

## EFEECTO DE LOS ADITIVOS QUIMICOS SOBRE LA CONSERVACION DEL KING GRASS

***F. Ojeda y G. Varfolomeev***

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

Con diferentes aditivos químicos se conservó en silos de 200 g de capacidad, king grass con 60 días de rebrote. En cada tratamiento se utilizó o no 1% de miel para evitar que por falta de carbohidratos solubles (CHS) los aditivos no pudieran expresar su potencial preservante. El ácido benzoico, la mezcla ácido propiónico/ácido fórmico y nitrito de sodio promovieron las fermentaciones de tipo láctico mientras que la mezcla formol/ácido fórmico aunque también limitó las fermentaciones butíricas, indujo fermentaciones predominantemente acéticas. La conservación sobre la degradación de la proteína ( $\text{NH}_3/\text{Nt}$ ) no se apreció en ningún tratamiento aunque los aditivos bacteriostáticos presentaron los mejores valores. El pH se vio disminuido significativamente por los aditivos excepto los tratamientos con HCl, sulfito de sodio, el  $\text{CO}_2$  y el preparado AAZ, oscilando los valores entre 5,1 y 3,9. El ácido benzoico 2 kg/t, el nitrito de sodio 0,5 kg/t y las mezclas formol/ácido fórmico 5/3,33 y ácido propiónico/ácido fórmico 3,66/3,66 kg/t resultaron los más promisorios. El ácido fórmico 3,33 kg/t y el ácido salicílico también presentaron potenciales para su utilización. En este trabajo se discuten los parámetros bioquímicos y las incidencias de los aditivos sobre los mismos.

**Palabras clave:** *Aditivo, ensilaje, king grass*

Los altos rendimientos que alcanza el king grass como planta forrajera, su buena respuesta frente al riego y la fertilización y su adaptabilidad a los distintos tipos de suelos han promovido una tendencia a incrementar las áreas dedicadas a esta gramínea en las empresas ganaderas del país. Estas características han incidido favorablemente en el aprovechamiento de los excedentes de la época de lluvia para su conservación como ensilajes, para ser utilizado como uno de los componentes de las raciones para la época de seca.

La mayor desventaja que presenta esta planta en el momento de la conservación es su bajo contenido de MS (15%) lo cual favorece la proliferación de la microflora no láctica, por lo que es importante conocer las características de este forraje cuando es ensilado con el uso de aditivos acidificantes o bacteriostáticos, los cuales al inhibir las fermentaciones, permiten una mejora importante en la calidad de los ensilajes (Demarquilly, 1975); sin embargo, esta acción beneficiosa no ha sido estudiada en pastos tropicales, por lo que es necesario encontrar nuevas vías de conservación que permitan obtener ensilajes de mejor calidad.

### **MATERIALES Y METODOS**

El forraje de king grass fue tomado de una parcela de 200 m<sup>2</sup> a los 60 días de rebrote, la cual recibió una fertilización de 60 kg N/corte.

La recolección se efectuó mediante una segadora frontal repicándose el pasto en una picadora estacionaria hasta lograr trozos de 2-4 cm.

Por las características botánicas del king grass de presentar en la parte superior el mayor por ciento de hojas, el material fue homogenizado antes de su conservación,

Los silos utilizados y las técnicas analíticas fueron descritos por Ojeda (1980).

Los aditivos sólidos se esparcieron por el pasto previamente pesado y los aditivos líquidos se añadieron mediante un nebulizador por capas sucesivas.

El tiempo de apertura fue fijado en 60 días.

Por no tenerse antecedentes previos de los aditivos químicos a estudiar se realizó una prueba pre-experimental sin réplica, donde se determinaron las dosis óptimas de cada uno de ellos.

Los criterios que se adoptaron para la selección fueron:

- a) Máxima inhibición de las fermentaciones butíricas.
- b) Mínima relación  $\text{NH}_3/\text{N}_2$ .
- c) Máxima producción de ácido láctico.
- d) Evaluación integral de los parámetros bioquímicos y organolépticos analizados.

Los mejores tratamientos encontrados fueron:

Aditivos	Dosis kg/t de masa verde	Bacteriostático	Acidificantes
Acido clorhídrico	1,36		X
Acido sulfúrico	1,36		X
Acido clorhídrico y ácido sulfúrico	2,27/2,27		X
Sulfito de sodio	5	X	
Sulfito de sodio	6	X	
Acido benzoico	2	X	
Preparado AAZ (HCl/Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	7,097/0,993		X
Nitrito de sodio	0,5	X	
Acido salicílico	1,5	X	
Acido fórmico	3,33	X	X
Acido propiónico/ácido fórmico	3,33/3,33	X	X
Formol	5	X	
Formol + ácido fórmico	5/3,33	X	X
CO <sub>2</sub>	75%	X	
Miel			X

Estas dosis fueron objeto de un segundo ensayo donde cada aditivo fue evaluado con el empleo o no de 1% de miel final, para evitar que por falta de CHS los mismos no pudieran expresar todo su potencial o cada tratamiento constó de 3 réplicas las cuales fueron distribuidas en un diseño de bloque al azar para poderles efectuar análisis a los resultados según la dócima de F, tomándose como referencia los valores obtenidos con 4% de miel final.

### **RESULTADOS**

El contenido de MS de los ensilajes fue bajo, no siendo afectado por la adición de los conservantes ni por la combinación de estos con la miel.

Las medias encontradas se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Efecto de los aditivos y la adición de miel sobre el % de MS de los ensilajes de los ensilajes de king grass.

Miel	% MS	ES $\pm$	Significación
0	15,99	$\pm 0,3586$	NS
1	16,90	$\pm 0,9821$	NS

*Proporciones molares de los AGV individuales.* En la figura 1 se aprecia que la acción de los aditivos presentaron características peculiares. El ácido benzoico, la mezcla ácido propiónico/ácido fórmico y el nitrito de sodio inhibieron las fermentaciones butíricas y promovieron las de tipo láctico, mientras la mezcla formol/ácido fórmico si bien logró frenar la aparición de fermentaciones indeseables, el predominio fue en favor de una conservación acética.

El ácido salicílico tendió a mejorar las relaciones entre las concentraciones de los ácidos, pero la acción fue parcial sobre las fermentaciones butíricas.

Los otros aditivos estudiados no presentaron eficiencia alguna, produciendo patrones butíricos inclusive peores al tratamiento control.

La adición de miel mejoró la acción del ácido fórmico el sulfito de sodio y la mezcla de HCl/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Sin embargo, en los otros conservantes, a excepción del NaNO<sub>2</sub> y ácido benzoico, incrementó la proporción de butírico, incluyendo el ensilaje control.

La combinación de los aditivos con la miel, produjo una mayor proporción de ácido láctico y una disminución en la de ácido acético, excepto en el ácido fórmico/ácido propiónico, ácido salicílico, ácido benzoico y el preparado AAZ.

La acción de los aditivos sobre la relación NH<sub>3</sub>/Nt se aprecia en la figura 2.

El ácido sulfúrico, ácido salicílico, ácido fórmico y las mezclas formol + fórmico y ácido propiónico + ácido fórmico indujeron disminuciones estadísticamente significativas (P<0,001) sobre este parámetro con respecto al tratamiento control; no así la mezcla HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>Na y CO<sub>2</sub> donde la proteólisis fue mayor, mientras los otros aditivos no tuvieron efectos sobre la misma.

El contenido de nitrógeno de los ensilajes no difirió con el tratamiento control, mostrando sólo un valor inferior (P<0,001) la mezcla de HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (figura 3). Sin embargo, el preparado AAZ y el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> resultaron estadísticamente superiores a los tratamientos con ácido benzoico, ácido fórmico, las mezclas formol/ácido fórmico y ácido propiónico/ácido fórmico, HCL/ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>.

El pH de los ensilajes se vio disminuido significativamente (P<0,001) por los aditivos (figura 4), excepto los tratamientos de HCl, sulfito de sodio, el preparado AAZ, CO<sub>2</sub>, donde los valores encontrados fueron similares o mayores al tratamiento control.

En la figura 5 se muestra la acción de la miel sobre los conservantes en los valores de la relación NH<sub>3</sub>/Nt, la cual no presentó una acción homogénea, pues mientras que con los aditivos HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> produjo concentraciones más bajas, en cambio con el HCl y el

$\text{NO}_2\text{Na}$  indujo valores más altos, no produciendo efecto alguno en el resto de los tratamientos.

Las mayores relaciones  $\text{NH}_3/\text{Nt}$  se encontraron con la mezcla  $\text{HCo} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaNO}_2$  y con el  $\text{CO}_2$ . El nitrógeno presente en los ensilajes no se vio afectado por la combinación de los aditivos con la miel (figura 6), excepto en el preparado AAZ donde se lograron incrementos significativos ( $P < 0,001$ ) mientras que con el  $\text{NO}_2$  fue menor.

El comportamiento del pH fue igualmente no significativo (figura 7) en casi todos los tratamientos, favoreciendo su disminución sólo con el nitrito de sodio, resultando perjudicial con el tratamiento de HCl por provocar incrementos en el mismo.

### ***DISCUSION***

Cuando se analizan las proporciones molares de los ácidos orgánicos, encontrados en este experimento, como reflejo de los procesos fermentativos ocurridos en los ensilajes, encontramos que existen grandes diferencias entre la acción de los aditivos entre sí.

Ninguno de los conservantes clasificados como acidificantes, logró inhibir por sí solo las fermentaciones butíricas, Woolford (1978) encontró que el uso de HCl y  $\text{H}_2\text{SO}_4$  como agentes conservantes no promovían acciones bactericidas, si no solo como controladores de las fermentaciones mediante el pH que provocaban en el medio.

En este estudio, si bien ellos provocaron valores inferiores al tratamiento control, no indujeron en los ensilajes pH inferiores a 4,0 considerado el límite mínimo para inhibir a los microorganismos del tipo clostridium y coli (Barnett, 1957), sobre todo en ensilajes con bajo contenido de materia seca.

A su vez, no todos los aditivos bacteriostáticos produjeron inhibiciones adecuadas en las fermentaciones butíricas.

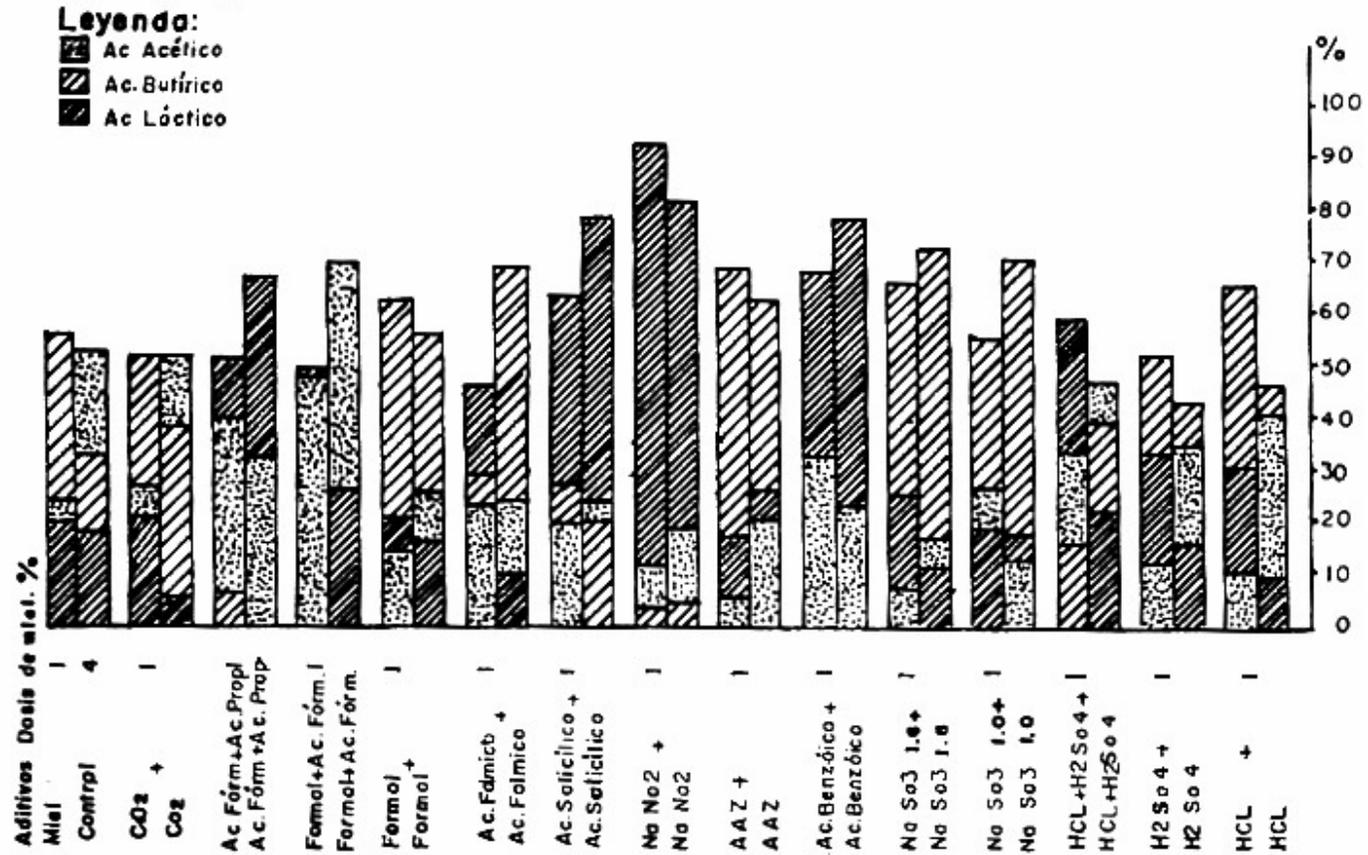


Fig. 1. Formaciones molares del ensilaje con aditivos en king grass.

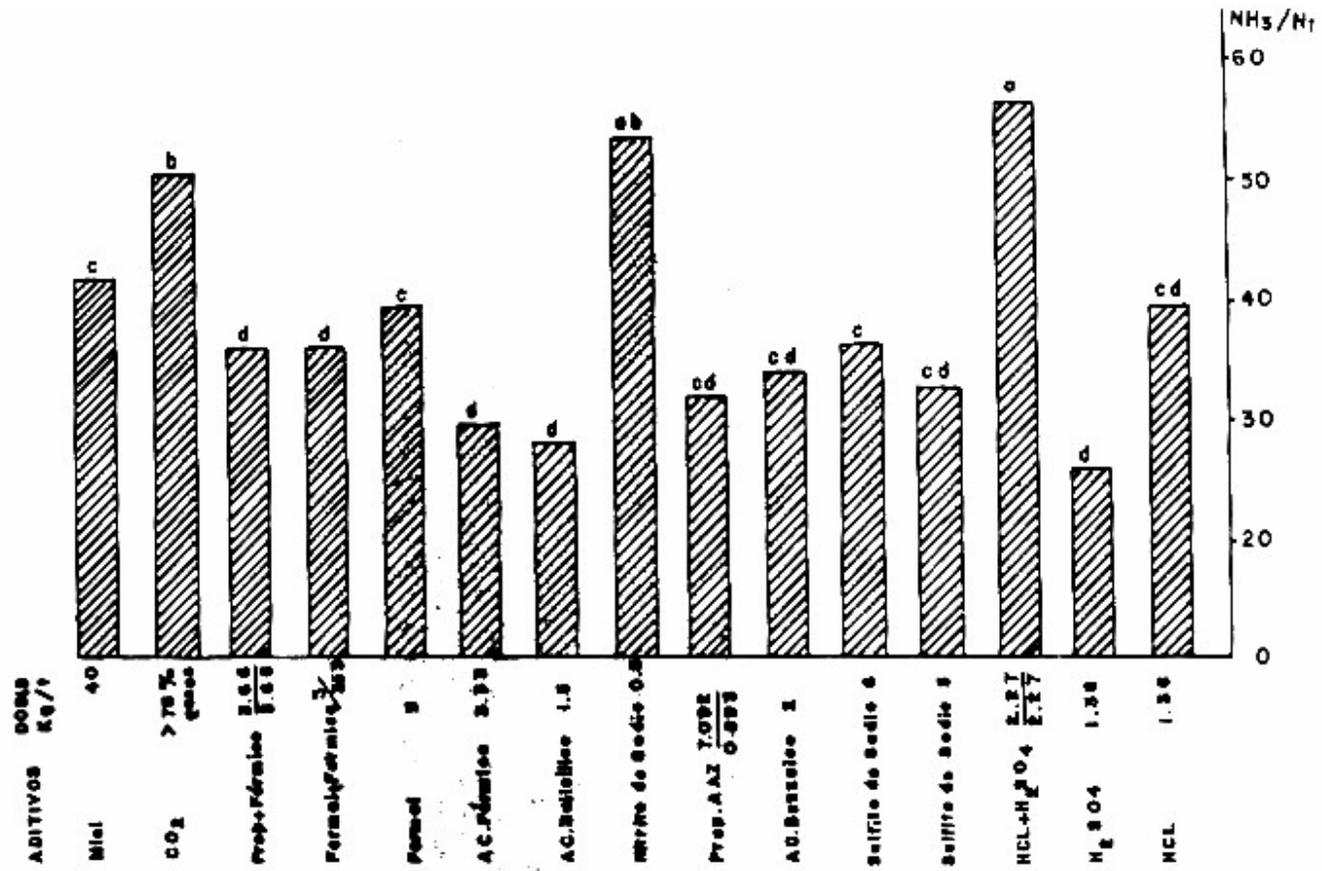


Fig. 2. NH<sub>3</sub>/Nt de ensilaje con aditivos químicos en king grass.

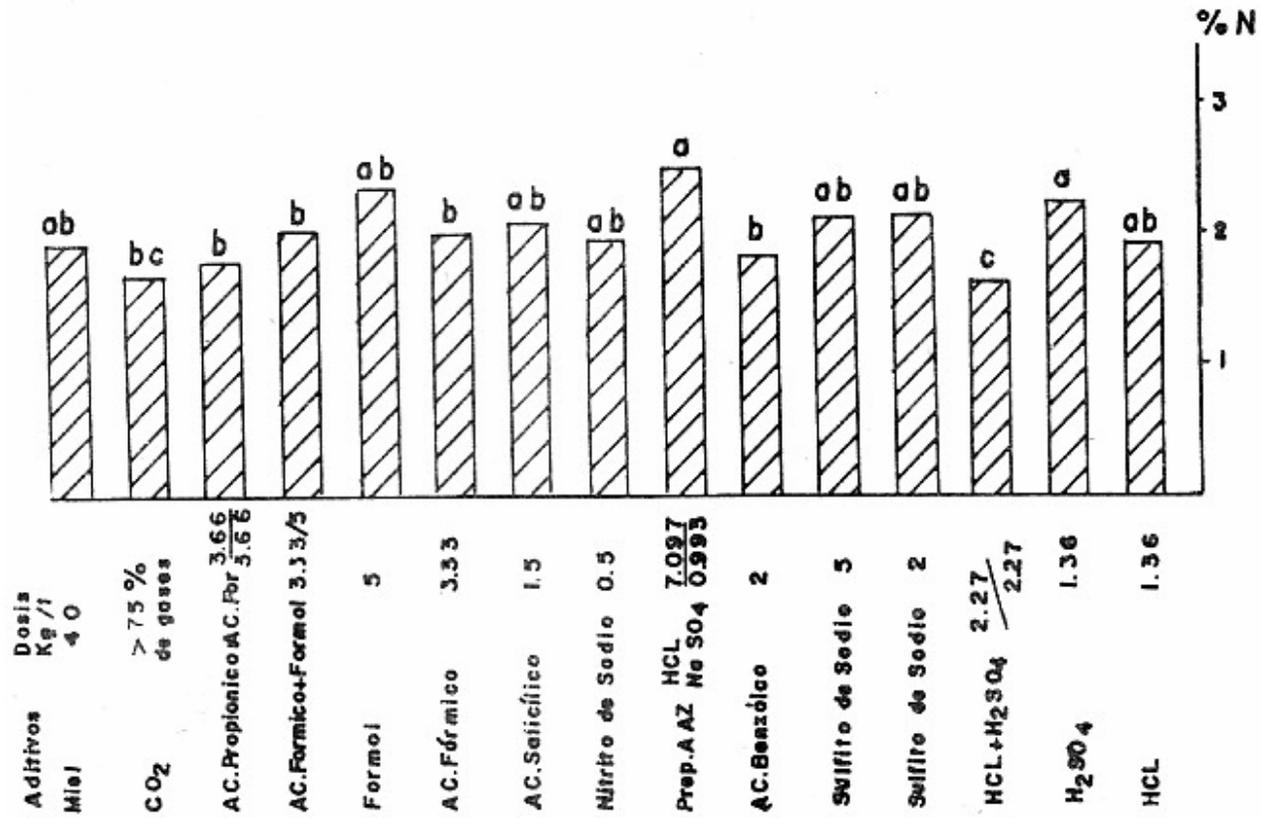


Fig. 3. % N de ensilaje con aditivos qu6micos en king grass.

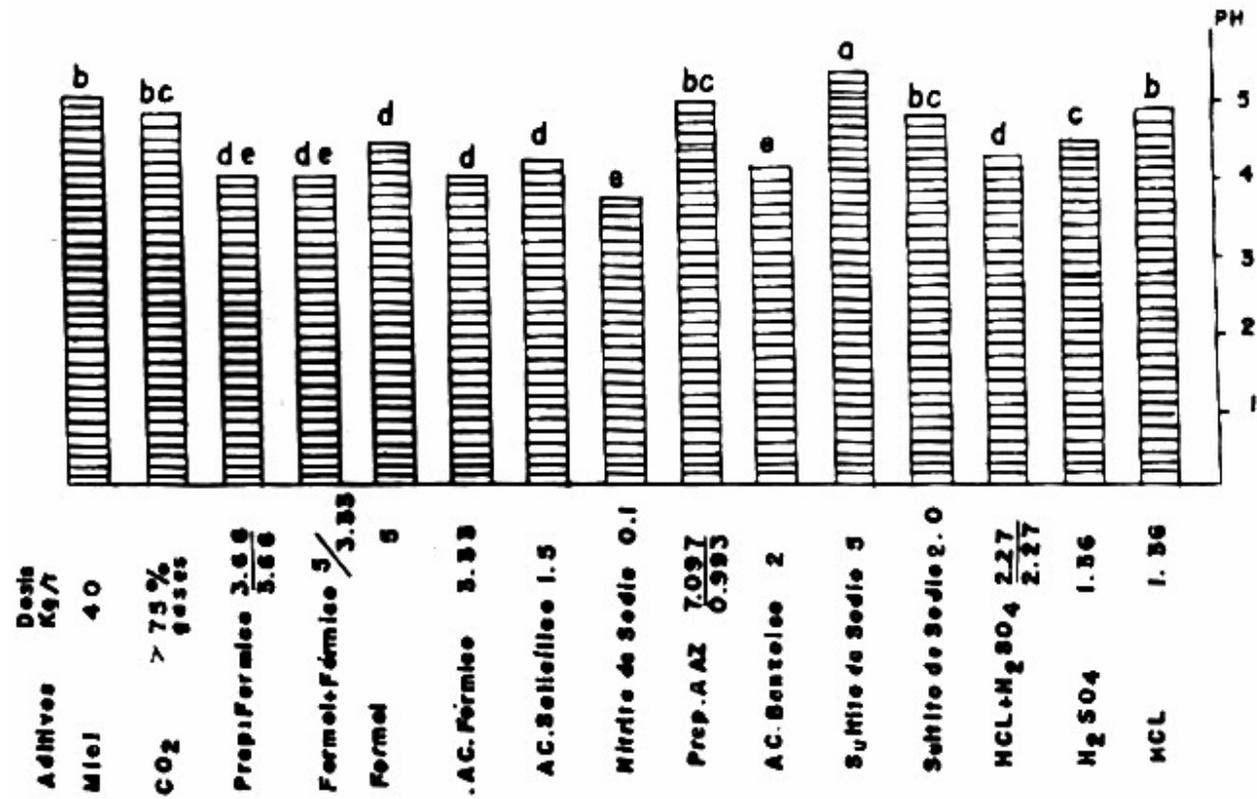


Fig. 4. pH de ensilajes con aditivos químicos en king grass.

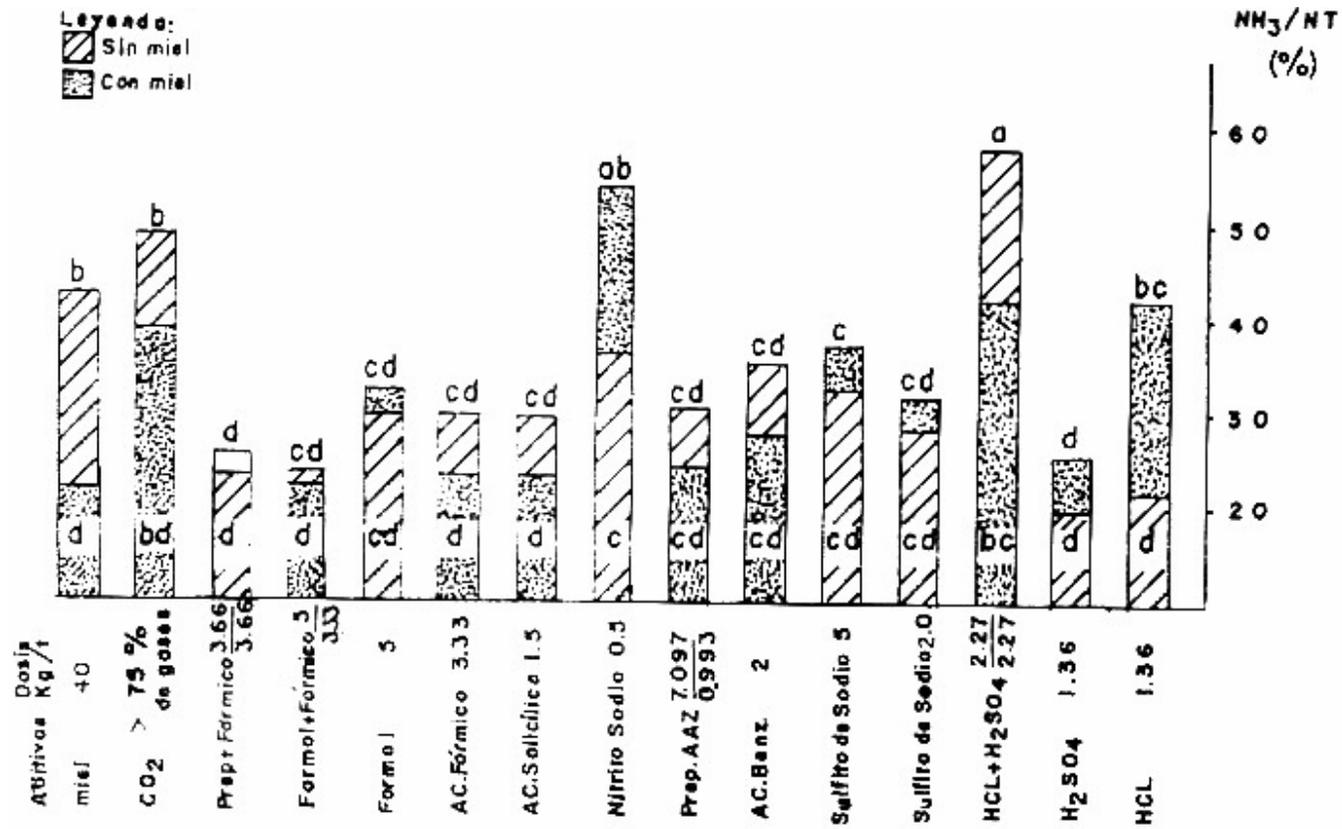


Fig. 5. Efecto de la miel sobre el NH<sub>3</sub>/Nt de los ensilajes con aditivos químicos en king grass.

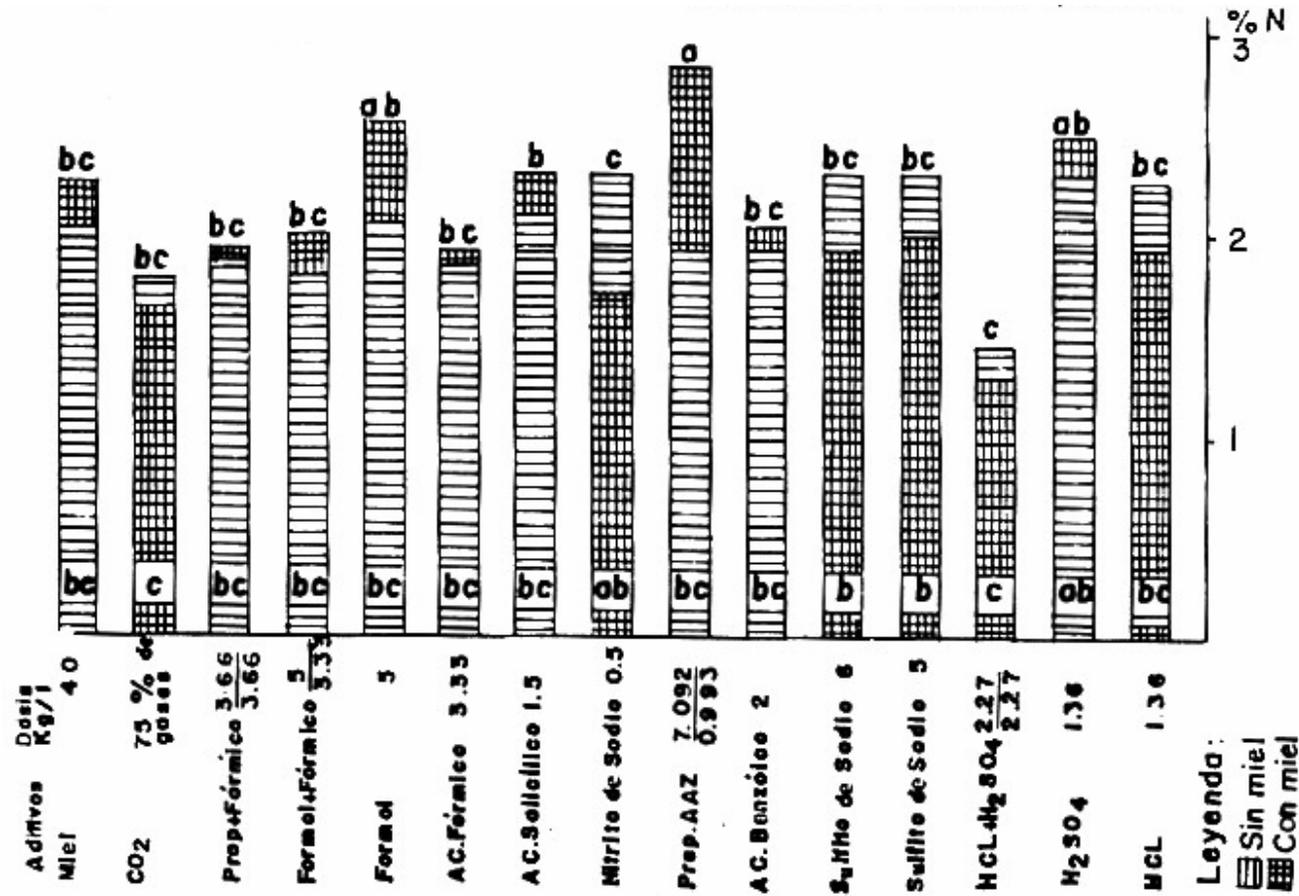


Fig. 6. Efecto de la miel sobre el N de los ensilajes con aditivos químicos en king grass.

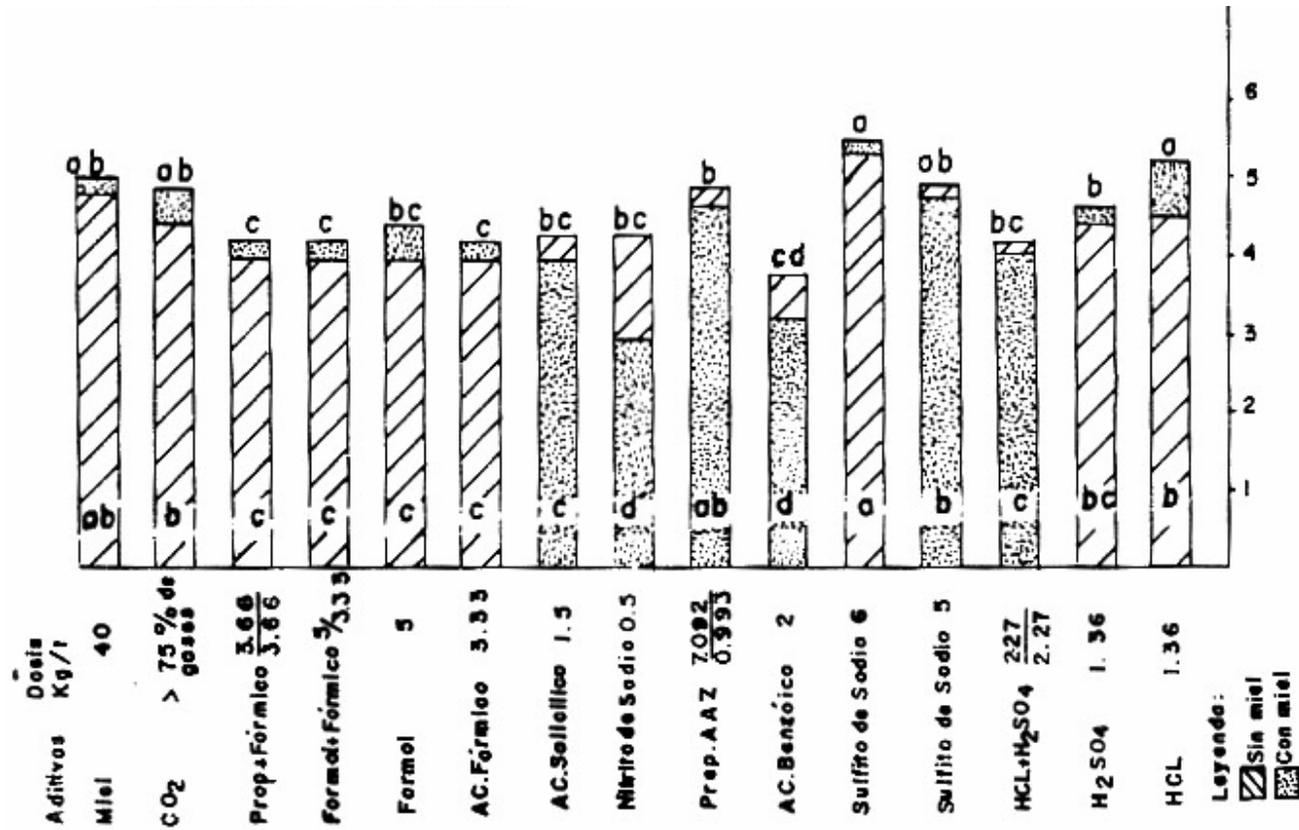


Fig. 7. Efecto de la miel sobre el pH de los ensilajes con aditivos químicos en king grass.

Las mejores fermentaciones las produjeron el ácido benzoico, el nitrito de sodio y las mezclas del ácido fórmico con el formol y el ácido propiónico, donde se combinan dos acciones la acción bactericida de ambos con la acidificante del ácido fórmico, lo cual sugiere que del potencial esterilizante del aditivo dependerá el éxito o el fracaso de la conservación.

Este pudiera ser el caso del ácido salicílico donde la acción del aditivo se puede apreciar con respecto a los ensilajes control; sin embargo, la inhibición no es total en lo tocante a las fermentaciones butíricas.

El incremento producido por la adición de miel en los ácidos láctico y butírico indica una poca estabilización de los ensilajes donde el ácido láctico se interconvierte en ácido butírico ( $2 \text{ ácido láctico} \rightarrow \text{ácido butírico} + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2$ ), conduciendo con ello a la disminución del ácido acético, según la vía propuesta por Mc Donald y Whittenbury (citado por Wilkins, 1972).

Las pérdidas de nitrógeno en los ensilajes esta ligada a la capacidad de fijación que tengan los ácidos formados durante la fermentación del amoníaco que se libera por el ataque de los microorganismos a las proteínas. Es por eso que aditivos que produzcan fermentaciones reducidas como el ácido benzoico, el ácido fórmico, las mezclas de fórmico con formol o propiónico, o que presenten una alta relación  $\text{NH}_3/\text{Nt}$  provocan disminuciones en este parámetro.

La protección de la proteína a la acción desaminadora de las enzimas a los microorganismos, expresada como  $\text{NH}_3/\text{Nt}$ , es uno de los objetivos en la retención del nitrógeno presente en los ensilajes, repercutiendo en la nutrición animal (Weerli, 1975).

Esto no fue logrado en ningún caso, pues las concentraciones halladas fueron muy superiores al 11% considerada como óptimas para los ensilajes de buena calidad

(Catchpole y Henzell, 1971), aunque de forma general fueron los conservantes bacteriostáticos los de mejor calidad.

Wieringa (1966) reportó que el nitrito de sodio presentaba especificidad en la destrucción de las bacterias del tipo clostridium y aunque las acciones de los otros aditivos bacteriostáticos son más generales (Woolford, 1975 y Thomas, 1978) existen evidencias que la flora láctica es mucho más versátil que la flora clostrídica en su desarrollo (Barnett, 1957) lo cual pudiera explicar la acción beneficiosa encontrada.

La aparente contradicción entre la relación que presenta el nitrito de sodio, a pesar de las buenas fermentaciones que promueve, se explica por la capacidad que tienen los microorganismos de reducir el anión  $\text{NO}_2^-$  a  $\text{NH}_3$  elevando considerablemente este parámetro (Wieringa, 196) por lo que se debe tener en cuenta esta particularidad cuando se evalúan los ensilajes confeccionados con este aditivo.

Aunque la adición de miel como fuente de carbohidratos solubles (CHS) no modificó las valoraciones de los ensilajes, excepto para el ácido fórmico, esto no implica que dentro de los mecanismos enzimáticos y microbiológicos que conlleva la conservación, su acción fuera totalmente pasiva, debido a que los conservantes donde las fermentaciones butíricas predominaron, cambió las proporciones de los ácidos grasos volátiles y favoreció la relación  $\text{NH}_3/\text{Nt}$  en el caso de la mezcla  $\text{HCl}/\text{H}_2\text{SO}_4$  y la perjudicó en otras como en el  $\text{HCl}$  y el  $\text{NaNO}_2$ .

De lo anteriormente expuesto se deduce que el beneficio que potencialmente pueda producir la combinación de los aditivos con dosis bajas de miel estará en dependencia de la flora microbiana que establezca el conservante en específico como es el caso del  $\text{NaNO}_2$ , donde se reflejó en un pH más estable o el ácido fórmico que mejoró su proporción molar de ácidos grasos volátiles.

De este estudio se puede concluir que los aditivos con mejores perspectivas para su uso, son el ácido benzoico, el nitrito de sodio, el ácido salicílico y la mezcla de ácido fórmico con formol o ácido propiónico, sobre todo si se tiene en cuenta que este último está reportado como un inhibidor de las post fermentaciones que se presentan en los ensilajes después de abierto (Thomas, 1978). Otro conservante que se perfila con buenas perspectivas es el ácido fórmico, pues sus patrones fermentativos pueden considerarse como aceptables.

Tomando como base estos resultados, se desarrollarán investigaciones en silos con mayores dimensiones, donde se evaluará la incidencia de los conservantes químicos en los parámetros nutricionales, como son el consumo, la digestibilidad de la materia orgánica y la digestibilidad de la proteína bruta.

#### **SUMMARY**

The ensilage of king grass with 13 chemical additives has been examined in laboratory silo. The effectiveness of additives as an aid to the preservation was tested alone or combined with one per cent of added molasses. Benzoic acid, propionic and formic acid mixture and sodium nitrite stimulated lactic acid fermentation while formaldehyde/formic acid mixture produced acetic acid fermentation. The conservation of the protein was poor in all treatments but the bacteriostatic additives had better results. Additives induced low pH value except for HCl, sodium sulfite, CO<sub>2</sub> and AAZ mixture. The pH range found was 5,1 and 3,9. Benzoic acid 2 kg/t, sodium nitrite 0,5 kg/t and formaldehyde/formic acid 5/3,33 kg/t, propionic acid/formic acid 3,66/3,66 kg/t mixtures, resulted the additives with more perspectives. Formic acid 3,33 kg/t and salicylic acid 1,5 kg/t also showed good potential of utilization. In this investigation different biochemistry parameters and additive incidence over the quality of ensilage were discussed.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a los técnicos Isabel Jácome, Guadalupe Pérez y Marisol Ramírez por los análisis de los ensilajes y al Ing. José Martínez por los análisis Biométricos de los resultados.

### **REFERENCIAS**

- Barnett, A.J.O. 1957. Fermentación del ensilado. Ed. Aguilar, Madrid
- Catchpoole, U.R. & Henzell, E.F. 1971. *Herbage abstracts*. 41:213
- Demarquilly, C. 1975. *FORAGE actualite*. 9:29
- Ojeda, F.; Fernández, R. & Cañizares, F. 1980. *Pastos y Forrajes*. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 3:481
- Thomas, J.V. 1978. *J. of Animal Science*. 47:721
- Weerli, C. 1975. *Agricultura técnica*. 33:15
- Wilkins, R.J. 1972. Conservación de forrajes. Editorial Acribia. Zaragoza, España
- Wieringa, L.W. 1966. The influence of nitrate on silage fermentation X<sup>th</sup> Int. Grassld. Congr. Section 2 paper, 44:191
- Woolford, M.D. 1975. *J. of Sci. of Food and Agric*. 26:229
- Woolford, M.D. 1978. *J. of Brit. Grassld. Soc*. 33:131