

EFECTO DE LA EDAD Y LA FERTILIZACIÓN SOBRE LA CALIDAD FERMENTATIVA DE LOS ENSILAJES TROPICALES. I. HIERBA DE GUINEA CV. LIKONI

F. Ojeda, D. Días e Isabel Jácome

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

Para estudiar la influencia que ejercen la edad y la fertilización sobre la calidad fermentativa se desarrollaron investigaciones con hierba de guinea cv. Likoni según las variantes siguientes: 8 semanas con 50, 60, 70 y 80 kg N/ha/corte y 10 semanas con 60, 70, 80 y 90 kg N/ha/corte. Las unidades experimentales fueron microsilos de 400 g de capacidad, con tres réplicas por tratamiento y tiempo de apertura a los 60 días. Los resultados fueron analizados mediante modelos matemáticos polinomiales. Los niveles crecientes de N indujeron mayores por cientos de PB con independencia de la edad, no así en los indicadores fermentativos, donde los tratamientos con 8 semanas presentaron los menores pH, concentraciones de AGV y por cientos de $N-NH_3/N_t$ y mostraron un rango óptimo entre los 60 y 70 kg N/ha/corte. En esta investigación se sugiere realizar evaluaciones similares con otros forrajes tropicales, con el objetivo de corroborar si los comportamientos aquí hallados se mantienen.

Palabras clave: *Edad, fertilización nitrogenada, calidad fermentativa*

Influence of age and fertilization upon fermentative quality was studied on guineagrass cv. Likoni after 8 weeks using 50, 60, 70 and 80 kg N/ha/cut and after 10 weeks using 60, 70, 80 and 90 kg N/ha/ cut. Microsilos of 400 g capacity with three replications per treatment and 60 days for opening time were the experimental units. Mathematical polynomial models were used to analyze the results. Increasing N levels induced higher CP per cent independently of the age. On the contrary, fermentative indicators in those treatments of 8 weeks were found to have the lower pH, VFA concentrations and per cent of $N-NH_3/N_t$ with the optimum averages among 60 and 70 kg M/ha/cut. Similar studies are suggested on other tropical forages in order to confirm if the behaviours of this experiment are maintained.

Additional index words: *Age, nitrogen fertilization, fermentative quality*

Las incidencias que tiene la edad del forraje conservado sobre la calidad fermentativa de los ensilajes, han sido estudiadas por diferentes autores (Ojeda, Fernández y Cañizares, 1980; Domínguez y Hardy, 1981; Domínguez, Hardy y Ayala, 1982). Sin embargo, menos atención ha recibido la fertilización nitrogenada, pues en la mayoría de las investigaciones se ha mantenido como una variante prefijada adoptando las dosis recomendadas por la Dirección de Agrotecnia del Ministerio de la Agricultura para el manejo de las áreas de corte, entre 60 y 75 kg N/ha/corte (Anon, 1987).

Teniendo en cuenta que estos dos factores se conjugan, resulta interesante desarrollar evaluaciones que permitan dilucidar cómo ellos pueden interactuar sobre la conservación de los forrajes tropicales. La presente investigación fue diseñada para responder en parte a estas interrogantes, sin pretender abarcar todo el problema, debido a la complejidad del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensilajes utilizados en esta investigación fueron confeccionados con hierba de guinea cv. Likoni (*Panicum maximum* cv. Likoni), según el siguiente procedimiento experimental.

En un área previamente establecida (no menos de un año) se realizaron las delimitaciones correspondientes para obtener parcelas de 2 500 m² (50 x 50 m). Seguidamente se efectuaron los cortes de homogeneización y la delimitación de las subparcelas (2 x 50 m) necesarias para los tratamientos previstos, dejando un espacio de 2 m entre cada una de ellas.

Las variantes estudiadas se resumen en la tabla 1.

Como fuente nitrogenada se empleó la urea, la cual fue esparcida de forma manual.

Tabla 1. Tratamientos evaluados.

Forraje	Edad (semana)	Fertilización (kg N/ha/corte)				
		50	60	70	80	
Hierba guinea	8					
cv. Likoni	10	60	70	80	90	

Las unidades experimentales 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, pH y N-NH₃/N_t (%), excepto los AGV, los cuales fueron determinados por cromatografía gaseosa (Jouany, 1981).

Cada tratamiento contó con tres réplicas, prefijándose el tiempo de apertura a los 60 días de conservación.

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

Para facilitar su comprensión, los resultados se exponen mediante los gráficos correspondientes a las ecuaciones obtenidas.

RESULTADOS

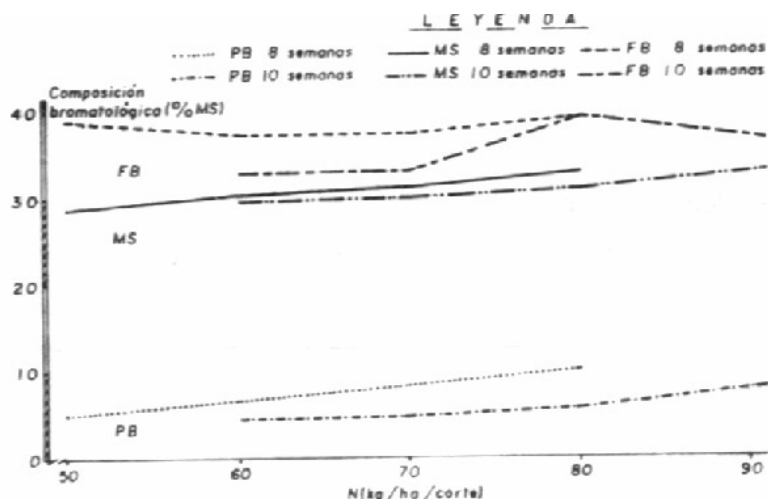
La composición bromatológica de los ensilajes de acuerdo con la edad y la fertilización, se expone en la figura 1. En ella se observa que la fertilización aumentó los contenidos de MS, PB y FB y el tratamiento de 8 semanas presentó los valores más elevados.

Los pH desarrollados por los ensilajes (fig. 2) mostraron comportamientos diferentes según la edad estudiada y los

niveles crecientes de nitrógeno empleados, al presentar una tendencia a disminuir cuando el forraje conservado fue de 8 semanas; mientras que con 10 semanas este indicador tendió a incrementarse.

En el caso del $N-NH_3/N_t$ (%) (fig. 3), los valores hallados en todos los trata-

mientos resultaron bajos (menores de 7%), y los ensilajes de 8 semanas manifestaron los mejores comportamientos. A su vez, con independencia de la edad evaluada, cuando la fertilización aumentó también lo hicieron dichos valores.



8 semanas

$$MS = 22,5 + 1,2 \times 10^{-1} X \pm 1,2 \pm 1,5 \times 10^{-2} \quad R^2 = 0,87$$

$$PB = -2,6 + 1,5 \times 10^{-1} X \pm 0,5 \pm 8,2 \times 10^{-3} \quad R^2 = 0,98$$

$$FB = 71,2 - 1,1 X + 8,2 \times 10^{-3} X^2 \pm 12,4 \pm 0,1 \pm 9,0 \times 10^{-4} \quad R^2 = 0,89$$

10 semanas

$$MS = 38,8 - 3,4 \times 10^{-1} X + 3,0 \times 10^{-3} X^2 \pm 5,7 \pm 3,1 \times 10^{-2} \pm 2,1 \times 10^{-3} \quad R^2 = 0,81$$

$$PB = 25,9 - 6,7 \times 10^{-1} X + 5,2 \times 10^{-3} X^2 \pm 1,7 \pm 8,2 \times 10^{-2} \pm 5,0 \times 10^{-4} \quad R^2 = 0,99$$

$$FB = 100,9 - 1,7 X + 1,2 \times 10^{-2} X^2 \pm 40,2 \pm 0,3 \pm 2,0 \times 10^{-3} \quad R^2 = 0,83$$

X = Fertilización nitrogenada (kg/ha/corte)

Fig. 1. Composición bromatológica de los ensilajes.

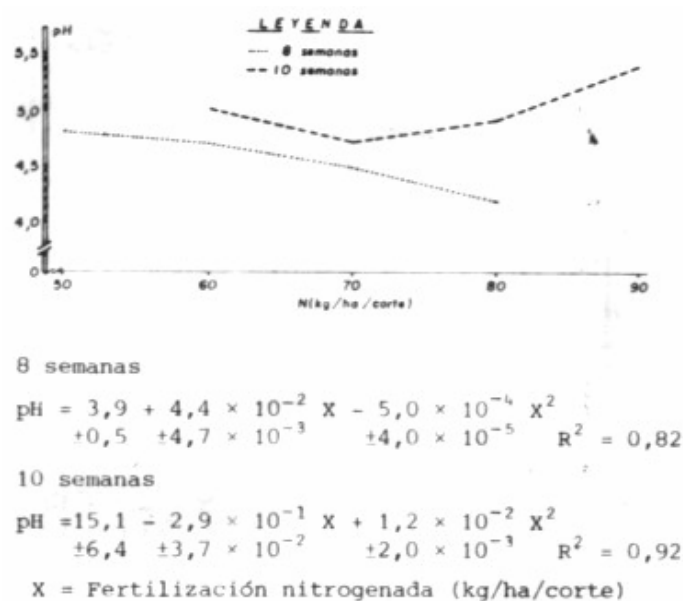


Fig. 2. Variaciones del pH según la edad y el nivel de fertilización nitrogenada.

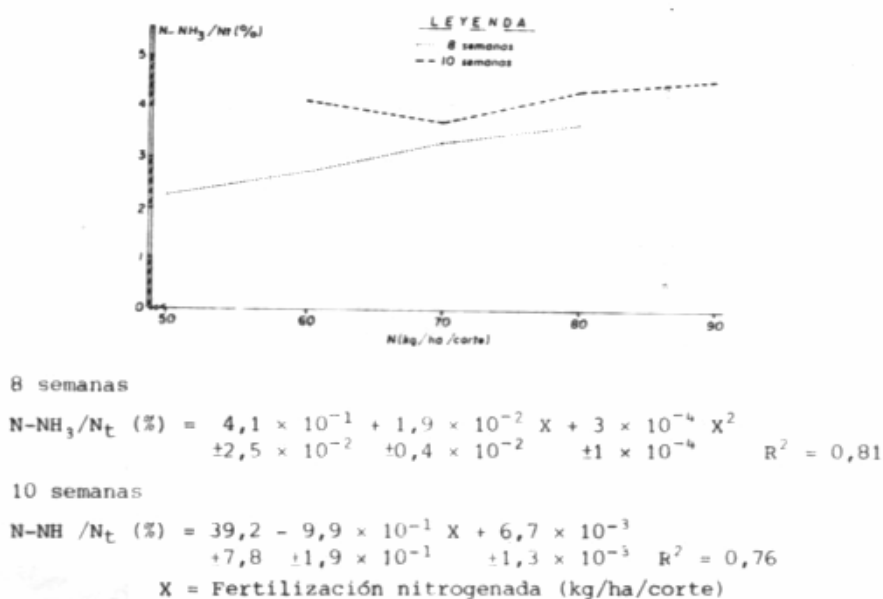


Fig. 3. Por ciento de N-NH₃/N_t en los ensilajes

La edad de cosecha del forraje influyó más sobre la presencia de ácido acético (fig. 4) que la cantidad de nitrógeno aplicado, pues los tratamientos con 10 semanas de edad presentaron siempre mayores concentraciones que los

confeccionados a las 8 semanas, con tendencia a disminuir en la medida que las cantidades de nitrógeno aplicadas fueron mayores.

Al analizar el comportamiento del ácido propiónico (fig. 5), existieron

incrementos del mismo en ambas edades con la fertilización, aunque la presencia de este indicador resultó más importante cuando el forraje fue cosechado a las 10 semanas. En igual

sentido se manifestó el ácido isobutírico (fig. 6), solo que en este caso fue la edad de 8 semanas la que presentó los tenores mayores.

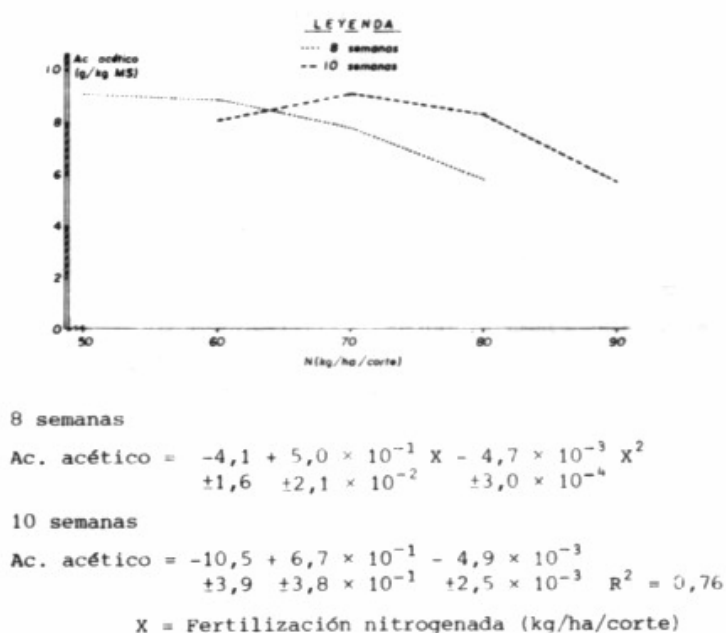


Fig. 4. Concentraciones de ácido acético.

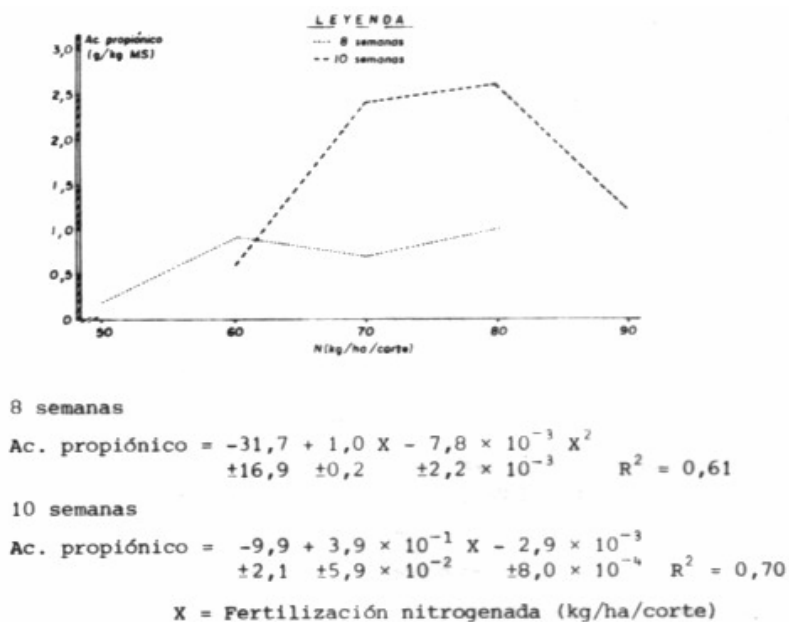


Fig. 5. Concentraciones de ácido propiónico.

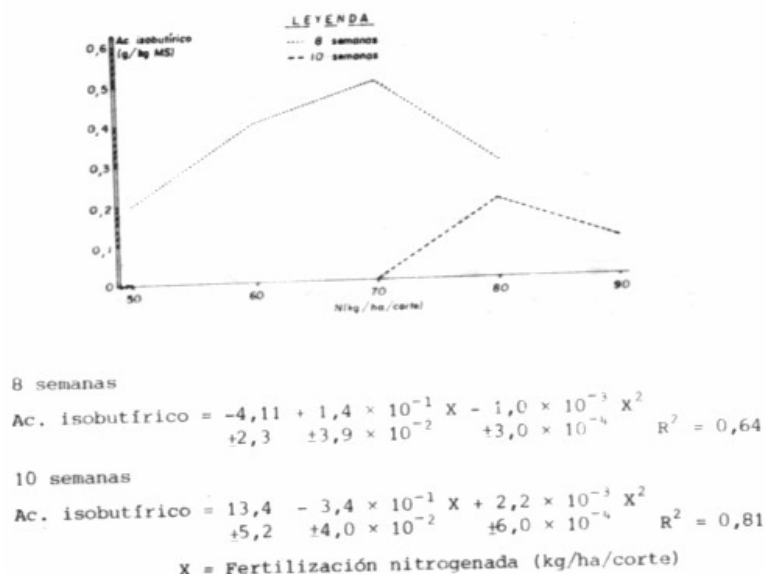


Fig. 6. Concentraciones de ácido isobutírico.

El ácido butírico (fig. 7) alcanzó concentraciones altas en todos los tratamientos, si bien mostró la particularidad de disminuir con la fertilización, cuando el forraje conservado tenía 8 semanas y de aumentar en los ensilajes de la otra edad.

Las menores concentraciones de ácido isovalérico se obtuvieron en los ensilajes de 8 semanas (fig. 8); este mostró una tendencia a no estar presente en el intervalo de 60-70 kg N/ha/Corte y fue detectado nuevamente cuando la fertilización alcanzó 80 kg N/ha/corte. Ello contrasta con los resultados hallados con la otra edad evaluada, donde en la misma medida que se incrementó la fertilización, sus valores también aumentaron.

La presencia del ácido valérico (fig. 9) estuvo influenciada tanto por la edad como por las cantidades de nitrógeno empleadas, ya que inicialmente disminuyó para la menor edad hasta los 70 kg N/ha/corte, para luego ascender; mientras que en los ensilajes de la mayor edad, sus concentraciones aumentaron

en la misma medida que fue más elevada la fertilización empleada.

DISCUSIÓN

Las investigaciones desarrolladas por Xandé, García-Trujillo y Cáceres (1985) han demostrado que la composición bromatológica de los forrajes, excepto la proteína bruta, está más influenciada por la especie de pasto que por la edad y el nivel de fertilización, aspectos también corroborados en este trabajo, donde quedó demostrado que la forma mejor de incrementar los contenidos de MS en los forrajes no es mediante el corte tardío. Por otra parte, se pudo apreciar que a iguales cantidades de N aplicado los valores de PB fueron menores en los tratamientos con mayor edad, lo cual no beneficia el aprovechamiento óptimo de la fertilización desde el punto de vista nutricional.

Llama la atención que la FB de los ensilajes no presentara grandes diferencias entre las edades, cuando se debían esperar valores superiores en la misma

medida que ella aumentara. Sin embargo, no se puede perder de vista la participación activa o pasiva de los componentes estructurales durante el proceso de conservación y las modifica-

caciones que ocurren en los por cientos originales por hidrolización, lo que pudiera explicar en cierta medida esta anomalía.

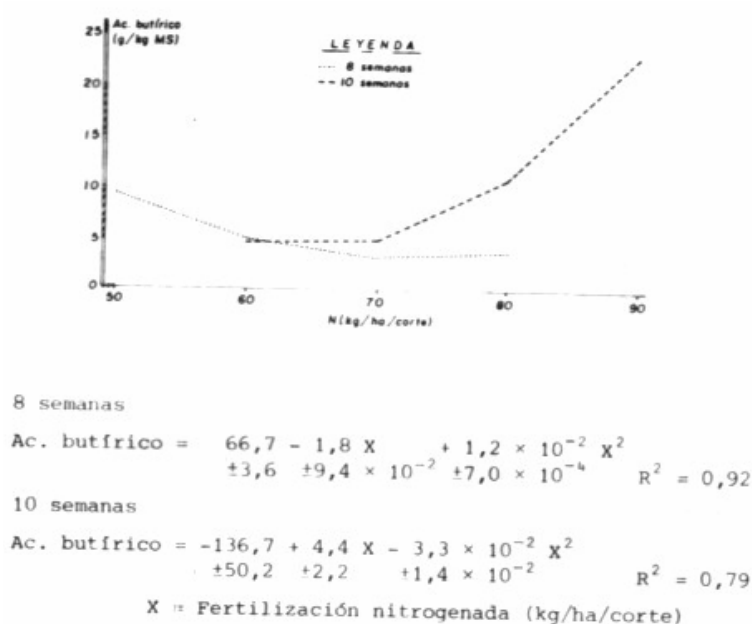


Fig. 7. Concentraciones de ácido butírico.

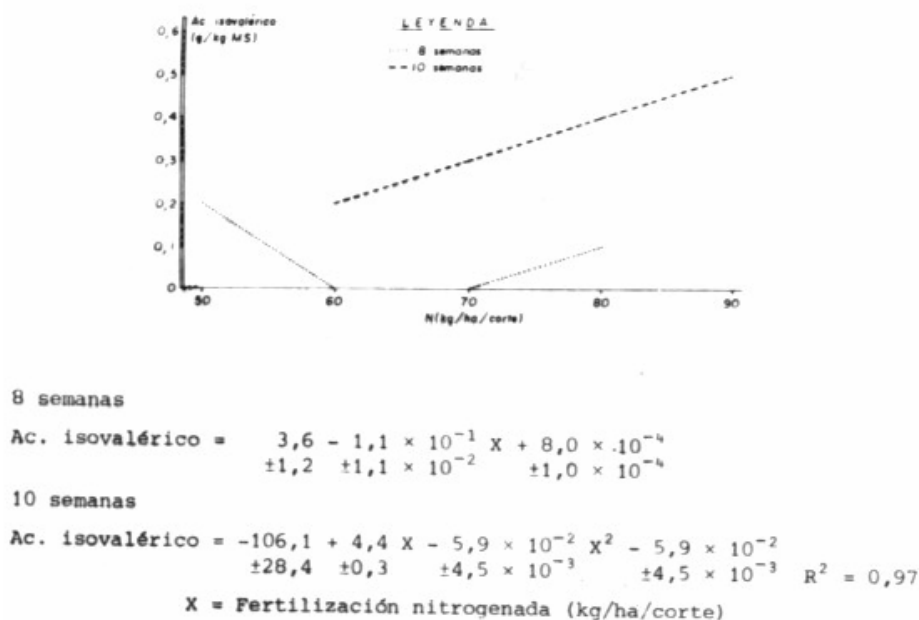


Fig. 8. Concentraciones de ácido isovalérico.

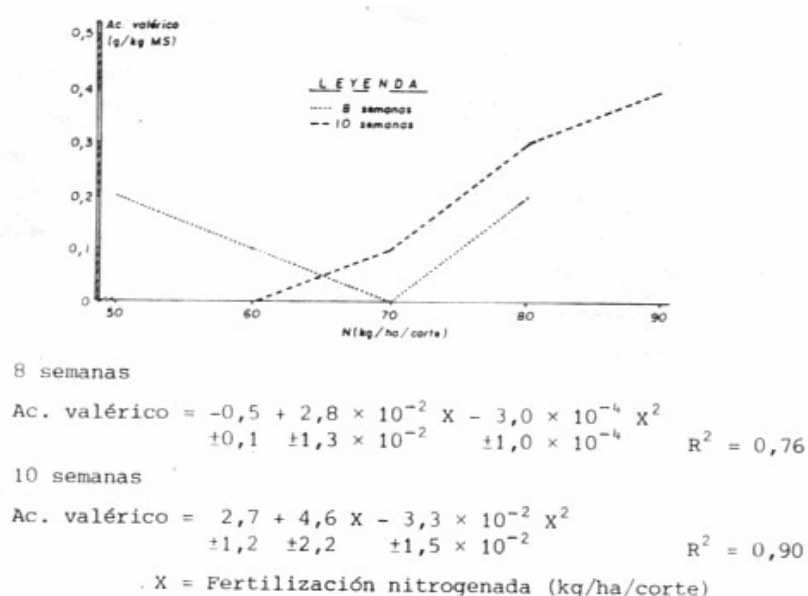


Fig. 9. Concentraciones de ácido valérico.

En el comportamiento de los pH primó tanto la edad como la fertilización. Con el incremento de la fertilización aumentan los compuestos nitrogenados intracelulares en la planta, los cuales al ser metabolizados por las bacterias, inducen una resistencia poco favorable hacia el aumento de la acidez del medio (Wilson y Flynn, 1979).

Ello fue constatado al ensilar los forrajes a las 10 semanas de rebrote, pero resultó lo inverso para la edad de 8 semanas. Si se tiene en consideración que McDonald (1981) señala increpitos en la capacidad amortiguadora en la misma medida que aumentan los niveles de fertilización nitrogenada, a la luz de los resultados obtenidos en esta investigación es posible pensar que existen respuestas diferentes según la edad de cosecha, correspondiéndole al menor tiempo de rebrote la mayor afectación.

Si bien esta hipótesis requiere ser demostrada, es necesario tener en cuenta que los aumentos en la capacidad amortiguadora no se realizaron por aumentos en las decarboxilaciones de los aminoácidos y péptidos, sino a través de otros compuestos presentes en la planta (Playne y McDonald, 1966), ya que a la edad de 8 semanas los porcentajes de $\text{N-NH}_3/\text{N}_t$ resultaron los más bajos.

Diferentes autores han estudiado las interacciones que existen entre los ácidos orgánicos formados durante la conservación, como reflejo del proceso microbiológico transcurrido (Gouet, Girardeau y Rieu, 1979; Vanbelle, Bertin y Helling, 1985).

En un proceso fermentativo excelente, las concentraciones de ácido acético están por debajo de 25 g/kg MS, el $\text{N-NH}_3/\text{N}_t$ no sobrepasa el 7% y no se detectan otros ácidos como el propiónico,

isobutírico, butírico, isovalérico y valérico (Dulphy y Demarquilly, 1981).

Un análisis global de los resultados hallados en esta investigación, permite afirmar que en la misma no siempre se alcanzaron los valores óptimos deseados, principalmente en los ácidos carbonados superiores a C_2 , donde tanto la edad como la fertilización determinaron en las concentraciones encontradas, aunque el primer factor debe considerarse como el más determinante.

Estudios anteriores (Ojeda, Fernández y Cañizares, 1980) han demostrado la importancia de la edad sobre la calidad fermentativa de la hierba de guinea cv. Likoni, pues se ha encontrado que mientras mayor es la edad de conservación en este forraje, resulta más difícil producir un ensilaje adecuadamente conservado.

En igual sentido se manifestaron los resultados hallados en esta investigación, al aventajar los ensilajes confeccionados a las 8 semanas de edad en casi todos los indicadores, medidos, a los otros realizados con 10 semanas.

Herrera y Ramos (1977) señalaron que contrariamente a lo que ocurre en los pastos templados, la fertilización nitrogenada induce incrementos en la concentración de CHS en el caso de los forrajes tropicales.

Esta particularidad pudiera explicar por qué la fertilización favoreció menores concentraciones de los ácidos orgánicos en el rango de 60-70 kg N/ha/corte pues es conocida la vinculación que existe entre la eficacia de las fermentaciones y la presencia de esta fuente energética por excelencia para las bacterias

(McDonald, 1981). No obstante, quedan por determinar las causas por las cuales el ácido isobutírico aumentó.

Siguiendo esta línea de razonamiento, es posible intuir que cuando la hierba de guinea cv. Likoni es cosechada a las 10 semanas y la fertilización sobrepasa los 60 kg N/ha/corte, entonces se produce un fenómeno inverso al anteriormente descrito.

Los estudios, efectuados con forrajes señalan que al aumentar la edad los aportes de nutrientes, a igual nivel de consumo, son menores (Cáceres y Santana, 1988); mientras que la fertilización los aumenta (Cáceres, Santana y Delgado, 1989). Entre estos comportamientos, aparentemente antagónicos, se sitúan los intereses de la conservación. Catchpole (1968) señaló que existen diferentes comportamientos en la ensilabilidad de los forrajes tropicales por la edad y la fertilización, pero que también se producen variaciones por efecto del período en el cual se confeccionan los ensilajes dentro de la época de lluvia, interrogante que debe ser tomada en cuenta en futuras investigaciones.

Los resultados aquí encontrados demuestran que las altas fertilizaciones perjudican la calidad fermentativa, si bien es interesante constatar que ello no ocurre por degradaciones en los compuestos nitrogenados, sino que de acuerdo con los porcentajes de $N-NH_3/N_t$ encontrados, la vía de formación principal del ácido butírico debe ser a través de las bacterias clostrídicas sacarolíticas, es decir, a partir del ácido láctico previamente formado (Gouet, 1979).

Luis y Ramírez (1988) detectaron este mismo comportamiento en estudios realizados con ensilajes de CRA-265, considerando que el déficit de CHS fue causa de la poca estabilidad de la flora ácido láctica, la cual disminuyó de manera considerable después de los 60 días de conservación.

De acuerdo con los resultados, todo indica que las mejores opciones se encuentran cuando la hierba de guinea cv. Likoni es conservada a las 8 semanas, con fertilizaciones entre 60-70 kg N/ha/corte. No obstante, es conveniente continuar efectuando investigaciones con el objetivo de determinar si estos factores mantienen las mismas tendencias frente a otros forrajes tropicales.

REFERENCIAS

- ANON. 1987. Tecnología de labores agrotécnicas para pastos y forrajes. Dpto. de Pastos y Forrajes. Ministerio de la Agricultura. La Habana
- CÁCERES, O. & SANTANA, H. 1988. **Pastos y Forrajes**. 11:183
- CÁCERES, O.; SANTANA, H. & DELGADO, R. 1989. **Pastos y Forrajes**. 12:189
- CATCHPOOLE, V.R. 1968. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 8:569
- DOMÍNGUEZ, G.H. & HARDY, CLARA. 1981. **Rev. cubana Cienc. agric.** 13:327
- DOMÍNGUEZ, G.H.; HARDY, CLARA & AYALA, J.R. 1982. **Rev. cubana Cienc. agric.** 16:89
- DULPHY, J.P. & DEMARQUILLY, C. 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. En: Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants. INRA, Francia. p.81
- GOUET, Ph. 1979. Les bacteries des ensilages. In: La conservation des ensilages. Journée CAAA. INA-París Grignon. p. 18
- GOUET, Ph.; GIRARDEAU, J.P. & RIEU, Y. 1979. **CRZV Theix. Bull. Tech.** 36:25
- HERRERA, R. & RAMOS, N. 1977. The effect of nitrogen fertilization and age of regrowth on the chemical composition of coast cross No. 1 Bermuda grass (*Cynodon dactylon*). Proc. XIII Int. Grassl. Cong., Leipzig. p. 999
- JOUANY, J.P. 1981. **CRZV Theix. Bull. Tech.** 46:63
- LUIS, LISSETTE & RAMÍREZ, MARISOL. 1988. **Pastos y Forrajes**. 11:88
- McDONALD, P. 1981. The biochemistry of silage. John Wiley and Sons, London
- PLAYNE, M.J. & McDONALD, P. 1966. **J. Sci. Fd. Agric.** 17:264
- OJEDA, F. 1986. Estudio de los aditivos químicos para la conservación como ensilaje de cuatro gramíneas tropicales. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr.C. ISCAH, La Habana
- OJEDA, F.; FERNANDEZ, R. & CAÑIZARES, F. 1980. **Pastos y Forrajes**. 3:481
- STAT-ITCF. 1988. Institut Technique des Cereales et des Fourrages. INRA, Francia

VANBELLE, M.; BERTIN, G. & HELLING, Ph.
1985. Microbiologie-Aliments-Nutrition.
3:1
WILSON, R.X. & FLYNN, A.V. 1979. *Irish
Journal of Agricultural Research*.
18:13

XANDÉ, A.; GARCÍA, R. & CÁCERES, O.
1985. Tableaux de la valeur alimentaire
des fourrages tropicaux de la zone
Caraïbe. INRA, Antilles-Guyane

Recibido el 21 de diciembre de 1991