

Capítulo XXXIII

Ensilabilidad de las arbóreas forrajeras tropicales

Tyrone Clavero Cepeda

Las tierras de pastoreo en Venezuela cubren más del 75% del espacio agrícola nacional. Este abundante capital ecológico define la importancia estratégica de los sistemas de producción con rumiantes y justifica todo el esfuerzo que este dirigido a mejorar la productividad y la eficiencia de utilización de los recursos involucrados.

El alimento básico para los rumiantes en el trópico son las gramíneas, aunque estas, presentan limitaciones nutricionales y estacionarias de producción, las que no les permiten cubrir los requerimientos que garanticen las funciones productivas de los animales. Este déficit forrajero, en cantidad y calidad, y en conjunto con los altos precios de los concentrados a base de cereales, conspiran contra el adecuado aprovechamiento de los potenciales productivos y con la rentabilidad de los sistemas. En igual sentido, la necesidad de incrementar la superficie de las explotaciones ganaderas en las zonas tropicales, ha llevado implícita, la ejecución de desforestaciones masivas, acción considerada una amenaza para el medio ambiente.

En la actualidad, la incorporación de plantas arbóreas y arbustivas en los sistemas tropicales de producción animal ha tomado auge, por razones bien importantes. Se devuelve la presencia de estas especies a las áreas de pastoreo, pero utilizando aquellas capaces de producir biomasa aprovechable y una elevada calidad nutricional en sus follajes, más aun, cuando para su empleo, se han desarrollado tecnologías que proporcionan una gran versatilidad al manejo agropecuario. Estas fuentes alimenticias han permitido mejorar los planos nutricionales de los rumiantes, en particular, cuando se emplean como suplemento de los pastos de baja calidad o como principal componente de la dieta durante el verano. Los árboles y arbustos forrajeros constituyen una solución ecológica viable, sin causar daños ambientales, socialmente aceptada y con beneficios económicos en corto tiempo, que garantizan una producción sustentable (Clavero, 2011).

En las zonas con sequías estacionales, una de las estrategias consideradas como factible, es usar el follaje de las plantas arbóreas. El manejo incluye la poda al final del periodo lluvioso, con la finalidad de mantener los árboles en fase vegetativa durante ese periodo del año, completado con la eliminación de las partes no comestibles por los animales y estimulación del crecimiento de los rebrotes (Hernández *et al.*, 2000).

Esta concepción presenta algunos detractores, porque añade una actividad adicional en los predios, que incrementa los costos de producción y que conlleva el desperdicio de una parte de la biomasa producida durante el periodo lluvioso. Una forma racional de su aprovechamiento puede ser, la conservación de estos excedentes, en forma de ensilaje. La inclusión de follaje de árboles y arbustos forrajeros con alto valor nutritivo, en los ensilajes de gramíneas, es reconocida como un procedimiento de conservación idóneo para producir un alimento con alta calidad y palatabilidad, capaz de promover mejores ganancias de peso y producción de leche.

El propósito de esta revisión es evaluar el comportamiento y la conveniencia de incluir los árboles forrajeros en los ensilajes, relacionar sus calidades fermentativas con sus potenciales para ser empleados en la alimentación animal y las metodologías para obtenerlos.

CONSIDERACIONES TECNOLÓGICAS

Presecado

El presecado es una de las formas establecidas para ejercer control sobre los procesos fermentativos que ocurren en la masa ensilada. El procedimiento consiste en cortar el forraje y permitir que se deshidrate en el campo, hasta que alcance un contenido de materia seca de aproximadamente 35%. En zonas semiáridas es posible lograr esta marchitez en un tiempo ideal de 3 a 5 horas, aunque en ocasiones cuando los forrajes son de tallos gruesos, como los del género *Pennisetum* puede demorar hasta 24 horas. En los ensilados confeccionados por esta tecnología, predomina el ácido láctico, a pesar de sus elevados pH, alrededor a 4,5, por las restricciones que ocurren en las fermentaciones como un todo. Ojeda *et al.* (2006a) señalan que esta tecnología elimina los efluentes y las pérdidas de materia seca por respiración, produciendo ensilajes palatables, de mayores concentraciones de azúcares y mejor estabilidad, debido a que se inhibe el crecimiento de las bacterias clostrídicas y de otros microorganismos perjudiciales.

Las evaluaciones de ensilajes con follaje arbóreo realizados por Kass & Rodríguez (1987) concluyeron que cuando se premarchita la *Gliricidia sepium*, a valores de 46,2% de MS, se obtiene un ensilaje de alta calidad nutricional, con 22,4% PB y 60,2% de DIVMS, alcanzando indicadores fermentativos adecuados, pH 5,1 y 0,3 g/MS% de los ácidos láctico y acético, respectivamente.

Investigaciones de Clavero & Razz (2008) compararon ensilajes de *Acacia mangium* confeccionados con forraje fresco o marchito, sin observar diferencias entre los valores de pH con 4,7 como promedio. Sin embargo, los confeccionados con material fresco, presentaron menores valores en materia seca y celulosa, con 3,5 y 4% menos, respectivamente) que los ensilajes marchitos. Estos últimos resultados se atribuyen a una mayor actividad celular durante los primeros estadios de la conservación, principalmente de las enzimas que degradan la celulosa. Asimismo, observaron que el contenido de PB, NH₃ y N-NH₃/NT decreció de manera significativa, en los ensilajes presecados (Cuadro 1). En el caso de la proteína se considera que es consecuencia, de la ruptura de la verdadera, durante el secado y/o el proceso de ensilaje.

Cuadro 1
Características fermentativas de ensilaje de *Acacia mangium*

Indicadores	Fresco	Deshidratado
pH	4,71	4,68
Materia Seca (%)	56,40	56,95
Nitrógeno Total (%)	1,79	1,58
NH ₃ (%)	0,17	0,13
N-NH ₃ /N _T (%)	10,70	8,60
Celulosa (%)	24,3	28,5

Fuente: Clavero & Razz (2008).

Las concentraciones de NH₃ y NH₃/NT fueron superiores en el ensilaje húmedo, 38 y 25,9% respectivamente, con respecto al ensilaje marchito. No obstante, en ambos procedimientos, los niveles de NH₃ fueron inferiores a 80-100 g/kg MS, manteniéndose dentro de los límites aceptados como adecuados para estimar que el proceso de fermentación se desarrolló de manera satisfactoria (Ojeda & Montejo, 2001).

Aditivos

Los aditivos son productos utilizados para incrementar el valor nutritivo de los forrajes o mejorar el proceso de conservación y están dirigidos a garantizar el predominio de las bacterias lácticas durante la fase de fermentación. Los aditivos se dividen en tres categorías: estimulantes de la fermentación, inhibidores y aportadores de sustratos o fuentes nutritivas.

Estimulantes de la fermentación. Los aditivos comerciales, que incluyen enzimas como inoculantes, tienen varias ventajas sobre otros aditivos como son: la seguridad en el uso, bajas dosis de aplicación y ausencia de residuos o daños ambientales. No obstante, resultan costosos o no son accesibles para los productores, representando una alternativa poco viable para la confección de ensilajes en el trópico.

Inhibidores de la fermentación. Agrupan principalmente a los ácidos orgánicos e inorgánicos. Tienen como función principal detener la respiración de la planta y con ello, favorecer la plasmólisis de las células mediante un cambio brusco de pH, con el fin de acortar la primera fase de la conservación y sus efectos nocivos. También inhiben la actividad de las bacterias entéricas y facilitan el desarrollo de las bacterias lácticas, por ser más resistentes a la acidez (Ojeda *et al.*, 2006a). Entre los más recomendados, se señalan los ácidos fórmico, acético y propiónico, los cuales ejercen una marcada influencia en la población microbiana, al inhibir su desarrollo en general. Como aspecto negativo, se les señalan sus características corrosivas, los costos y la dificultad de manipulación.

En una evaluación realizada por Betancourt *et al.* (2003) con *Leucaena leucocephala* usando dos niveles de ácido fórmico, 0, 0,25 y 0,50%, demostraron su potencial como conservante, al demostrar que induce disminuciones en el pH y en la temperatura con respecto al tratamiento que fermenta sin el empleo del aditivo (Cuadro 2).

Cuadro 2
Características fermentativas de ensilajes de *Leucaena leucocephala* con ácido fórmico

Indicadores	Porcentajes de ácido fórmico		
	0	0,25	0,50
pH	4,81	4,60	4,55
Temperatura (°C)	28,55	28,41	28,29
N-NH ₃ /N _T (%)	6,79	6,46	6,25
NS/NT (%)	31,86	30,92	30,75
NP (%)	2,11	2,30	2,37

Fuente: Betancourt *et al.* (2002, 2003).

La incorporación del ácido fórmico mejoró la calidad fermentativa del ensilaje al inducir valores significativamente más bajos en N-NH₃/NT (%), NS/NT (%) y mejorar la retención del NP, concluyendo que la acidificación del ensilaje fue lo suficientemente rápida como para detener la actividad de las proteasas y evitar elevadas solubilizaciones de las proteínas, preservando mejor el NP, y en consecuencia, una mejor calidad fermentativa en el ensilaje.

Aportadores de sustratos o fuentes nutritivas. La mayoría de estos conservantes están asociados a la incorporación directa o indirecta de fuentes de carbohidratos en los ensilajes, con la finalidad de facilitar un desarrollo vigoroso de las bacterias lácticas (Ojeda *et al.*, 2006b). La melaza de caña de azúcar ha sido la más utilizada y se agrega para compensar el bajo contenido de azúcares de los forrajes de arbóreas y promover un desarrollo adecuado de las bacterias generadoras de ácido láctico.

De la Fuente (1990) señala que conforme aumentan los niveles de melaza en los ensilajes de *Gliricidia sepium*, el contenido de proteína cruda tiende a declinar pero se incrementa la DIVMS. También observó una reducción en la concentración del ion amonio, al agregar 2% de melaza al follaje en el momento de su confección.

En Cuba, Ojeda & Montejo (2001) al evaluar la calidad fermentativa de los ensilajes de morera con diferentes conservantes, encontraron que al aumentar los niveles de melaza de 2 a 6%, se propiciaron mayores contenidos de materia seca, proteína bruta soluble en relación a la proteína bruta y disminución del nitrógeno amoniacal en relación al nitrógeno total.

Clavero & Razz (2008a,b) estudiaron los cambios de fermentación y componentes nitrogenados en ensilajes de *Albizia lebeck* y *A. mangium*, utilizando melaza como aditivo; concluyeron que ambas especies tienen la misma tendencia en cuanto a la dinámica inicial de fermentación con relación a los ácidos grasos volátiles (Cuadro 3). Los contenidos de los ácidos láctico y acético incrementaron de manera significativa desde el primer día de conservación, alcanzando los máximos valores de ácido acético, en ambas arbóreas, al séptimo día, para disminuir aunque sin impacto significativo hacia el final del periodo de evaluación. Los ácidos propiónico y butírico no fueron detectados o se presentaron en cantidades insignificantes durante el periodo de evaluación.

Cuadro 3
Dinámica fermentativa y evolución de los componentes nitrogenados
en ensilajes de *Albizia lebbek* y *Acacia mangium*

Indicadores	Tiempo de Conservación (días)											
	0,5		3		5		7		14		30	
	Al*	Am	Al	Am	Al	Am	Al	Am	Al	Am	Al	Am
Ácido láctico (g/kg MS)	2,99	2,75	5,18	5,05	7,46	7,36	8,19	8,07	8,02	7,99	8,11	8,03
Ácido acético (g/kg MS)	0,58	0,57	1,01	0,96	1,56	1,55	1,63	1,57	1,56	1,61	1,53	1,62
Ác. propiónico (g/kg MS)	0,10	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07
Ácido butírico (g/kg MS)	0,016	0,015	0,013	0,014	0,016	0,015	0,010	0,012	0,015	0,012	0,013	0,011
N. Amoniacal (%)	0,06	0,08	0,08	0,09	0,07	0,08	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06
N. Total (%)	2,40	2,02	2,10	1,95	1,97	1,96	1,96	1,86	1,96	1,78	1,93	1,61
N. Proteico (%)	1,61	1,19	1,19	1,12	1,08	1,16	0,94	1,01	0,99	0,83	0,97	0,81
N. Soluble (%)	0,71	0,41	0,84	0,50	0,80	0,55	0,77	0,58	0,75	0,63	0,70	0,68

Al= *Albizia lebbek* Am= *Acacia mangium*.

Fuente: Clavero & Razz (2008a,b).

Los resultados indican que la incorporación de los carbohidratos solubles presentes en la melaza, promovieron fermentaciones lácticas más vigorosas, las cuales fueron capaces de disminuir el pH de la masa ensilada, hasta valores que impidieron el crecimiento de otras bacterias, como las del género *Clostridium*, con una rápida y adecuada estabilización microbiana del ensilaje. Los compuestos nitrogenados de ambos ensilajes, sufrieron transformaciones cuantitativas, con implicaciones fermentativas y nutricionales. Durante todo el proceso de conservación, el contenido de nitrógeno amoniacal (NA) fue insignificante. Los valores de NA fueron inferiores al 1%, muy por debajo del valor de 7%, considerado como el límite óptimo para los ensilajes tropicales (Ojeda *et al.*, 1990).

Los contenidos de nitrógeno total (NT) y nitrógeno proteico (NP) declinaron ligeramente en los primeros días de conservación, con una rápida estabilización alrededor del día 7. La baja solubilidad del NT y del NP, hace intuir que la degradabilidad ruminal de estos compuestos será baja y que este tipo de ensilajes es capaz de proveer aminoácidos de alta calidad en el intestino delgado. El nitrógeno soluble (NS) incrementó ligeramente, sin embargo, no fue amoniacal; posiblemente provino de acciones enzimáticas y/o de las enterobacterias, microorganismos que son capaces de generar péptidos y aminoácidos en su metabolismo. Los porcentajes de NS no superaron el 50% del NT, valores que correspondieron a los patrones considerados como de excelente calidad para los ensilajes (Ojeda & Montejo, 2001).

ENSILAJES MIXTOS

Son ensilajes confeccionados a partir de mezclar follajes de árboles forrajeros con gramíneas y pueden ser considerados como una buena alternativa para obtener un alimento de alto valor nutricional, sin disminuir la calidad fermentativa, utilizando los excedentes de biomasa de ambos materiales durante el periodo lluvioso (Clavero & Razz, 2011). En este tipo de ensilaje, se aprovecha la ensilabilidad y el alto rendimiento en biomasa de las gramíneas tropicales, en conjunto con los elevados contenidos de proteína bruta y con el valor nutritivo de las plantas arbóreas para obtener ensilajes, con mayor potencial productivo (Ojeda *et al.*, 2006).

Estudios efectuados por Kass *et al.* (1989) señalan que cuando se utiliza la *Erythrina poeppigiana* mezclada con diferentes proporciones de King grass, se obtienen ensilajes con buenas características organolépticas, olor, sabor, color y consistencia. Asimismo, encontraron que la materia seca y la DIVMS no es afectada por el porcentaje de la gramínea incluida; sin embargo, al aumentar los porcentajes de melaza también lo hace la materia seca y la DIVMS, reduciéndose el pH de los ensilajes.

Cuando evaluaron forraje de Taiwán en mezcla con el follaje de cuatro arbóreas, *Guazuma ulmifolia*, *Piscidia piscipula*, *Lisyloma latisiliquum* y *Albizia lebbek*, Cárdenas *et al.* (2003) concluyeron que con independencia de la arbórea utilizada, todos los indicadores, fermentativos y nutricionales, mejoran cuando se incluye el componente arbóreo. No obstante, las respuestas en la calidad fermentativa de los ensilajes mixtos son variables en dependencia de la especie utilizada.

Los resultados de algunos experimentos realizados con morera, albizia y leucaena se presentan en el Cuadro 4. Las mayores variaciones se hallaron en los valores de pH; algunos más moderados se consideraron como óptimos en la relación pH/MS, mientras que otros, mostraron una marcada tendencia a disminuir el pH, a medida que se incrementan las proporciones de arbórea, mientras que los contenidos de NT, NP, NS, NP/NT y N-FND/NT aumentan de manera casi lineal.

No obstante, aunque los porcentajes de nitrógeno insoluble, N-FND/NT, que incluye el nitrógeno asociado a la pared celular y los complejos taninos-proteicos, resultan relativamente bajos, su presencia indica que son degradados durante el proceso de fermentación, liberando nitrógeno, principalmente en forma de glicoproteínas solubles, pépticos y aminoácidos con poca liberación de amoníaco. Como parte de los compuestos nitrogenados se encuentran ligados a los compuestos fibrosos, se garantiza que una fracción de ellos será asimilada en las partes bajas del tracto digestivo.

En términos de fermentación, las proporciones óptimas de arbóreas se encuentran a partir del 30% de inclusión. Este razonamiento se confirma con los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas con gramíneas de alta productividad, de ciclo corto (sorgo forrajero) o largo (caña de azúcar).

En El Salvador, Pérez *et al.* (2005) concluyeron que se pueden preparar ensilajes de alta calidad mezclando *G. sepium* y sorgo forrajero utilizando como aditivo melaza. Estos autores encontraron que la incorporación creciente de gliricidia incrementa el contenido de materia seca, proteína cruda y reduce el pH, para alcanzar valores óptimos con el 40% de la arbórea en la mezcla. Utilizando gramíneas de alto rendimiento mezcladas con forraje de arbóreas se han logrado ensilajes satisfactorios. En Venezue-

Cuadro 4
Calidad fermentativa de ensilajes mixtos de arbóreas y gramíneas

Tratamientos		pH	NP* (%)	NT (%)	NS (%)	NP/NT (g/kg)	NA (%)	N-FN D/NT (g/kg)	Referencias
Morera	Guinea								
100	0	5,5	2,64						Ojeda <i>et al.</i> (2006)
70	30	5,6	2,40						
50	50	5,5	1,76						
30	70	5,3	1,38						
0	100	5,6	0,80						
Albizia	King grass								
100	0	3,41	2,78	1,44	0,74	51,80	0,008	38,22	Clavero & Razz (2010)
70	30	3,49	2,19	0,91	0,48	41,55	0,008	36,60	
50	50	3,51	1,89	0,81	0,44	42,85	0,006	35,53	
30	70	3,57	1,11	0,41	0,38	36,94	0,012	35,12	
0	100	3,69	0,62	0,08	0,33	13,06	0,024	34,55	
Leucaena	King grass								
100	0	3,40	3,01	1,61	0,80	52,69	0,0010	44,19	Clavero & Razz (2011)
70	30	3,51	2,85	1,39	0,73	51,30	0,0010	43,22	
30	70	3,61	1,77	0,73	0,44	41,22	0,0019	40,44	
0	100	3,68	0,80	0,11	0,42	13,16	0,0025	34,80	

*NP: Nitrógeno Proteico, NS: Nitrógeno Soluble, NT: Nitrógeno total, NA: Nitrógeno amoniacal.

la, Suarez *et al.* (2011) hallaron que el cogollo quemado de caña de azúcar y el follaje de gliricidia constituyen recursos potenciales para la elaboración de ensilajes sin aditivos. Los mejores resultados, en materia seca (32,3%), pH (4,53), NH₃/NT (10,2%) y NS/NT (22,1%) se obtuvieron cuando la mezcla tuvo la proporción de 75% de caña de azúcar y 25% de *G. sepium*.

En otros estudios, Clavero *et al.* (2006) observaron que en ensilajes compuestos de caña de azúcar forrajera, *G. sepium* y forraje de yuca, los porcentajes de FAD y FND no eran afectados por los tratamientos. Los valores de pH disminuyeron y los de NT incrementaron de manera progresiva al aumentar la proporción del forraje de gliricidia y/o yuca en los microsilos. Las concentraciones de NT resultaron similares, cuando se utilizó 8% de gliricidia en la mezcla o 4% de gliricidia + 4% de forraje de yuca. Estas investigaciones demuestran la factibilidad de confeccionar ensilajes mixtos, con productos de alta calidad fermentativa y nutricional (Cuadro 5).

CONSUMO DE ENSILAJE DE ARBÓREAS POR RUMIANTES

Los resultados del consumo de ensilaje de arbóreas por rumiantes han sido más variados y se han obtenido respuestas importantes y significativas, en términos de crecimiento y producción de leche. La mayoría de las investigaciones en alimenta-

Cuadro 5
Efecto de mezclar *Gliricidia sepium* y/o forraje de yuca sobre la fermentación del ensilaje de caña de azúcar

Tratamientos	pH	NT (%)	FND (%)	FAD (%)
100% Caña de Azúcar	5,32	0,73	60,85	42,77
98% Caña de Azúcar + 2% <i>G. sepium</i>	4,32	0,87	60,15	42,35
96% Caña de Azúcar + 4% <i>G. sepium</i>	4,22	0,96	60,41	42,01
92% Caña de Azúcar + 8% <i>G. sepium</i>	4,09	1,25	58,12	41,59
92% Caña de Azúcar + 4% <i>G. sepium</i> + 4% Yuca	4,10	1,22	58,47	41,91

Fuente: Clavero *et al.*, 2006.

ción, utilizando ensilajes de arbóreas como suplemento, se han realizado con rumiantes menores.

En Costa Rica, en una evaluación realizadas con cabras, De la Fuente (1990) encontró niveles adecuados de consumo de ensilaje de *G. sepium*, utilizando melaza como aditivo, en niveles de 221 g MS/animal/día. Mientras que Kass & Solano (1992) no encontraron diferencias significativas en el consumo de *G. sepium* fresca o ensilada en una investigación realizada con cabras, concluyendo que el ensilar puede ser una alternativa para mejorar la utilización de este recurso forrajero.

Estudios realizados con ovinos en crecimiento, manejados bajo estabulación, Fernandez *et al.* (2007) demostraron que al utilizar ensilaje de *Albizia lebeck* como suplemento, en una dieta a base de heno de *Brachiaria humidicola*, se incrementaba el consumo de materia seca, de 478,3 g/animal/día para la dieta de heno hasta 712,8 g/animal/día con la dieta de 50% heno + 50% ensilaje (Cuadro 6).

Cuadro 6
Utilización de ensilaje de *Albizia lebeck* como suplemento de ovinos

Dietas	Consumo de MS (g/animal/día)	Nitrógeno consumido (g/animal/día)	Nitrógeno retenido (%)
100% Heno (H)	478,3	3,1	12,99
25% ensilaje (S) + 75% H	702,5	6,2	55,10
50% S + 50% H	712,8	7,7	59,90
75% S + 25% H	601,5	6,5	53,40

Fuente: Fernández *et al.*, 2007.

La suplementación con ensilaje tuvo un efecto significativo sobre la utilización del nitrógeno, al presentar todas las dietas que incluyeron balances de N positivo. El N consumido y retenido como porcentaje del N consumido incrementaron con los niveles de ensilaje, obteniendo los mayores valores para la dieta 50% heno y 50% ensilaje de 7,7 g/animal/día y 59,9%, y los menores valores con la dieta de heno de 3,1 g/animal/día y 12,99%, respectivamente.

Este tipo de suplementación promueve incrementos en la eficiencia de utilización de forrajes de baja calidad, porque además de incrementar la síntesis de proteína microbiana en el rumen, que conduce a un mayor suministro de este nutrimento al intestino, también presentan proteína pasante con aminoácidos de alta calidad, que incrementan el flujo de nitrógeno no amoniacal hacia ese órgano.

En México, al evaluar ensilajes mixtos de *Pennisetum purpureum* con follajes de *L. leucocephala*, *G. sepium* y *Guazuma ulmifolia* con ovinos machos en confinamiento, encontraron que los valores proteínicos de las mezclas fueron mayores respecto al ensilaje de *P. purpureum* solo, lo cual ratifica que la inclusión de arbóreas mejora la calidad nutricional de los ensilajes (Pinto *et al.*, 2010). Además, en los tratamientos con *G. ulmifolia* y *G. sepium*, los porcentajes de inclusión de la arbórea en 20 y 40% fueron los de mayor consumo de materia seca, mientras que, los tratamientos de solo pasto o solo árbol fueron los menos preferidos (Cuadro 7).

Cuadro 7
Preferencia del ensilaje de *Pennisetum purpureum* mezclado con arbóreas forrajeras tropicales por ovinos

Tratamiento	PC (%)**			C (g MS/día)			Índice de Consumo			Índice de Aceptabilidad		
	L*	Gu	Gs	L*	Gu	Gs	L*	Gu	Gs	L*	Gu	Gs
0	5,9	5,5	5,1	159	131	129	0,16	0,11	0,12	0,22	0,15	0,19
20	9,4	8,0	9,6	208	237	234	0,19	0,20	0,22	0,19	0,22	0,24
40	10,8	10,1	13,2	206	265	259	0,19	0,23	0,23	0,17	0,20	0,17
60	11,0	11,9	13,8	193	179	171	0,18	0,15	0,27	0,17	0,16	0,14
80	13,6	12,4	14,2	176	179	186	0,16	0,15	0,15	0,27	0,14	0,13
100	16,3	12,6	15,1	109	149	107	0,09	0,14	0,09	0,10	0,11	0,10

** PC= Proteína cruda, C=consumo, *L= *Leucaena leucocephala*, Gu= *Guazuma ulmifolia*, Gs= *Gliricidia sepium*.

Fuente: Pinto *et al.*, 2010.

Al evaluar la cinética de degradación de la materia seca de diferentes dietas de heno de *Brachiaria humidica* y ensilajes de *Albizia lebbek* en bovinos machos con fístula permanente en el rumen, se reportó que la fracción menos soluble (23,42%) y con la menor tasa de degradación (0,005%/h) se observaron con la dieta de heno de *brachiaria* (Clavero *et al.*, 2011). Sin embargo, se hallaron efectos positivos en las otras dietas, con los mayores valores de degradación (56,39%), tasa de degradación (0,015%/h) y potencial de degradación (85,18%) cuando ofrecieron 25% de heno + 75% de ensilaje. Estos resultados fueron interpretados como la mejor combinación nutricional de los alimentos ofertados (Cuadro 8).

Trabajos realizados en Costa Rica con toretes confinados que tenían como dieta base pasto elefante y ensilajes de morera como suplemento, lograron que los animales alcanzaran un consumo del 1,1% de su peso vivo, con ganancias de peso mayores a 600 g/animal/día (Esquivel *et al.*, 1996).

Cuadro 8
Degradabilidad ruminal de la materia seca de ensilajes de *Albizia lebbbeck*

Tratamientos	FS* (%)	MD (%)	TD (%/h)	PD (%)
100% Heno de <i>B. humidicola</i> (H)	23,42	21,84	0,005	70,44
75% H + 25% ensilaje de <i>A. lebbbeck</i> (S)	39,24	24,28	0,010	73,78
50% H + 50% S	49,35	31,34	0,013	79,81
25% H + 75% S	65,34	56,39	0,015	85,18

*FS= Fracción soluble, MD=Máxima degradabilidad.
TD=Tasa de degradación, PD=Potencial degradabilidad. Fuente: Clavero *et al.*, 2011.

Las investigaciones realizadas para evaluar las respuestas en producción de leche con ensilajes de arbóreas como suplementación son escasas. Argel & Lascano (1998) indican que la producción de leche de las vacas que recibían como suplemento concentrado o *Cratylia argentea* fresca o ensilada fueron similares, pero señalaron que el contenido de grasa de la leche fue mayor en el tratamiento que recibió ensilaje (Cuadro 9). Una tendencia similar con vacas de doble propósito fue observada en Nicaragua (Laguna, 2013).

Cuadro 9
Producción de leche utilizando *Cratylia argentea*

Tratamientos	Producción de leche (kg/vaca/día)	Sólidos totales (%)	Grasa (%)
Caña de azúcar (Cz) + ensilaje de <i>C. argentea</i> (S)	5,1	12,3	3,6
Cz + <i>C. argentea</i> (fresco)	5,5	12,2	3,4
Cz + concentrado	5,3	11,7	3,0

Fuente: Argel & Lascano (1998).

En fincas comerciales doble propósito ubicadas en el occidente de Venezuela, (Clavero, datos no publicados) ha podido corroborar que durante los periodos prolongados de sequía, la suplementación con ensilajes mixtos de King grass y *Moringa oleífera* permite resultados satisfactorios en términos de producción y calidad de leche.

CONCLUSIONES

Los ensilajes de plantas arbóreas, puros o mixtos son una alternativa alimentaria como suplemento para la producción en los rumiantes en el trópico por su aceptabilidad y alto valor nutricional. Su confección permite un mejor aprovechamiento de los recursos forrajeros disponibles en los periodos de mayor producción de biomasa.

Se sugiere continuar las investigaciones sobre el uso de ensilajes con plantas arbóreas en la alimentación de rumiantes, tanto en crecimiento como en producción de leche, teniendo en cuenta no solo la respuesta biológica y la valoración económica, sino también las implicaciones ecológicas que representan su incorporación en los pastoreos.

Es importante profundizar sus potenciales relaciones con las características fermentativas y valor nutricional de los ensilajes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argel P, Lascano C. 1998. *Cratylia argentea*: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *Past Trop* 20: 37-43.
- Betancourt M, Clavero T, Razz R. 2002. Compuestos nitrogenados en ensilajes de *Leucaena leucocephala*. *Revista Científica FCV-LUZ*. XII (Supl. 2): 566-568.
- Betancourt M, Martínez M, Clavero T, Razz R, Pietrosemoli S, Araujo-Febres O. 2003. Efecto de la melaza, ácido fórmico y tiempo de fermentación sobre el pH y temperatura en microsilos de *Leucaena leucocephala*. *Rev Fac Agron (LUZ)*. 20 (4): 493-501.
- Cárdenas J, Sandoval C, Solorio F. 2003. Composición química de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. *Tec Pecuaría Mex* 41(3): 283-294.
- Clavero T. 2011. Agroforestería en la alimentación de rumiantes en América Tropical. *Rev Univ Zulia* 2(2): 11-35.
- Clavero T, Razz R, Urdaneta J. 2006. Fermentation characteristics of sugarcane silage mixing with *Gliricidia sepium* and cassava tops. *J Anim Sci* 84 (Supl. 1): 190.
- Clavero T, Razz R. 2008a. The influence of wilting on the quality of *Acacia mangium* silage. *J AnimSci* 86 (Supl. 2): 223.
- Clavero T, Razz R. 2008b. Dinámica de la fermentación inicial y compuestos nitrogenados en ensilajes de *Acacia mangium*. *Zoot Trop* 26 (3): 253-255.
- Clavero T, Razz R. 2008. Dinámica de la fermentación inicial de ensilajes de *Albizia lebbbeck*. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 25 (4): 665-673.
- Clavero T, Razz R. 2010. Effects of ensiling King grass with *Albizia lebbbeck* on fermentation and nitrogenous compounds of silages mixtures. *J Anim. Sci* 88 (Supl. 1): 618.
- Clavero T, Razz R. 2011. Compuestos nitrogenados y características fermentativas de ensilajes de mezclas de King grass- *Leucaena leucocephala*. *Rev Fac Agron (LUZ)*. 28 (Supl. 1):83-88.
- Clavero T, Razz R, Araujo-Febres O. 2011. Ruminant degradability of *Albizia lebbbeck* silage. *J Anim Sci* 89 (Supl. 1): 545.
- De La Fuente B. 1990. Estudio de aditivos y cinética del ensilaje de *Gliricidia sepium*. *Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE*. 97 p.
- Esquivel J, Benavides JE, Hernández I, Vasconcelos J, González J, Espinoza. 1996 Efecto de la sustitución de concentrado con Morera (*Morus alba*) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. In: Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. I: 25.
- Fernández F, Clavero T, Razz R, Araujo-Febres O. 2007. Utilization of silage of *Albizia lebbbeck* as supplement of sheep. *J Anim Sci* 85 (Supl. 1): 287.
- Hernández I, Benavides J, Pérez E, Simón L. 2000. Efecto de podas en la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala* durante el periodo seco en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 23(1): 39-45.
- Laguna J. 2013. Árboles forrajeros, alternativas proteicas para mejorar la producción y calidad de la leche en bovinos doble propósito, Matagalpa, Nicaragua. *Rev Cient Tecnol* 1: 1-17.

- Ojeda F, Esperance M, Díaz D. 1990. Mezclas de gramíneas y leguminosas para mejorar el valor nutritivo de los ensilajes tropicales. *Pastos y Forrajes*. 13 (2):189-196.
- Ojeda F, Montejo I. 2001. Conservación de la morera (*Morus alba*) como ensilaje. Efecto sobre los compuestos nitrogenados. *Pastos y Forrajes*. 24 (2): 147-156.
- Ojeda F, Montejo I, López O. 2006. Estudio de la calidad fermentativa de la morera y la hierba guinea ensilada en diferentes proporciones. *Pastos y Forrajes*. 29 (2): 195-202.
- Ojeda F, Esperance M, Milera M, Cáceres O. 2006a. Conservación de pastos y forrajes en zonas tropicales. En: Recursos forrajeros herbáceos y árboles. M Milera (ed). pp. 269-338.
- Kass M, Rodríguez G. 1987. Preliminary studies on silage making from *Gliricidia sepium*. In: *Gliricidia sepium* (Jacq) Walp.: Management and improvement. Withington D, Glover N, Brewbaker J (eds). Turrialba. C.R. pp. 201-204.
- Kass M, De la Fuente B, Sánchez G. 1989. Composición química del ensilaje de *Erythrina poeppigiana* con diferentes niveles de King grass y melaza. In: CATIE. *Erythrina spp*. Turrialba, C.R. pp. 61-65.
- Kass M, Solano R. 1992. Evaluación del consumo de follaje fresco y ensilado de *Gliricidia sepium* en cabras alimentadas con King grass. In: CATIE/SAREC. Turrialba, C.R. pp. 146-147.
- Pérez A, Chávez A, Barahona D. 2005. Cuatro concentraciones de sorgo forrajero y cuatro concentraciones de *Gliricidia sepium* utilizando microsilos. Tesis. Universidad del Salvador. 79 p.
- Pinto R, Hernández D, Guevara F, Gómez H, Medina F, Hernández A, Jiménez J, Alfonso E, Mendoza P, Ruiz B. 2010. Preferencia de ovinos por el ensilaje de *Pennisetum purpureum* mezclado con árboles forrajeros tropicales. *Liv Res Rural Dev* 22(6): 1-13.
- Suarez R, Mejía J, González M, García D, Perdomo D. 2011. Evaluación de ensilajes mixtos de *Saccharum officinarum* y *Gliricidia sepium* con la utilización de aditivos. *Pastos y Forrajes*. 34 (1):69-86.