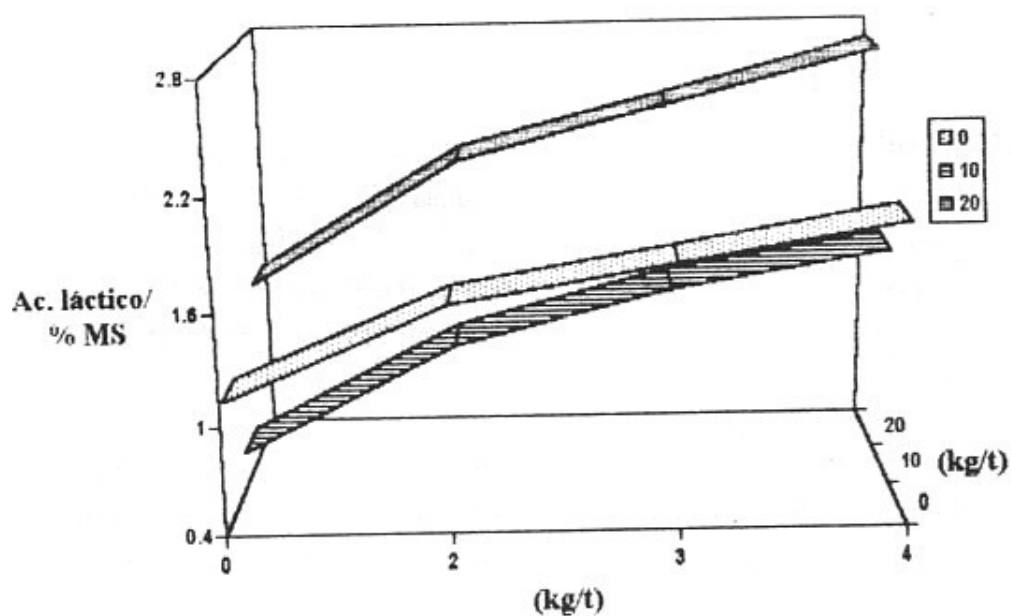


Fig. 7. Comportamiento del ácido láctico en los ensilajes de guinea preservados con diferentes dosis de ácido benzoico y miel final.

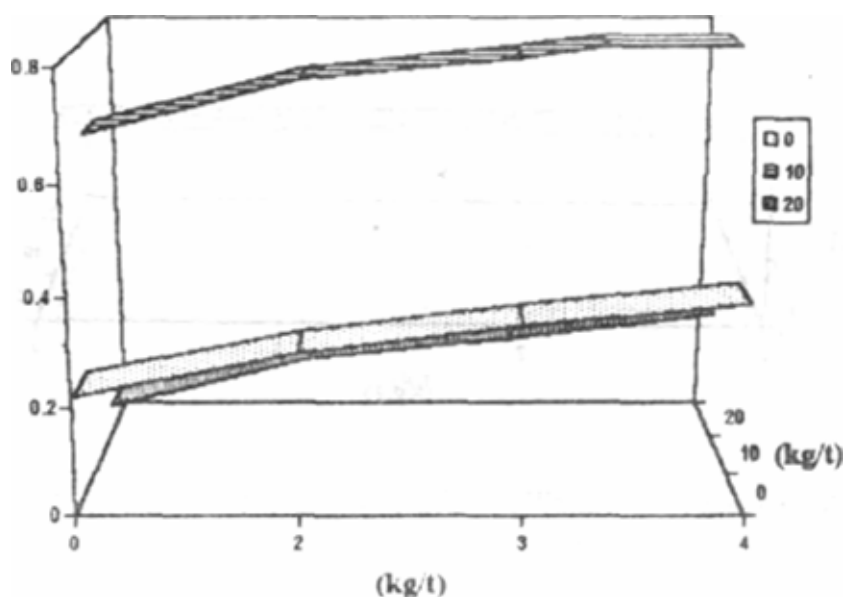


Fig. 8. Comportamiento del ácido acético en los enviajes de guinea preservados con diferentes dosis de ácido benzoico y miel final.

### DISCUSIÓN

El contenido de materia seca y los demás componentes bromatológicos del forraje, influyeron de manera favorable en el comportamiento fermentativo de los ensilajes, aunque ello no impidió que se pudiera apreciar la acción de los conservantes y la miel final.

En este estudio surgió nuevamente una de las incógnitas halladas en las investigaciones relacionadas con los conservantes químicos: aumento del pH cuando las dosis de preservantes sobrepasan determinados valores, aun con la presencia de carbohidratos solubles adicionales (Ojeda, 1986); este hecho resulta difícil de explicar dentro del contexto de la bioquímica de las fermentaciones, si se tiene en cuenta los por cientos de nitrógeno amoniacal y las concentraciones de los ácidos orgánicos presentes en los ensilajes.

El razonamiento más lógico indica que durante la conservación ocurren aumentos importantes en la capacidad amortiguadora (Playne y McDonald, 1976), pero en mayor magnitud por efecto de la introducción de los conservantes, fenómeno que si bien induce

una mayor intensidad del proceso fermentativo, no ocasiona una disminución de la acidez del medio (Luis, Esperance y Ramírez, 1991).

Las concentraciones de amoníaco que normalmente se hallan en los ensilajes, dependen en buena medida de la celeridad con que se establezca una acidez capaz de inhibir las enterobacterias durante las primeras fases de la conservación, sobre todo cuando no hay acciones posteriores de las bacterias clostrídicas (Ojeda, Cáceres y Esperance, 1991). De ahí que todo lo que contribuya a favorecer una respuesta vigorosa de las bacterias lácticas del ensilaje, permitirá reducir sus valores.

De acuerdo con los resultados de la presente investigación, el factor que más incidencia tuvo sobre este indicador fue la dosis de miel final empleada. El hecho de que la inclusión de 10 kg/t resultase la más adecuada, parece estar dado porque con ella se lograron las mejores relaciones entre el sustrato energético y la actividad reguladora que ejercen los conservantes sobre las bacterias.



Sobre la base de este criterio, también es posible explicar los resultados hallados para 0 y 20 kg de miel final, pues en el primer caso debió existir un déficit de compuestos fermentables, que provocó una débil implantación de la microflora; mientras que en el segundo, un exceso de estos pudo permitir una proliferación amplia y poco controlada de los microorganismos, aun con la presencia de los conservantes.

Ello demuestra que su acción no es pasiva, como se ha interpretado en ocasiones (Hardy, Domínguez, Ayala y Boado, 1979); además, en investigaciones efectuadas por Ojeda, Esperance, Luis y Cáceres (1987) se ha podido demostrar que la inclusión de 20 kg de miel final, agregada simultáneamente con un aditivo biológico, mejora los indicadores del valor nutritivo con respecto a su no utilización, independientemente que desde el punto de vista fermentativo, estos autores no detectaron diferencias notables entre ambos tratamientos.

En relación con las respuestas observadas para los ácidos láctico y acético, en ellos se apreciaron diferentes comportamientos, según las características de acción de cada preservante.

Aunque en esta investigación no se efectuaron mediciones, microbiológicas, resulta factible deducir el posible comportamiento de las bacterias que intervienen en la conservación.

El nitrato de sodio, por presentar un tiempo limitado de actividad bacteriostática, de 7 a 10 días antes de ser oxidado a nitrato, indujo un desarrollo sostenido de las bacterias lácticas, con predominio de las homofermentativas, en la misma medida que las concentraciones de carbohidratos solubles lo permitieron.

En el caso del ácido benzoico, en su carácter de conservante bacteriostático estable, si bien contribuyó a una adecuada implantación de las bacterias lácticas, solo presentó una instauración efectiva de las homofermentativas con el mayor nivel de miel

final utilizado, como se puede deducir de las concentraciones de los ácidos orgánicos.

Esta hipótesis concuerda con los resultados hallados por Luis, Esperance, Ojeda, Cáceres y Santana (1992), quienes señalaron que si durante los primeros estadios de la conservación no ocurre una adecuada producción de ácido láctico mediante las bacterias lácticas homofermentativas, entonces el contenido de ácido acético en los ensilajes es elevado, al poder proliferar otras bacterias no tan eficientes.

De esta investigación se concluye que la combinación conservante-miel final es una posibilidad a tener en cuenta, ya que ambos factores se complementan mutuamente para alcanzar el principal objetivo de la conservación: obtener ensilajes bien preservados.

## REFERENCIAS

- CATCHPOOLE, V.R. & HENZEL, E.F. 1971. Silage and silage-making from tropical herbage species. *Herbage Abstracts*. 41:213
- DOMÍNGUEZ, G.H. 1984. Estudios fermentativos y balance de nutrimentos en ensilajes de gramíneas con y sin miel final. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ISCAH-ICA. La Habana, Cuba
- HARDY, C.; DOMÍNGUEZ, G.; AYALA, R. & BOADO, J. 1979. Métodos y técnicas de conservación de pastos y forrajes. Informe final del tema 27. ICA. La Habana, Cuba. (Mimeo)
- LUIS, LISSETTE; ESPERANCE, M.; OJEDA, F.; CÁCERES, O. & SANTANA, H. 1992. Fermentación de ensilajes tropicales con la utilización de bacterias ácido lácticas aisladas en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 15:03
- LUIS, LISSETTE; ESPERANCE, M. & RAMÍREZ, MARISOL. 1991. Utilización de aditivos en la conservación de forrajes en forma de ensilaje. I. Aditivos biológicos. *Pastos y Forrajes*. 14:185

- OJEDA, F. 1986 Estudio de los aditivos químicos para la conservación como ensilajes de cuatro gramíneas tropicales. Tesis presentada en opción al grado de Candidato a Dr. en Ciencias. ISCAH-ICA. La Habana, Cuba
- OJEDA, F. 1993. Conservantes químicos en la preservación de ensilajes tropicales. **Pastos y Forrajes**. 16:193
- OJEDA, F.; CACERES, O. & ESPERANCE, M. 1991. Conservación de forrajes. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 80 p.
- OJEDA, F.; ESPERANCE, M. & LUIS, LISSETTE. 1987. Ensilajes de pastos tropicales. **Pastos y Forrajes**. 10:189
- OJEDA, F.; ESPERANCE, M.; LUIS, LISSETTE & CÁCERES, O. 1987. Efecto de la adición de un aditivo biológico sobre el valor nutritivo de los ensilajes. **Pastos y Forrajes**. 10:256
- OJEDA, F.; FERNANDEZ, R. & CAÑIZARES, F. 1980. Edad de rebrote y nivel de miel sobre los patrones fermentativos de la hierba de guinea cv. Likoni. **Pastos y Forrajes**. 3:481
- OJEDA, F.; MARTÍNEZ, J. & JACOME, ISABEL. 1989. Estimación de las proporciones óptimas de conservantes químicos en ensilajes de gramíneas tropicales. I. King grass. **Pastos y Forrajes**. 12:263
- OJEDA, F & VARFOLOMIEV, G. 1983 Efecto de los aditivos químicos en la calidad de los ensilajes de hierba de guinea cv. Likoni. **Pastos y Forrajes**. 6:263
- PLAYNE, M.J. & McDONALD, P. 1976. The buffering constituents of herbage and silage. **J. Sc. Fd. Agric**. 17:264

Recibido el 13 de junio de 1994