

EXCRECIÓN DE NITRÓGENO EN VACAS LECHERAS ALIMENTADAS CON ENSILADOS DE HIERBA CONSERVADOS CON ÁCIDO FORMICO O ENSILADO DE MAIZ

Salcedo Díaz, G.

Dpto. de Tecnología Agraria del I.E.S. "La Granja", 39792 Heras, Cantabria

E-mail: gregoriosalce@ono.com

INTRODUCCIÓN

Los modelos de producción de leche se orientan a sistemas cada vez más intensivos, con elevados aportes de concentrados ricos en nitrógeno (N), nutriente con importante repercusión ambiental. Por el contrario, los basados en la utilización de forraje verde, utilizan una fuente de proteína más barata y abundante, pero de elevada degradabilidad ruminal (Salcedo, 2000) y consiguiente bajo aprovechamiento del N. Su alto consumo favorece la acumulación de amoníaco en rumen, problemas reproductivos y baja eficiencia en la ganancia de peso en novillas (McCormick *et al.*, 1999); modificaciones en la composición química de la leche (Hermansen *et al.*, 1999); pérdidas de proteína en heces y orina, pudiendo alcanzar el 80% de la proteína ingerida (Bruchem *et al.*, 1991). En los países del arco atlántico, el porcentaje de nitrógeno recuperado en leche respecto al ingerido oscila de 12 a 20 kg/t de leche (Vérité y Delaby, 2000); mientras, el procedente de las heces y orina representa el 30% y 50% respectivamente.

El objetivo del presente trabajo se centra en estudiar las respuestas en la excreción de N en vacas lecheras alimentadas con ensilados con diferentes conservantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dietas y animales

Los ensilados que componen las diferentes dietas son de hierba conservada con ensilado de maíz al 10% (EHM); ácido fórmico, 3,5 l/t de forraje fresco (EHAF) o sin adición de conservante (EHSC) y ensilado de triticale fermentado con ensilado de maíz (ETriEM) al 10% sobre material fresco. Todos los ensilados fueron recolectados al inicio del espigado, previo presecado de 24 horas y fermentados en silo plataforma. En el primer experimento, se utilizaron dos vacas, alimentadas con EHM y ETriEM (35% del total de la materia seca); en el segundo fueron implicadas tres vacas alimentadas con EHM; EHAF y EHSC *ad limitum* (Tabla 1).

Tabla 1
Características de los animales y composición de las dietas

Ensilado	1º Experimento		2º Experimento		
	EHEM	ETriEM	EHEM	EHAF	EHSC
Peso vivo (kg)	624±18	624±18	627±22	627±22	627±22
Días en leche (d)	135±24	135±24	88±55	88±55	88±55
Leche (kg/d)	19,7±3,58	19,7±3,58	22±2,1	22±2,1	22±2,1
Alimentos (kg MS/d)					
Ensilado hierba o triticale	5,45	5,34	14,9	16,2	14,2
Paja	0,89	0,89	-	-	-
Heno de alfalfa	1,84	1,84	-	-	-
Hierba verde	5,24	4,73	-	-	-
Maíz deshidratado	2,8	2,8	-	-	-
Concentrado	3,56	3,56	3,6	3,6	3,6

EHEM: ensilado de hierba conservado con ensilado de maíz; **ETriEM:** ensilado de triticale conservado con ensilado de maíz; **EHAF:** ensilado de hierba conservado con ácido fórmico; **EHSC:** ensilado de hierba sin conservante

El concentrado suplementado consistió en una mezcla de 82,4% de harina de cebada; 14,1% harina de soja; 114% fosfato bicálcico; 1,9% bicarbonato sódico y 0,40% de corrector vitamínico-mineral. En ambos casos, las vacas fueron alojadas en nave metabólica, cuyas características productivas y alimentos ofrecidos en cada uno de los mismos vienen reflejados en la Tabla 1. En ambos experimentos la ración

forrajera fue ofrecida en dos tomas (9,30 a.m. y 17 p.m.) y el concentrado (10 a.m.) en una sola.

Diseño experimental

Cada experimento fue desarrollado como un cuadrado latino, implicando dos vacas por dos ensilados en el primero y, tres por tres en el segundo. Cada período experimental y dentro de cada experimento fue de 20 días; 15 de adaptación y 5 de control de la oferta, rechazos, excreción de heces y orina. La producción de leche se registró durante los días de control, tomándose alícuotas de 50 ml del ordeño de mañana (7 a.m.) y de tarde (16 p.m.) para analizar su contenido en nitrógeno. En todo momento las vacas dispusieron de agua y piedras de sales minerales más 65 g de bicarbonato sódico. La ingestión del alimento ofrecido y rechazado, excretas sólidas y líquidas fueron pesadas diariamente, al igual que el contenido de N de la oferta, heces, orina y leche. Esta última fue recogida mediante sonda vesical tipo Foley. Cada variable fue analizada como dos cuadrados latinos con el PROC MIXED de SAS (1988).

RESULTADOS Y DISCUSION

La composición química de los ensilados aparece reflejada en la Tabla 2. La adición de ensilado de maíz al ensilado de hierba incrementó un 20% la materia seca ($P<0,05$) respecto al conservado con ácido fórmico (EHAF), sin diferencias entre éste último y el ensilado sin conservante (EHSC). Por el contrario, la proteína bruta, la degradabilidad teórica de la proteína y la fracción soluble fue inferior en el conservado con ensilado de maíz, posiblemente debido a la inoculación de bacterias ácido lácticas procedentes del mismo ensilado de maíz, que favorecieron menor concentración de N-amoniaco en el ensilado (Tabla 1), y la mayor en ETriEM.

Tabla 2

Composición química de los ensilados y concentrado empleado

Nutriente	EHEM	ETriEM	EHAF	EHSC	Concentrado
MS (%)	35,3±0,05	26,2±0,22	28,2±0,06	28,2±0,08	90,7
MO (%)	87,1±0,06	87,9±0,12	88,8±0,06	89,3±0,05	90,16
PB (% sms)	15,6±0,04	14,3±0,05	16,3±0,01	16,1±0,03	17,02
DTPB (% PB)	68,3±0,47	71,4±0,33	73,5±0,53	75,4±0,36	75,4
aPB (% PB)	36,5±0,37	42,87±0,28	39,8±0,38	40,9±0,18	24,6
FAD (% sms)	32,7±0,38	36,3±0,15	33,2±0,03	33,5±0,07	7,3
FND (% sms)	48,9±0,14	54,4±0,11	49,2±0,04	50,2±0,05	19,2
EM (MJ/kg MS)	9,26±0,009	8,68±0,003	10,03±0,05	9,83±0,02	13,22
pH	3,85±0,003	3,77±0,005	4,06±0,008	4,23±0,008	-
N-NH3 (% N total)	13,6±0,09	8,25±0,02	15,3±0,05	18,1±0,01	-
MOD <i>in vivo</i> (% sms)	57,9±0,06	54,3±0,15	62,7±0,34	61,4±0,12	-
Almidón	3,06±0,03	2,12±0,03	1,82±0,02	0,81±0,02	49,2

EHEM: Ensilado de hierba conservado con ensilado de maíz; **ETriEM:** Ensilado de triticale conservado con ensilado de maíz; **EHAF:** Ensilado de hierba conservado con ácido fórmico; **EHSC:** Ensilado de hierba sin conservante.

MS: Materia seca; **MO:** Materia orgánica; **PB:** Proteína bruta; **DTPB:** Degradabilidad teórica de la proteína bruta; **aPB:** Fracción soluble de la proteína bruta; **FAD-FND:** Fibra ácido y neutro detergente; **EM:** Energía metabolizable; **MOD:** Materia orgánica digestible

La ingestión de N resultó diferente entre ensilados ($P<0,001$), mayor con EHAF y EHEM ($P<0,05$) en el segundo experimento, sin diferencias en el primero (Tabla 3), donde las concentraciones medias de N expresadas en tanto por ciento sobre materia seca ingerida fueron de 2,36 y 2,47 en el primer y segundo experimento respectivamente. Estos porcentajes resultan coincidentes con el NRC (2001) para producciones de 20-22 kg de leche, no así la proteína de la dieta, obteniéndose un valor medio del 15,1% sobre materia seca.

El N procedente de las heces fue diferente entre experimentos ($P<0,001$), con excretas medias de 178 g/d en el primero y 167 g/d en el segundo. Para los ensilados del primer experimento, no se apreciaron diferencias entre los de hierba y triticale conservados con ensilado de maíz, atribuible a la ingestión de hierba verde de mayor contenido en proteína degradable (Salcedo, 2000). Sin embargo, en el segundo experimento y como única fuente forrajera ensilado de hierba, la excreción diaria de N se reduce significativamente, e incrementando el de la orina. En términos porcentajes

y respecto al N ingerido, el de las heces fue similar en el primer experimento (38,2% en EHEM y 38% con ETriEM) y menores, ($P < 0,001$) en el segundo, (33,4%; 32,8% y 36,4% para EHEM, EHAF y EHSC respectivamente), atribuido unas necesidades en producción de leche inferiores. No obstante, entre experimentos, el consumo de N superó en 22% y 27% en el primero y segundo respecto al NRC (2001), atribuidos a factores de calidad de los ensilados. Al relacionar el N ingerido en relación al excretado en heces, no se apreció correlación alguna, imputable al estrecho margen en el consumo de N (461 g con EHSC y 506 g con EHAF) en el segundo experimento.

Tabla 3
Ingestión y excreción de N según el conservante empleado

	1º Experimento		2º Experimento			Significación	
	EHEM	ETriEM	EHEM	EHAF	EHSC	et	Sig
MS ingerida (kg/d)	19,8b	19,75b	21,0a	20,7a	17,8c	0,20	***
N ingerido (% sms)	2,38c	2,34d	2,38c	2,44b	2,6a	0,012	***
N ingerido (g/d)	473b	463b	501a	506a	461b	4,28	***
N Heces (g/d)	181a	175ab	168bc	166c	168bc	1,51	***
N Orina (g/d)	152c	145d	164b	153c	174a	1,61	***
N Heces + Orina (g/d)	333a	316c	332ab	319bc	342a	2,45	***
N Leche (% ingerido)	21,75a	20,92a	18,25b	18,36b	17,48b	0,29	***

De igual modo, el N de la orina fue diferente entre experimentos ($P < 0,001$), con excreciones medias diarias de 148 y 164 g en el primer y segundo experimento respectivamente, y ($P < 0,001$) entre ensilados, mayor con el ensilado de hierba sin conservante (EHSC), atribuido a la mayor concentración de N-NH₃ (Tabla 2), tal y como señala Haig *et al.*, (2002), quienes observaron incrementos del N respecto a la ingestión de proteína soluble. En términos porcentuales y respecto al N ingerido, la excreción es mayor en el ensilado de hierba sin conservante ($P < 0,001$), lo que equivale a 14,5% y 16,9% referente a EHEM y ETriEM del primer experimento y 13,2% y 19,6% para EHEM y EHAF respectivamente del segundo.

Entre experimentos, el porcentaje de N excretado en leche respecto al ingerido, fue superior en el primero ($P < 0,001$), posiblemente atribuido a la mayor disponibilidad de carbohidratos fermentables en rumen procedentes de la hierba verde y del maíz deshidratado, que favorecería un mejor equilibrio a nivel ruminal, sin diferencias en el segundo experimento (Tabla 3). En cualquier caso, los resultados obtenidos para el primer experimento resultan semejantes a los obtenidos por Salcedo (2006) en explotaciones intensivas, e inferiores en el segundo.

Como conclusión podemos señalar que la adición de ácido fórmico o ensilado de maíz a ensilados de hierba, respecto a la no adición de conservantes, la suma del N de heces y orina incrementa significativamente, reduciéndose la eficiencia en la conversión de N en leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BRUCHEM, J.B.; M.W. BOSH; S.J. OOSTING. 1991. *Utilisation of Local feed Resources by Dairy Cattle*. (Eds. G.E.Groen and J.V.Bruchem). Wageningen, The Netherlands. EAAP Publications No 84, Wageningen Press. pp.99-101.
- McCORMICK, M.; D. FRENCH; T. BROWN; G. CUOMO; A. CHAPA; J. FERNANDEZ; J. BEATTY; D. BLOUIMI, 1999. *J. Dairy Sci.* **82**:2697-2708.
- HAIG, P.; T. MUTSVANGWA; SPRATT.; B. McBRIDE. 2002. *J. Dairy Sci.* **5**:1208-1217.
- HERMANSEN, J.E.; S. OSTERSEN; N.C. JUSTESEN; O. AAES. 1999. *J. Dairy Resch* **66**:193-205.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press., Washington, D.C.
- SALCEDO, G. 2000. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* Vol 15 (3):125-135.
- SALCEDO, G. 2006. Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria. ISBN: 84-935016-1-1.
- SAS, 1988. SAS/STAT User's Guide. SAS-Institute Inc.; Cary, NC.
- VERITE, R.; DELABY, L., 2000. *Ann. Zootech.* **49**:217-230.