

ALGUNOS FACTORES RELACIONADOS CON LA DIGESTIBILIDAD DE LA LEGUMINOSA *Desmodium ovalifolium*

Gloria S. Ramirez V.*
Liliana del R. Posso L.*
Carlos Lascano **

COMPENDIO

El consumo y la digestibilidad por carneros en jaula de *D. ovalifolium* CIAT 350 fueron similares a los de *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065 (52 vs 57 y 55.6 vs 56.6 respectivamente). El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en la digestibilidad *in vitro* entre los tres métodos de secado (60 y 100°C en horno eléctrico y liofilización) del forraje. Cuando el material se liofilizó aumentó la digestibilidad *in vitro* en hoja, tallo y planta entera en *D. ovalifolium* y *C. macrocarpum* (de 35 a 46 o/o de 51 a 56 o/o respectivamente). No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la digestibilidad *in vitro* de partes de la planta debida a medios y fuentes de inóculo de bacterias ruminales. Además se determinó el efecto del método de secado en el porcentaje de taninos, en la fibra ácida detergente (FAD) y en el nitrógeno asociado con la FAD (N-FAD).

ABSTRACT

Factors related to digestibility in *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 were studied, using *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065 as the control. Consumption and digestibility *in vivo* (caged sheep) was similar in *D. ovalifolium* and *C. macrocarpum* (52 vs 57 and 55.6 vs 56.6, respectively). The variance analysis reported significant differences ($P < 0.05$) in digestibility *in vitro* among the three drying methods (60 and 100°C in electric oven, and freeze drying) of the forage. When material was freeze dried, digestibility *in vitro* increased for leaves, stems, and the whole plant of *D. ovalifolium* and *C. macrocarpum* (from 35 to 46 o/o and from 51 to 56 o/o, respectively). No significant differences ($P > 0.05$) were reported in digestibility *in vitro* of plant parts due to method or sources of inoculation with ruminal bacteria. As a complement, the effect of the drying method on the tanine percentage in the acid detergent fiber (ADF) and on the nitrogen associated to the ADF (N-ADF) was evaluated.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. A.A. 6713, Cali. Colombia.

1. INTRODUCCION

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *Desmodium ovalifolium* CIAT 350 es baja en comparación con la digestibilidad *in vivo*, medida en carneros en jaulas metabólicas (CIAT, 3); diferencia que podría estar asociada con daños durante el secamiento de las muestras de forraje utilizadas en el sistema *in vitro* y con la ausencia de bacterias adaptadas, las cuales actuarían en el sistema *in vivo*. Otro de los factores que puede reducir el valor nutritivo de los forrajes es el contenido de taninos ya que existe una relación inversa entre ellos, la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y el contenido total de proteína (Donnelly y Anthony, 4). El efecto adverso de los taninos en la digestibilidad *in vitro* de forrajes se ha asociado con su propiedad de inhibir enzimas (Benoit y Starkey, 1).

El calor de secado puede resultar en la formación de compuestos insolubles o indigeribles al reaccionar la lignina y carbohidratos (Lesperance y Bohman, 6). Los valores de fibra ácida detergente (FAD) y de lignina ácida detergente (LAD) fueron más bajos en los materiales liofilizados que en los materiales secados al horno (Smith, Lesperance y Bohman, 10).

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar la digestibilidad y consumo *in vivo*, los efectos del método de secamiento y de la fuente de inóculo en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *D. ovalifolium* CIAT 350.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

2.1. Digestibilidad y consumo.

La prueba se realizó en la Subestación Quilichao (Cauca) del Centro Internacional de Agricultura Tropical, con 2 tratamientos (*Desmodium ovalifolium* CIAT 350 y *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065) y cinco repeticiones. Los animales experimentales fueron ovinos machos jóvenes (21 kg) de la raza africana, distribuidos al azar en jaulas metabólicas.

Durante la fase de medición (7 días) la oferta diaria de forraje fue de 100 g de MS/peso metabólico. El consumo de materia seca total (MST) se calculó restando del forraje ofrecido el rechazado por cada animal en promedio. La digestibilidad *in vivo* de la MS y del nitrógeno se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{o/o Dig} = \frac{\text{Consumo/día} - \text{Excreción heces/día} \times 100}{\text{consumo/día}}$$

2.2. Método de secamiento y digestibilidad in vitro.

El estudio se realizó en el CIAT y se diseñó en parcelas divididas, siendo la parcela principal las leguminosas y los métodos de secado las sub-parcelas. Los métodos de secado fueron en horno eléctrico a 100 (T₁) y 60° C (T₂) y liofilizado (T₃) de 50 g de hojas, 50 g de tallos y 50 g de planta entera. Para la determinación de la digestibilidad in vitro se empleó la técnica de Tilley y Terry (11) utilizando medio enriquecido (bacterias + caseína + buffer + macro y microminerales + solución reductora + líquido ruminal). A las muestras se les determinó nitrógeno y fibra ácida detergente, y a la fibra resultante nitrógeno (o/o) y taninos (o/o).

2.3. Efecto de los medios y tipos de inóculo sobre la digestibilidad in vitro.

En el estudio se utilizó un diseño de parcelas divididas, siendo las parcelas principales los medios (standard y enriquecido), las sub-parcelas los dos tipos de inóculo y las sub-sub-parcelas los métodos de secamiento. El medio standard incluyó sólo la solución buffer y la solución macromineral. Los dos tipos de inóculo provenían de un animal pastoreando estrella (*Cynodon plectostachius*) y de dos animales pastoreando *D. ovalifolium* CIAT 350.

Para cada estudio se realizó un análisis de varianza convencional. Las diferencias entre medias se determinaron utilizando el método de Duncan.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Digestibilidad y consumo.

Tanto el consumo como la digestibilidad fueron similares en las dos leguminosas (Cuadro 1), siendo el consumo más variable en el caso de *D. ovalifolium*; resultados que coinciden con los del Programa de Pastos Tropicales del CIAT (2 y 3) y que se pueden considerar dentro de lo esperado en leguminosas forrajeras tropicales (Minson, 7 y 8).

3.2. Métodos de secamiento y digestibilidad in vitro.

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en digestibilidad in vitro entre los tres métodos de secado, existiendo mayor digestibilidad cuando el material se liofilizó (Cuadro 2). También se encontraron diferencias en digestibilidad in vitro entre partes de la planta, siendo mayor ($P < 0.05$) la del tallo que la de la hoja de *D. ovalifolium*; lo contrario sucedió en *C. macrocarpum*.

Cuadro 1

Consumo y digestibilidad in vitro de materia seca (DMS) de dos leguminosas

Leguminosa	No. Animal	ConsumoMS g/kg Φ . ^{7.5} /día	DMS o/o
D. ovalifolium 350	1	57.2	58.7
	3	55.8	56.2
	5	46.9	57.1
	7	61.2	53.6
	9	39.3	52.7
Promedio		52.0 ± 8.8	55.6 ± 2.5
C. macrocarpum 5065	2	55.4	55.4
	4	52.5	58.7
	6	61.3	56.3
	8	54.6	54.0
	10	62.6	58.8
Promedio		57.3 ± 4.4	56.6 ± 2.1

Efecto del método de secado en la digestibilidad *in vitro* (DIVMS) de dos leguminosas utilizando medio enriquecido 1/

Leguminosa	Parte de planta	DIVMS (o/o)			Promedio
		Método de secado			
		100°C	60°C	Liofilización	
D. ovalifolium 350	Entera	38.0	35.2	44.0	39.1 ^a
	Hoja	30.4	34.3	42.9	35.9 ^b
	Tallo	42.0	35.2	49.6	42.3 ^c
Promedio		36.8 ^a	34.9 ^a	45.5 ^b	
C. macrocarpum 5065	Entera	49.8	49.8	55.2	51.6 ^a
	Hoja	58.8	58.8	62.5	60.03 ^b
	Tallo	44.6	44.1	50.2	46.3 ^c
Promedio		51.1 ^a	50.9 ^a	56.0 ^b	

a, b : Medias en la misma fila son diferentes ($P < 0.05$).

a, b, c: Medias en la misma columna son diferentes ($P < 0.05$).

1/ : Bacterias + buffer + macro - microminerales + solución reductora.

Cuadro 3

Comparación de la digestibilidad *in vitro* (DIVMS) de la dieta con la digestibilidad *in vivo* (DMS) de dos leguminosas sometidas a tres métodos de secado

Leguminosa	DIVMS (o/o)			DMS o/o	Diferencia
	Método de secado				
	100°C	60°C	Liofilización		
D. ovalifolium 350	33.3	35.3	45.2	55.6 ± 2.5	- 22.3 ^a - 20.3 ^b - 10.4 ^c
C. macrocarpum 5065	58.8	58.8	62.5	56.6 ± 2.1	+ 2.2 ^a + 2.2 ^b + 5.9 ^c

^a Diferencia entre *in vitro* secado a 60°C e *in vivo*.

^b Diferencia entre *in vitro* secado a 100°C e *in vivo*.

^c Diferencia entre *in vitro* liofilizado e *in vivo*.

Cuadro 4

Efecto de método de secado en el contenido de catequinas equivalentes (taninos) de dos leguminosas

Leguminosa	Parte de planta	Catequinas equivalentes 1/	
		100°C	60°C
D. ovalifolium 350	Hoja	13.2	12.4
	Tallo	3.0	1.9
C. macrocarpum 5065	Hoja	0.24	0.30
	Tallo	0.05	0.10
			Liofilización
			16.4
			5.8
			0.28
			0.49

1/ Método de vanilina-HCl.

a,b Medias en la misma fila con letras distintas son diferentes ($P < 0.05$).

Efecto de medio, tipo de inóculo y método de secado en la digestibilidad **In vitro**
(DIVMS) de planta entera de **D. ovalifolium** 350

Medio	Inóculo	DIVMS Planta entera (o/o)			
		Método de secado			
		60°C	100°C	Liofilizado	Promedio
Standard 1/ Enriquecido 2/	C. plectostachyus	28.4	31.9	40.3	33.5
	C. plectostachyus	29.0	28.6	38.9	32.2
Promedio		28.9 ^a	30.2 ^a	39.6 ^b	
Standard 3/ Enriquecido 4/	D. ovalifolium	35.9	36.3	40.0	37.4
	D. ovalifolium	28.1	32.5	39.2	33.3
Promedio		32.0 ^a	34.4 ^a	39.6 ^b	

- 1/ Bacterias + buffer + macrominerales e inóculo de un animal consumiendo **C. plectostachyus** (Estrella).
- 2/ Bacterias + caseína + buffer + macrominerales + solución reductora + líquido ruminal: **C. plectostachyus**.
- 3/ Bacterias + buffer + macrominerales + inóculo de animal consumiendo **D. ovalifolium**.
- 4/ Bacterias + caseína + macrominerales + buffer + solución reductora + líquido ruminal: **D. ovalifolium**.
- a, b Letras en la misma fila son diferentes.

Cuadro 6

Efecto de medio, tipo de inóculo y método de secado en la digestibilidad *in vitro* (DIVMS) de la hoja y del tallo de *D. ovalifolium* 350

Medio	Inóculo	DIVMS Hoja (o/o)			Promedio
		Método de secado			
		60°C	100°C	Liofilizado	
Standard	C. plectostachyus	27.8	28.4	34.5	30.2
Enriquecido	C. plectostachyus	26.3	28.0	32.4	28.9
	Promedio	27.0 ^a	28.2 ^a	33.4 ^b	
Standard	D. ovalifolium	34.1	32.1	38.8	35.0
Enriquecido	D. ovalifolium	26.3	28.8	38.4	31.2
	Promedio	30.2 ^a	30.4 ^a	38.6 ^b	
Standard	C. plectostachyus	34.0	38.8	41.2	38.0
Enriquecido	C. plectostachyus	36.4	38.1	43.9	39.5
	Promedio	35.2 ^a	38.4 ^a	42.5 ^b	
Standard	D. ovalifolium	40.4	41.0	45.7	42.4
Enriquecido	D. ovalifolium	33.4	36.1	43.1	37.5
	Promedio	36.9 ^a	38.5 ^a	44.4 ^b	

a, b : Letras en la misma fila son diferentes.

La digestibilidad *in vitro* de *C. macrocarpum* fue mayor que la de *D. ovalifolium* tanto en la planta entera como en sus componentes (hoja y tallo).

La digestibilidad *in vivo* de *D. ovalifolium* fue mayor que la digestibilidad *in vitro* de la dieta consumida, siendo menor la diferencia en las muestras liofilizadas (Cuadro 3). Por otro lado, los valores estimados de digestibilidad *in vitro* en *C. macrocarpum* fueron similares a los valores de digestibilidad *in vivo* encontrados. Es de anotar que si bien la liofilización aumentó la digestibilidad *in vitro* de *D. ovalifolium*, todavía los valores fueron bajos en relación con los valores *in vivo*.

Aparentemente la liofilización alteró menos las propiedades químicas de *D. ovalifolium*. Resultados similares se han obtenido en muestras de forraje con alto contenido de humedad extraídas de fístulas esofágicas o ruminales (Smith, Lesperance y Bohman, 10). En este estudio las muestras de forraje sometidas a diferentes métodos de secado tenían un contenido normal de humedad. Se sugiere por lo tanto, que el efecto de liofilización en la digestibilidad *in vitro* de *D. ovalifolium* estuvo asociado con los taninos de esta leguminosa (Cuadro 4), los cuales en presencia de calor reaccionarían con otras fracciones químicas de la planta, lo cual se traduciría en menor proporción de taninos libres.

3.3. Efecto de los medios y fuentes de inóculo sobre la digestibilidad in vitro.

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en digestibilidad *in vitro* de la materia seca de planta entera (Cuadro 5), hojas y tallos (Cuadro 6) debidas a medio o fuente de inóculo. Por otro lado, sí se encuentran diferencias significativas ($P < 0.05$) debidas a métodos de secado, confirmando los resultados del primer estudio.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El método de secado fue el único factor que tuvo efecto en la digestibilidad *in vitro* del *D. ovalifolium*.
- 4.2. La baja digestibilidad del *D. ovalifolium* en el sistema *in vitro* está asociada principalmente a la formación de compuestos indigeribles, posiblemente taninos + nitrógeno en la pared celular, como resultado del calor empleado en el procesamiento de las muestras.

- 4.3. Mediante la liofilización se reduce la formación de estos compuestos indigeribles.
- 4.4. Otros factores que pudieran estar afectando la digestibilidad **in vitro** de **D. ovalifolium**, son exposición a la luz y tiempo de almacenamiento previo al análisis **in vitro**.

5. BIBLIOGRAFIA

1. BENOIT, R. W.; STARKEY, R. L. Inhibition of decomposition of cellulose and some other carbohydrates by tannins. *Soil Sci.* v. 105, P. 291-296. 1968.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Informe anual, 1979. Programa de Pastos Tropicales.
3. —————. Informe anual, 1981. Programa de Pastos Tropicales.
4. DONNELLY, E. D.; ANTHONY, W. B. Relationship of tannin, dry matter digestibility, and crude protein in *Sericea Lespedeza*. *Crop. Sci.* v. 38, p. 237-243. 1969.
5. FORD, C. W. **In vitro** digestibility and chemical composition of three tropical pasture legumes, **D. intortum** cv. Greenleaf, **D. tortuosum** and **Macropitilium atropurpureum** cv. Siratro. *Aust. J. Agric. Research.* v. 29, p. 963-974. 1978.
6. LESPERANCE, A. L.; BOHMAN, V. R. Chemical changes in forage induced by sampling preparation. *Proc. West. Sec. An. Soc. Anim. Sci.* v. 15, p. 54. 1964.
7. MINSON, D. J. The digestibility and voluntary intake by sheep of six tropical grasses. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* v. 12, p. 21-27. 1972.
8. —————. The chemical composition and nutritive value of tropical legumes. In: Skerman, D. J. (ed). *Tropical forage legumes.* 1977. pp. 186-197.
9. REIS, P. J.; SHINCKEL, P. G. Nitrogen utilization and well production by sheep. *Aust. J. Agric. Research.* v. 12: 335-339. 1961.
10. SMITH, T. W., LESPERANCE, A. L.; BOHMAN, V. R. Drying methods related to changes in chemical composition. *Proc. West Sec. An. Soc. Anim. Sci.* v. 18, p. 285-290. 1967.
11. TILLEY, J. M. A.; TERRY, A. Two stage technique for the **in vitro** digestion of forage. *Crops J. Brit. Grassl. Soc.* v. 18, p. 104-111. 1963.