

EFFECTO DE LOS ADITIVOS QUIMICOS SOBRE LOS PARAMETROS FERMENTATIVOS DE LA BERMUDA CRUZADA-1

F. Ojeda y G. Varfolomiev

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

Se estudió el efecto de los conservantes químicos sobre los parámetros fermentativos de los ensilajes de bermuda cruzada-1, utilizando silos de laboratorio con 200 g de capacidad; cada aditivo fue evaluado además con el empleo o no de 10 y 20 kg de miel final para evitar que por falta de carbohidratos solubles éstos no pudieran expresar su potencial. El ácido benzoico y la mezcla de formol + ácido fórmico resultaron los aditivos más efectivos para controlar las fermentaciones butíricas, aunque también el nitrito de sodio mejoró este parámetro. La desaminación resultó elevada en todos los tratamientos, superior al 11% NH_3/Nt , no mejorando al combinar los aditivos con la miel final. El pH presentó un rango desde 5,5 (CO_2) hasta 3,0 (prep. AAZ) no resultando un indicativo apropiado de la calidad final de los ensilajes. En esta investigación se concluye que los conservantes que mejor estabilizaron el material conservado fueron el ácido benzoico, la mezcla formol + ácido fórmico y el nitrito de sodio, presentando potenciales de utilización, el ácido fórmico y el formol.

Palabras clave: *Aditivos, ensilajes, bermuda cruzada-1*

Desde su introducción en 1972, la bermuda cruzada-1 ha tenido buena aceptación en áreas de producción por sus respuestas al riego y a la fertilización (Remy, Cáceres, García-Trujillo y Esperance, 1979), lo que posibilita un excedente factible de conservar como ensilaje.

En estudios efectuados por Ríos (1979), en silos de laboratorio, se encontró que las mejores fermentaciones se produjeron cuando este pasto tenía 49 días de rebrote, resultando los ensilajes de inferior calidad cuando la edad fue menor.

En otra investigación realizada por Domínguez y Elías (1979) se observó que esta variedad puede ser conservada a la edad de 6 y 8 semanas, sin necesidad de aditivos.

Sin embargo, estudios realizados en pangola común y king grass (Ojeda y Varfolomiev, 1982; Ojeda y Varfolomiev, 1983) han permitido mejorar las fermentaciones de los ensilajes con el uso de aditivos químicos, por lo que resulta de interés continuar investigaciones en la conservación de pastos tropicales, lo cual fue objetivo de este trabajo.

MATERIALES Y METODOS

El pasto utilizado en esta investigación se tomó de una parcela de 200 m², con edad de 6 semanas de rebrote y una fertilización de 60 kg N/ha/corte.

El llenado de los silos se efectuó inmediatamente, utilizándose frascos de 200 g de capacidad; el material fue apisonado con una mano de mortero, tratando de eliminar la mayor parte del aire retenido.

Los frascos fueron sellados con un tapón de goma, el cual tenía una válvula Bunsen y una tapa metálica horadada. La hermetización se completó con parafina.

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

Después de llenados los pomos fueron colocados en un lugar de poca intensidad de luz, ventilado y fresco. Cada tratamiento constó de tres réplicas, a las cuales se les realizaron análisis independientes.

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

El tiempo de apertura se prefijó a los 60 días de confeccionados.

Tanto los aditivos como las dosis estudiadas en este trabajo fueron aquellas que presentaron las mejores fermentaciones en un ensayo previo sin réplica.

Los tratamientos estudiados y su clasificación según su acción más general se muestran en la tabla 1.

Cada aditivo fue evaluado además, con el empleo o no de 10 y 20 kg de miel final/t de forraje, para evitar que por falta de carbohidratos solubles los mismos no pudieran expresar su potencial.

El análisis estadístico se realizó de acuerdo a un diseño de bloque completamente aleatorizado utilizando la prueba de rango múltiple (Duncan, 1955).

RESULTADOS

El contenido de materia seca de los ensilajes con los aditivos solamente o combinados con la miel final se muestran en la tabla No. 2, no apreciándose efecto estadísticamente significativo sobre este parámetro entre los distintos tratamientos estudiados.

El comportamiento de los principales ácidos orgánicos que se producen durante la conservación, expresados como por ciento del total de ácidos presentes se presentan en la figura 1.

Tabla 1. Tratamientos estudiados en la bermuda cruzada-1 conservada con aditivos químicos.

Aditivo	Dosis kg/t MV	Clasificación		
		Bacteriostático	Acidificantes	Promotores de la fermentación láctica
Bisulfito de sodio	1,6	X	-	-
Ácido benzoico	3	X	-	-
$AAZ \left(\frac{HCL}{Na_2SO_4} \right)$	$\frac{7,092}{0,993}$	X	X	-
Nitrito de sodio	1	X	-	-
Formol/ac. fórmico	8/4	X	X	-
Ácido fórmico	4	X	X	-
Formol	5	X	-	-
CO ₂	75% gases	-	-	X
$\frac{Acido\ clorhídrico}{Acido\ sulfúrico}$	2,27/2,27	-	X	-
Miel final	0,10 y 20	-	-	X

Tabla 2. Materia seca (MS) de los ensilajes de bermuda cruzada-1 con aditivos.

MS	kg de miel final/t forraje		
	0	10	20
$\bar{x}$	32,41	33,02	32,50
ES $\bar{x}$		±1,03	

Tomando como base la presencia o no de ácido butírico para enjuiciar la calidad de las fermentaciones, tenemos que los aditivos más efectivos fueron el ácido benzoico y la mezcla formol + ácido fórmico, aunque también el nitrito de sodio mejoró las fermentaciones de los ensilajes.

Los otros conservantes no promovieron cambios apreciables con respecto a los ensilajes control, resultando incluso peores, como fueron los casos del bisulfito de sodio, formol y la mezcla ácido clorhídrico + ácido sulfúrico.

La combinación de los aditivos con la miel final favoreció el comportamiento de los conservantes, limitando las fermentaciones indeseables en todos los tratamientos y de forma específicamente más efectiva en el nitrito de sodio y para el ácido fórmico y el formol con la incorporación de 20 kg/t, donde la presencia del ácido butírico no fue detectada.

En la figura 2, se muestra como el nitrógeno presente en los ensilajes no fue afectado estadísticamente por los aditivos, a excepción de los tratamientos de formol y ácido fórmico, la mezcla de ambos y el nitrito de sodio donde se encontraron pérdidas de este parámetro. Con la inclusión de la miel final en los tratamientos estudiados, estos mismos conservantes mantuvieron su tendencia negativa, incidiendo además sobre el preparado AAZ en igual forma.

El mejor de todos los tratamientos evaluados, fue el de ácido benzoico con 20 kg/t de miel final.

La relación NH_3/Nt encontrada en los ensilajes, se aprecia en la figura 3.

Los aditivos no indujeron una mejor protección de las proteínas, no difiriendo significativamente de las relaciones encontradas en los ensilajes control. La adición de miel tampoco favoreció este parámetro, siendo su acción negativa con la mezcla formol fórmico para 10 kg/t de miel y con el nitrito de sodio para 20 kg/t, mientras que fue perjudicial para ambos por cientos en los tratamientos con CO_2 , formol, ácido fórmico y el preparado AAZ.

El bisulfito de sodio, las mezclas de ácido clorhídrico y ácido sulfúrico y de formol y ácido fórmico, disminuyeron significativamente el pH con respecto a los ensilajes control (figura 4). Al combinarse los aditivos con la miel final, sólo el preparado AAZ se vio favorecido, aunque con 20 kg/t de miel esta acción se hizo extensiva a la mezcla $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$.

El aditivo de peor comportamiento en todos los tratamientos fue el CO_2 , el cual indujo los valores más elevados.

DISCUSION

La bermuda cruzada-1 en este estudio se presentó como un pasto difícil de conservar. La presencia de altas proporciones de ácido butírico en la mayoría de los tratamientos, indica que este pasto presenta peculiaridades propias. Sólo los aditivos bacteriostáticos enérgicos como el ácido benzoico y la mezcla de formol + ácido fórmico lograron inhibir completamente esta fermentación indeseable.

Estos conservantes presentan como acción principal restringir la actividad de las bacterias en general, produciendo los silos no fermentados, resultando particularmente tóxicos para las bacterias esporuladas, clasificación donde se agrupan las del género *Clostridium*, principales causantes de la presencia de ácido butírico en los ensilajes (Woolford, 1975; Woolford, 1978).

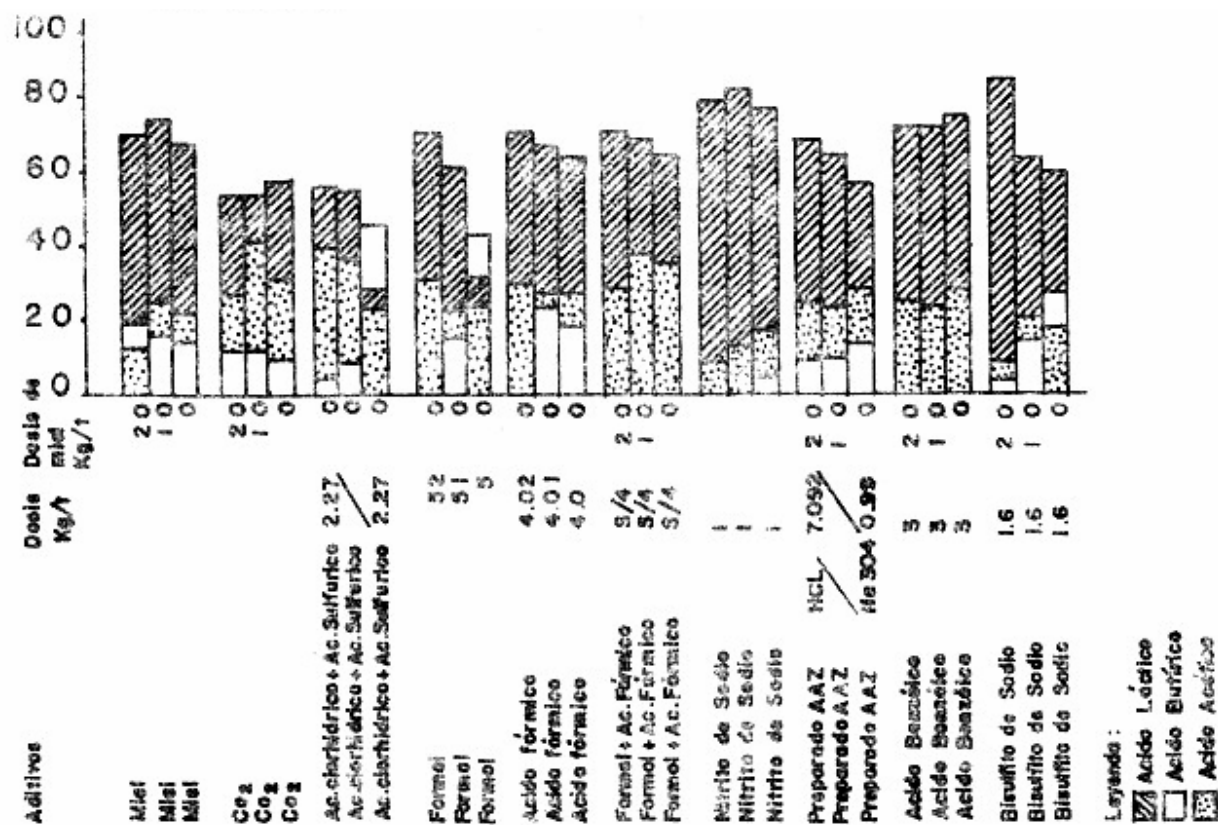


Fig. 1. Fracciones molares de los ensilajes de bermuda cruzada-1 conservado con aditivos.

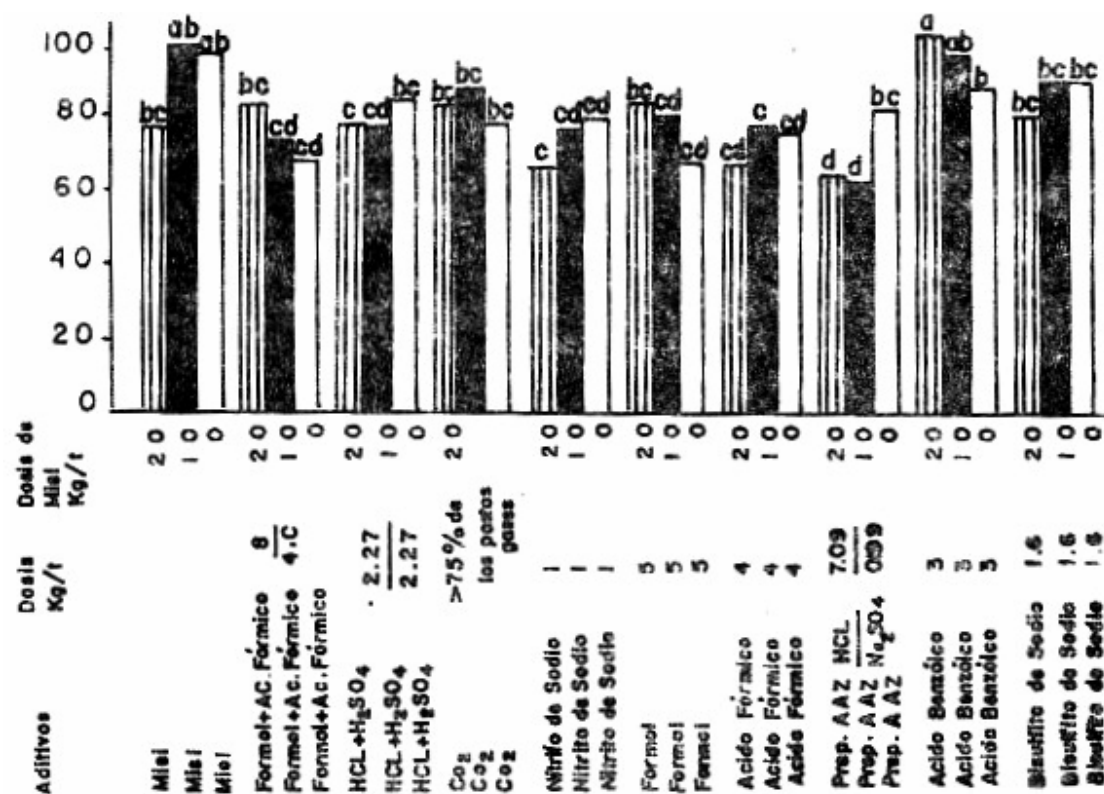


Fig. 2. Nitrógeno total de los ensilajes de bermuda cruzada-1 conservada con aditivos.

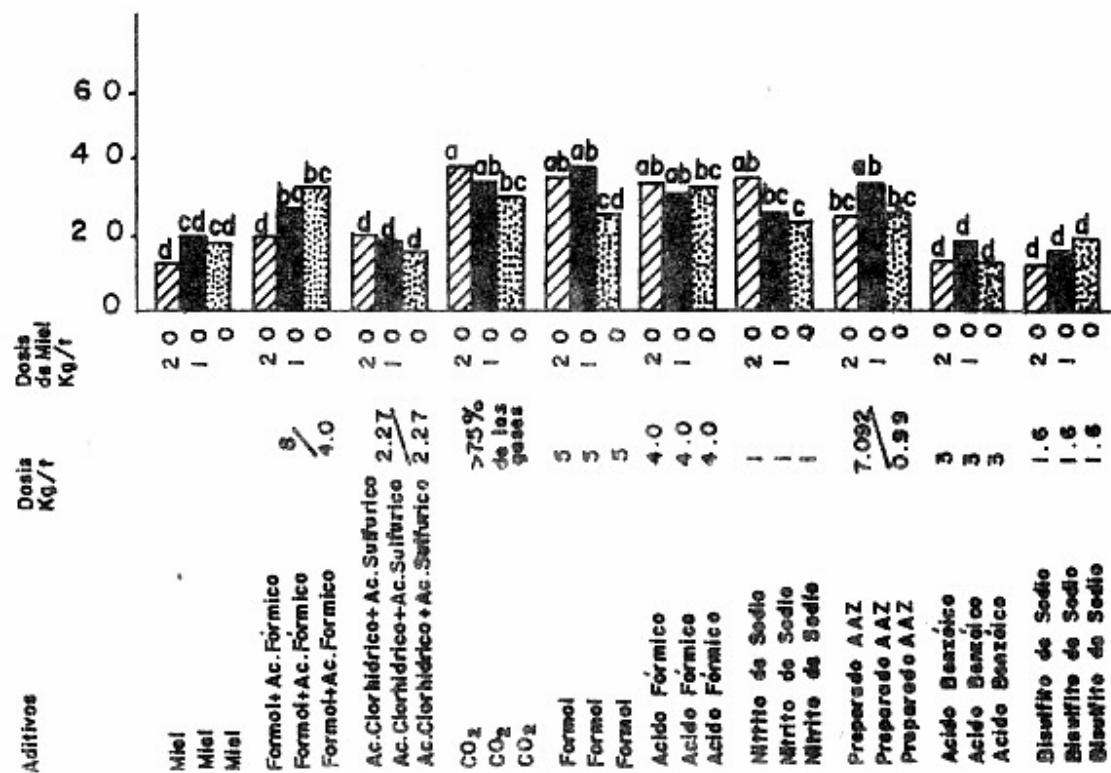


Fig. 3. Relación NH₃/Nt de los ensilajes de bermuda cruzada-1 conservado con aditivos.

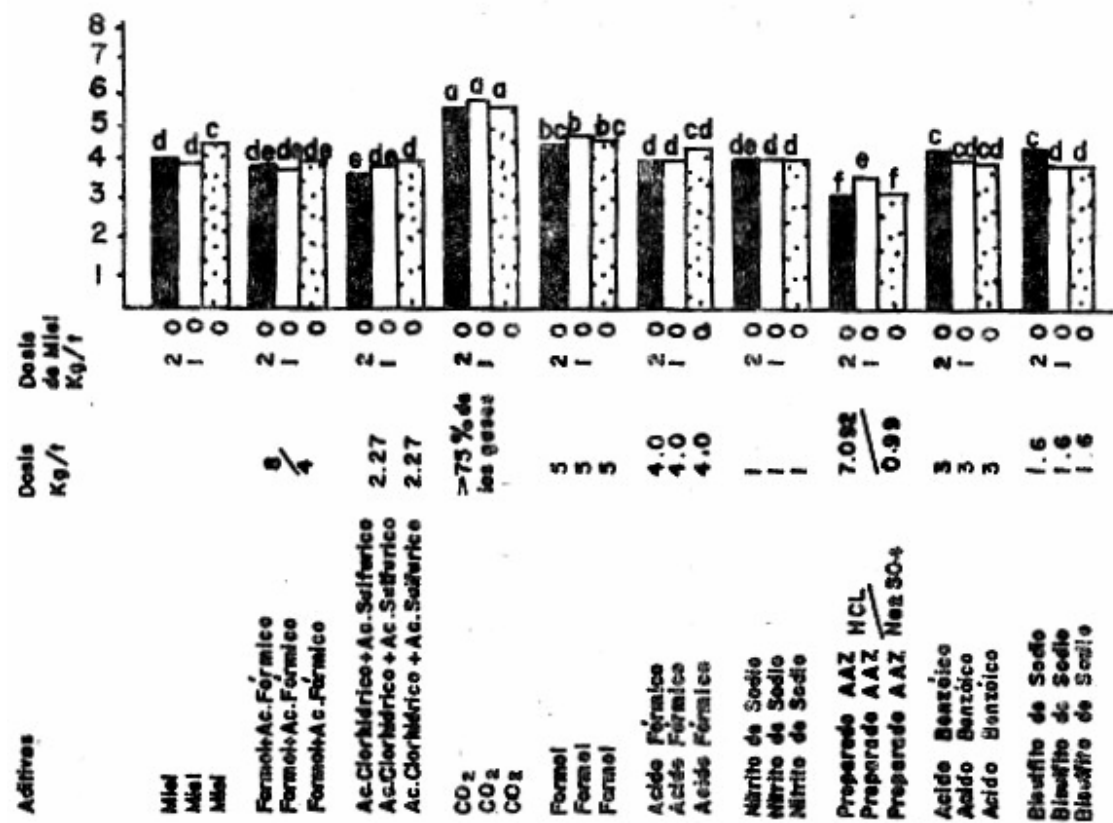


Fig. 4. pH de los ensilajes de bermuda cruzada-1 conservados con aditivos.

Es de señalar que tanto el ácido fórmico como el formol individualmente no fueron capaces de controlar estas fermentaciones, lo que indica no sólo la complejidad del proceso de conservación, sino también la necesidad de complementación de las acciones de ambos conservantes.

La miel final mejoró la acción de los aditivos, remarcándose dos aspectos importantes: por una parte que existieron déficit de carbohidratos solubles en el pasto para su conservación y por otra, que la respuesta de los aditivos a esta fuente de azúcares es característica a cada uno de ellos en particular, lo cual debe estar unido a la flora bacteriana que inhiba o permita desarrollar.

Esta apreciación se ve reafirmada por el hecho de que los por cientos de materia seca que presentaron los ensilajes estuvieron dentro del rango óptimo de este parámetro, de acuerdo a lo reportado por Murdoch (1966) para que las fermentaciones se desenvuelvan adecuadamente.

El nitrito de sodio, por su propiedad de inhibidor temporal de las bacterias clostrídicas (Wieringa, 1966), permitió el desarrollo eficiente de una fermentación láctica con un buen aprovechamiento de los carbohidratos solubles suministrados con solamente 1% de miel final; sin embargo, el ácido fórmico y el formol necesitaron que se le duplicaran las dosis para obtener el mismo efecto,

El bisulfito de sodio no presentó un control efectivo sobre las fermentaciones butíricas, pero sí estimuló las fermentaciones lácticas, aspecto que coincide con lo reportado por Owens, Meiske y Goodrich (1970) los cuales consideran que esta es la principal respuesta que promueve. Su comportamiento fue mejorando en la medida que se incrementaron los niveles de miel.

En el caso de los conservantes clasificados como acidificantes (el preparado AAZ y la mezcla $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$) la miel final sólo indujo reducciones parciales. Como sus acciones

se basan en la disminución brusca del pH en la masa ensilada y no en su toxicidad sobre las bacterias, los resultados obtenidos, nos hacen suponer que las concentraciones utilizadas no fueron lo suficientemente altas como para realizar un control efectivo en la microflora, en los primeros días de la conservación, permitiendo la proliferación de las bacterias clostrídicas y con ello la aparición de las fermentaciones debieron dirigirse hacia patrones favorables, si tenemos en cuenta que los pH finales alcanzados fueron, en todos los casos, adecuados para estabilizar los ensilajes.

La mala conservación encontrada en la bermuda cruzada-1, cuando se utilizó CO_2 , reafirma que los otros factores, aparte de la presencia de O_2 en la masa ensilada, se deben tener en cuenta, no presentando este conservante potencial alguno para su utilización.

La disminución en el nitrógeno total de los ensilajes confeccionados con ácido fórmico, el formol y las mezclas de ambos como reflejo de la pérdida de compuestos nitrogenados gaseosos, son atribuibles a que estos conservantes producen los llamados "ensilajes pocos fermentados" (Woolford, 1975) retardando la producción de ácidos orgánicos en los primeros días de la conservación fundamentalmente NH_3 (Wilkins, 1972).

En este experimento no se encontraron los beneficios que sobre la proteólisis ejercen los conservantes químicos, resultando en todos los casos superiores al 11%, considerado como óptimo en los ensilajes (Carpintero, Holding y McDonald, 1969).

El hecho de que aún en aquellos ensilajes donde no se detectó la presencia de ácido butírico, nos hace suponer que la acción de las enzimas proteolíticas fue intensa. Factores tales como la capacidad buferante del pasto, la velocidad de caída del pH hasta valores inferiores a 4,3 debieron incidir en estos resultados, sobre todo cuando el pH final alcanzado por los ensilajes estuvo alrededor de 4.

A la luz de los resultados obtenidos, realizando una evaluación integral de los parámetros estudiados, podemos concluir que el ácido benzoico, la mezcla formol + ácido fórmico y el nitrito de sodio, en las dosis estudiadas, son los conservantes con mejores perspectivas, presentando potenciales de utilización el ácido fórmico y el formol.

Otros estudios serán realizados, principalmente con carneros y vacas lecheras, para determinar como se traducen los incrementos en la calidad de los ensilajes, en aumentos en el valor nutritivo de los mismos y en la producción animal.

SUMMARY

Studies on the silage fermentation in silo of laboratory with 200 g capacity were made with chemical additives. The effectiveness of the additives as an aid to the preservation of coastcross bermuda grass was tested alone or combined with one or two percent of added molasses. In this experiment it was concluded that benzoic acid and the mixture of formic acid plus formol were the best in the control of butyric fermentation. In all treatments the contents of NH_3 as percent of total N was high. The pH value wasn't an appropriate measure to determinate the quality of the silage. The benzoic acid the mixture of formol plus formic acid and sodium nitrite showed good potential of utilization because it increases quality of silages.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las compañeras Isabel Jácome, Guadalupe Pérez y Marisol Ramírez por la ejecución de los análisis químicos de este experimento; al ingeniero José Martínez Expósito por su esmero y dedicación en la evaluación biométrica del mismo.

REFERENCIAS

- Carpintero, M.C.; Holding, A.J. & Mc Donald, P. 1969. **J. Sci. Food Agric.** 20:677
- Domínguez, G.H. & Elías, A. 1979. Resúmenes II Reunión ACPA. La Habana, Cuba
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. **Biometrics.** 11:1
- Murdoch, J.C. 1966. Grass silage out agric. 5:17
- Ojeda, F.; Fernández, R. & Cañizares, F. 1980. **Pastos y Forrajes.** Revista de la EEPF 'Indio Hatuey'. Matanzas, Cuba. 3:481
- Ojeda, F. & Varfolomiev, G. 1982. **Pastos y Forrajes.** Revista de la EEPF 'Indio Hatuey', Matanzas, Cuba. 5:359
- Ojeda, F. & Varfolomiev, G. 1983. **Pastos y Forrajes.** Revista de la EEPF 'Indio Hatuey'. Matanzas, Cuba. 6:117
- Owens, F.; Meiske, G.C. & Goodrich, R.D. 1970. **J. of Anim. Sci.** 30:210
- Remy, V.A.; Cáceres, O.; García-Trujillo, R. & Esperance, M. 1979. **Pastos y Forrajes.** Revista de la EEPF 'Indio Hatuey'. Matanzas, Cuba. 3:1
- Ríos, C. 1979. Resúmenes II Reunión ACPA. La Habana, Cuba. Pág. 202
- Wieringa, G.M. 1966. Xth Int. Grassland Congress. Section 2, pp. 191
- Wilkins, R.J. 1972. Conservación de forrajes. Ed. Acribia. Zaragoza, España
- Woolford, M.D. 1975. **J. of Sci. of food and agric.** 26:229
- Woolford, M.K. 1978. **J. of Brit. Grassld. Soc.** 33:131