

# COMPUESTOS NITROGENADOS EN ENSILAJES DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA*

## Nitrogenous compounds in silages of *Leucaena leucocephala*

M. Bentacourt de Flores<sup>1</sup>, T. Clavero<sup>2</sup> y R. Razz<sup>2</sup>

### RESUMEN

Para evaluar el efecto de conservantes en los compuestos nitrogenados en el ensilaje de *Leucaena leucocephala*, se desarrolló un estudio en condiciones de Bosque muy seco tropical. Se estudiaron la interacción que ejercen diferentes dosis de melaza (0, 2,5 y 5%) y ácido fórmico (0, 0,25 y 0,5%) así como la dinámica fermentativa. Las unidades experimentales fueron microsilos de 1 kg de capacidad y 62 días de conservación. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial. La dinámica fermentativa mostró una tendencia a disminuir los niveles de NT, NNP, NH<sub>3</sub> y NFND/NT hasta alcanzar los valores mínimos a los 62 días. El NP-NT y NS mostraron un incremento sostenido hasta alcanzar sus máximos valores a los 62 días. El uso de conservantes (melaza y ácido fórmico) incrementó significativamente el contenido de NP-NT, NS y la calidad fermentativa al disminuir los niveles de NH<sub>3</sub> y NFND/NT. El balance nitrogenado fue positivo en todos los tratamientos con conservantes. De acuerdo a los resultados de este estudio se puede concluir que la *Leucaena* requiere de conservantes para minimizar la degradación de los compuestos nitrogenados durante el proceso de ensilaje.

**Palabras clave:** Ensilaje, *Leucaena leucocephala*, compuestos nitrogenados.

### ABSTRACT

In order to evaluate the nitrogenous compounds in silages of *Leucaena leucocephala* an experiment was conducted in a very dry tropical forest. The interaction of molasses (0, 2.5 and 5%) with formic acid (0, 0.25 and 0.5%) and fermentative dynamics were evaluated. The experimental units were microsilos of 1 kg capacity and 62 days of conservation. The experimental design was a completely random with factorial arrangement. The fermentative dynamics showed a tendency to decrease the levels of NT, NNP, NH<sub>3</sub>, NFND/NT reached the lowest level at 62 days. The highest values of NP-NT and NS were obtained at 62 days of fermentation. The use of preservatives (molasses and formic acid) increased significantly the levels of NP-NT, NS and improved the fermentative quality by decreasing levels of NH<sub>3</sub> and NFND/NT. Nitrogen balance was positive in all treatments with preservatives. According to these results, *Leucaena* requires preservatives in order to minimize degradation of nitrogenous compounds during silage processing.

**Key words:** Silage, *Leucaena leucocephala*, nitrogenous compounds.

### INTRODUCCIÓN

El uso directo más palpable de los árboles en la ganadería tropical, es sin duda la producción de forraje, cuya principal ventaja reside a menudo en los altos rendimientos de biomasa comestible y los elevados contenidos de proteína bruta y digestibilidad del follaje y de los frutos. Sin embargo, durante los períodos de máxima precipitación se producen excedentes de forraje en los árboles los cuales no son consumidos por los herbívoros debido a la alta palatabilidad de las gramíneas presentes en los potreros. Esto conlleva a desbalances en la calidad nutricional y al desaprovechamiento del potencial productivo de los árboles forrajeros [6]. Una alternativa pudiera ser la conservación del material verde no utilizado como heno y/o ensilaje de manera de garantizar la alimentación animal en la época menos lluviosa con forraje de alta calidad.

Debido al gran potencial para la alimentación de rumiantes de los recursos forrajeros arbóreos es necesario conocer las técnicas de conservación de este tipo de forrajes y los efectos que produce sobre cada uno de los indicadores nutritivos [9].

Hasta el presente se han efectuado pocos estudios sobre ensilabilidad de la *Leucaena leucocephala* por lo que se realizó el presente trabajo para estudiar la evolución de los compuestos nitrogenados del ensilaje de *Leucaena* y su dinámica por acción de diferentes dosis de conservantes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### *Descripción y ubicación del área experimental*

Este trabajo se realizó en el occidente de Venezuela (estado Zulia), en una zona clasificada como Bosque muy seco tropical, caracterizada por una precipitación promedio de 500 mm/año, con una temperatura promedio anual de 29 °C y humedad relativa de 75%. Con una altura sobre el nivel del mar de 30 m y pH del suelo de 5.6.

#### *Procedimiento de elaboración de los microsilos*

El forraje de *Leucaena* para este experimento se tomó de una plantación que tenía 4 años de establecida, con una densidad de 25000 plantas/ha la cual recibió un corte de homogeneización al inicio del período lluvioso.

A los 42 días de rebrote se procedió a recolectar de forma manual el forraje para su conservación. El forraje verde fue picado en una troceadora estacionaria en trozos de 2 cm. El material picado se mezcló con ácido fórmico y melaza de acuerdo a los tratamientos correspondientes.

En el experimento se evaluaron 9 tratamientos, los cuales resultaron de la combinación de tres niveles de ácido fórmico (0, 0,25 y 0,5%) y tres niveles de melaza (0, 2,5 y 5%).

Como unidades experimentales se utilizaron bolsas plásticas de 1 kg de capacidad. Los tiempos de apertura se prefijaron en 10, 41 y 62 días.

### **Variables de estudio**

Las variables evaluadas fueron el contenido de nitrógeno total (NT), nitrógeno proteico (NP), nitrógeno no proteico (NNP), nitrógeno soluble (NS), nitrógeno unido a la fibra (NFND y NFAD) por el método de Pichard y Van Soest [7] modificado. Y el nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3$ ) por el método de destilación de Micro-Kjeldahl [1].

### **Análisis estadístico**

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial 3x3x3. Los resultados fueron analizados utilizando el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) del paquete Statistical Analysis System [8] y comparaciones de medias por el método LSMEANS.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La dinámica de la fermentación del ensilaje de *Leucaena* se muestra en la TABLA I. En ella se aprecia una tendencia del NT, NNP,  $\text{NH}_3$  y NFND/NT a disminuir durante todo el período de tiempo medido, hasta alcanzar valores mínimos a los 62 días. El NFAD-NT presentó un comportamiento variable con notables incrementos al final del período de evaluación. El NP-NT y el NS mostraron un incremento sostenido a partir de 10 días de conservación hasta sus máximos valores a los 62 días.

Al analizar los cambios experimentales por los compuestos nitrogenados del forraje de *Leucaena* durante el proceso de conservación, se puede apreciar que los mismos sufrieron transformación cualitativas que tienen implicaciones fermentativas y nutricionales.

Aunque en la dinámica fermentativa los contenidos de NT declinaron con relación al tiempo de conservación. Los valores de proteína cruda (NT x 6,15) exceden considerablemente el nivel de 8% establecido como deficiente para animales [2]. A su vez, la fracción de NNP y  $\text{NH}_3$  disminuyeron, presentando el último valores inferiores al 7% al final del período de evaluación, lo cual de acuerdo con Ojeda y col. [4] se encuentra en el rango óptimo.

A pesar que el NS incrementó en el tiempo, éste se encuentra en una forma de nitrógeno el cual no es amoniacal debido a que los mismos disminuyeron sus niveles. Posiblemente se encuentran en una forma de péptidos y aminoácidos. Asimismo, los niveles del NS no sobrepasaron el 50% del NT, lo cual de acuerdo a Ojeda y Díaz [5] corresponden a ensilajes de excelente calidad, lo que significa que la conservación se realizó adecuadamente. Esto supone que hubo

una inactivación rápida de las proteasas y la consecuente restricción en la solubilización de las proteínas durante la conservación.

Los niveles de nitrógeno considerado como insoluble (NFAD y NFND) son relativamente bajos. Un porcentaje de la fracción NFND-NT es degradado durante el proceso de conservación, liberando parte del nitrógeno asociado a la pared celular por acción microbiana y/o enzimática, principalmente glicoproteínas, componentes que están unidos covalentemente a las fibrillas de celulosa [2], promoviendo los niveles de NP/NT y el NS. Evidenciando en las condiciones de este ensayo que existió una evolución positiva permanente mostrando signos de estabilización, la cual se atribuye a una buena calidad fermentativa del ensilaje.

La TABLA II muestra el efecto de los conservantes sobre las fracciones nitrogenadas en el ensilaje de *Leucaena*. Con la incorporación de melaza y ácido fórmico se mejoró la calidad fermentativa del ensilaje al inducir en general valores significativamente más bajos de  $\text{NH}_3$  y NFND-NT. Asimismo, el uso de conservantes mejoró la retención del nitrógeno (NP, NP-NT) e incrementó ligeramente la solubilidad del mismo.

Tanto la melaza como el ácido fórmico tuvieron influencia en los resultados indicando en el forraje de *Leucaena* existen bajos niveles de carbohidratos solubles, imprescindibles para el desarrollo adecuado de la flora láctica. Ojeda *et al.* [3] concluyeron que al terminarse los carbohidratos solubles disponibles al inicio de la fermentación, los microorganismos lácticos detienen su desarrollo y permiten que comiencen las fermentaciones no lácticas, efecto que se atenúa con la adición de carbohidratos solubles o a través de la acidificación artificial mediante un conservante químico. También en este experimento se demostró el potencial como conservante del ácido fórmico, el cual disminuyó artificialmente el pH de la masa ensilada de *Leucaena*, la cual cuando es fermentada en forma natural no es capaz de producir una concentración hidrogeniónica lo suficientemente alta para lograr una adecuada estabilización microbiológica del ensilaje.

Así se tiene, que la presencia de  $\text{NH}_3$  en los ensilajes es el resultado de acciones microbianas mientras que, el NS es producto de una actividad enzimática [6]. Bajo esta hipótesis es posible llegar a la conclusión que la acidificación en los tratamientos evaluados se realizó durante un período de tiempo lo suficientemente rápido como para detener la actividad degradativa de las proteasas y evitar elevadas solubilizaciones de las proteínas, preservando mejor el NP y el NP/NT, lo cual constituye una de las principales ventajas de utilizar conservantes.

De los resultados de esta investigación se puede concluir que la inclusión de melaza y ácido fórmico mejora la calidad fermentativa del ensilaje de *Leucaena* así como la conservación y reordenamiento de los compuestos nitrogenados. En este sentido, para la elaboración de ensilajes de *Leucaena leucocephala* se recomienda utilizar melaza al 5% con niveles superiores a 0.25% de ácido fórmico.

## **AGRADECIMIENTO**

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de La Universidad del Zulia por el financiamiento de la investigación.

**TABLA I**  
**DINÁMICA DE LA FERMENTACIÓN**

Tiempo de conservación (días)	NT	NNP	NH <sub>3</sub>	NFND-NT (%)	NFAD-NT	NP-NT	NS
10	3.43 <sup>a</sup> ± 0.16	1.19 <sup>a</sup> ± 0.15	8.37 <sup>a</sup> ± 1.12	27.1 <sup>a</sup> ± 4.51	7.6 <sup>b</sup> ± 1.82	65.2 <sup>b</sup> ± 3.19	1.05 <sup>c</sup> ± 0.13
41	3.47 <sup>a</sup> ± 0.13	1.18 <sup>a</sup> ± 0.07	6.23 <sup>b</sup> ± 1.07	19.1 <sup>b</sup> ± 3.70	7.1 <sup>b</sup> ± 1.10	66.1 <sup>b</sup> ± 2.96	1.12 <sup>b</sup> ± 0.09
62	3.36 <sup>b</sup> ± 0.18	1.06 <sup>b</sup> ± 0.10	4.93 <sup>c</sup> ± 0.78	19.6 <sup>b</sup> ± 3.77	9.3 <sup>a</sup> ± 1.61	69.2 <sup>a</sup> ± 3.70	1.17 <sup>a</sup> ± 0.10

abc Medias con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes al nivel 5%

**TABLA II**  
**EFFECTOS DE LOS ADITIVOS SOBRE EL FRACCIONAMIENTO DEL N**

Aditivos Melaza-Ácido (%)	NP	NH <sub>3</sub>	NFND-NT (%)	NP-NT	NS
0	1.73 <sup>a</sup> ± 0.18	6.67 <sup>a</sup> ± 1.73	29.03 <sup>a</sup> ± 1.95	55.1 <sup>d</sup> ± 2.88	1.05 <sup>c</sup> ± 0.10
0	2.20 <sup>b</sup> ± 0.09	6.18 <sup>a</sup> ± 1.81	29.20 <sup>a</sup> ± 1.15	61.8 <sup>c</sup> ± 2.70	1.04 <sup>c</sup> ± 0.04
0	2.38 <sup>c</sup> ± 0.10	6.16 <sup>ab</sup> ± 1.12	30.27 <sup>a</sup> ± 1.82	68.6 <sup>a</sup> ± 2.52	0.99 <sup>c</sup> ± 0.02
2.5	2.22 <sup>b</sup> ± 0.16	5.80 <sup>b</sup> ± 1.72	28.38 <sup>a</sup> ± 1.60	64.5 <sup>b</sup> ± 2.16	1.16 <sup>b</sup> ± 0.08
2.5	2.39 <sup>a</sup> ± 0.08	5.55 <sup>b</sup> ± 1.65	27.20 <sup>b</sup> ± 1.25	68.7 <sup>a</sup> ± 2.25	1.15 <sup>b</sup> ± 0.11
2.5	2.34 <sup>a</sup> ± 0.04	5.41 <sup>b</sup> ± 1.04	27.61 <sup>b</sup> ± 1.18	70.5 <sup>a</sup> ± 2.83	1.17 <sup>b</sup> ± 0.09
5	2.39 <sup>a</sup> ± 0.08	5.12 <sup>c</sup> ± 1.14	26.40 <sup>b</sup> ± 1.15	70.0 <sup>a</sup> ± 2.34	1.19 <sup>a</sup> ± 0.09
5	2.30 <sup>ab</sup> ± 0.03	5.30 <sup>bc</sup> ± 1.15	24.80 <sup>c</sup> ± 1.27	66.9 <sup>b</sup> ± 2.04	1.21 <sup>a</sup> ± 0.10
5	2.37 <sup>a</sup> ± 0.04	5.09 <sup>c</sup> ± 1.18	23.81 <sup>c</sup> ± 1.24	66.5 <sup>b</sup> ± 1.85	1.22 <sup>a</sup> ± 0.08

abc Medidas con letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes al nivel del 5% de la prueba LSMEANS

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AOAC. **Official Methods of Analysis**. 4 ed. (Ed.) Associated of Official Agricultural Chemist. Washington D.C. 1984.
- [2] MIQUELENA, E.; FERRER, O.; CLAVERO, T. Efecto de tres frecuencias de corte y dos densidades de siembra sobre las fracciones nitrogenadas en hojas y tallos de *Gliricidia sepium*. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)**. 12:193-207. 1995.
- [3] OJEDA, F.; ESPERANCE, M.; LOU, L. Ensilajes de pastos tropicales. **Pastos y Forrajes**. 10:189-198. 1987.
- [4] OJEDA, F.; ESPERANCE, M.; DÍAZ, D. Mezclas de gramíneas y leguminosas para mejorar el valor nutritivo de los ensilajes tropicales. **Pastos y Forrajes**. 13:189-196. 1990.
- [5] OJEDA, F.; DÍAZ, D. Estudio de diferentes proporciones de sorgo y dolichos ensilados con y sin preservantes. **Pastos y Forrajes**. 15:77-87. 1992.
- [6] OJEDA, F.; MONTEJO, I. Conservación de la Morera (*Morus alba*) como ensilaje. Efecto sobre los compuestos nitrogenados. **Pastos y Forrajes**. 24:147-155. 2001.
- [7] PICHARD, D.; VAN SOEST, P. **Protein solubility of ruminant feeds**. Proc. Cornell Nutr. Conf. p. 91. Ithaca, 1977.
- [8] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS). **User's guide**. Raleigh, North Carolina. USA. pp. 215-220. 1985.
- [9] VALLEJO, M. Efecto del premarchitamiento y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 115. 1995.