

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SOJA FORRAJERA Y DEL ESTADO FENOLÓGICO DEL MAÍZ EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE

Argamentería, A., Vicente, F., Martínez-Fernández, A., de la Roza, B.

Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Apdo. 13; E-33300 Villaviciosa (Asturias). f.vicente@serida.org

INTRODUCCIÓN

En la Cornisa Cantábrica, el vacuno lechero es alimentado en la estación invernal principalmente utilizando raciones con ensilado de maíz como base. Sin embargo, dicho ensilado es deficitario en proteína bruta, por lo que normalmente es suplementado con concentrados con altas concentraciones de proteína bruta, provocando, de modo habitual, desequilibrios nutricionales en la relación proteína:energía, con un exceso de la primera lo que se traduce en un incremento en la excreción de urea por la leche (Vicente, 2002; de la Roza *et al.*, 2005). Por otro lado, la suplementación con concentrados ocasiona un incremento en los costes de alimentación, agravado en la actualidad debido al desvío de las materias primas para alimentación animal hacia la producción de biocombustibles con el consecuente aumento de su precio. La introducción de leguminosas en las alternativas forrajeras es importante desde el punto de vista edáfico, medioambiental y económico al disminuir los *inputs* de fertilizante nitrogenado sintético al suelo. La asociación de soja forrajera inoculada con *Rhizobium* al maíz para ensilar permite obtener una producción similar pero con un nivel más elevado de proteína total, que equilibraría la relación de proteína:energía, y reduciendo el uso de fertilizante nitrogenado (de la Roza *et al.*, 2002).

El presente trabajo se plantea con el objetivo de estudiar el efecto de la asociación de maíz y soja forrajera para ensilar conjuntamente sobre la producción y calidad de la leche, estudiando diferentes niveles de inclusión de soja en la mezcla forrajera, así como distintos estados de madurez del grano de maíz en el momento de ensilar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales y dietas: Dos parcelas fueron sembradas con maíz forrajero (*Zea mays* L. cv 'Clarica') limítrofes con otra sembrada con soja forrajera (*Glycine hispida* (Moench) Max. cv 'Osumi') inoculada con *Rhizobium*. El maíz se recolectó en dos estados fenológicos diferenciados: grano pastoso (GP) y grano pastoso vítreo (GPV), mientras que la soja forrajera se encontraba en el momento de la cosecha en el estado de vainas con grano. Se realizaron tres mezclas diferentes de forrajes: Maíz sólo (M00S), maíz con un 20% de soja (M20S) y maíz con un 50% de soja forrajera (M50S), cada uno de ellos con los dos tipos de maíz obtenidos. Tres meses tras el cierre de los ensilados se realizaron ensayos en nave metabólica con un lote de doce vacas frisonas en producción, en un diseño de un doble cuadrado latino 3 x 3.

El protocolo experimental consistió en 15 días de adaptación a la dieta seguidos de siete de control individual de ingestión de ensilado, excreción de heces y orina y producción de leche. Cada animal recibía como suplemento 5 kg/día de un concentrado compuesto por harina de soja, solubles de destilería, harina de girasol, bicarbonato sódico y corrector vitamínico-mineral.

El ensilado se ofertó, en igual cantidad, dos veces al día tras cada ordeño, mientras que el concentrado se ofrecía, también ofrecido en dos fracciones, media hora antes. Diariamente, se

determinó la MS en estufa de aire forzado a 102°C de los alimentos ofertados, rehusos y heces. Se tomaron alícuotas de los mismos para su liofilización, molienda a 0,75 mm y posterior análisis. Asimismo se acumularon alícuotas diarias de orina, recogida sobre H₂SO₄ (40% v/v) y leche conservada con K₂Cr₂O₇. Se realizaron las determinaciones según el esquema Weende (AOAC, 1990) y el fraccionamiento de la fibra según la técnica de Van Soest *et al.* (1991). La leche se analizó mediante Milkoscan en el Laboratorio Interprofesional Lechero y Agroalimentario de Asturias. Los resultados de ingestión, digestibilidad *in vivo*, producción y composición química de la leche se compararon según un modelo de análisis de varianza y = Media + Vaca (Madurez) + Madurez + Ensilado + Madurez*Ensilado + Error. El contraste de medias se realizó por mínimos cuadrados con la ayuda del paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se incluyó junto con en el maíz la soja forrajera, ésta disminuyó el contenido en materia seca, fibra neutro detergente y almidón, mientras que incrementó la proporción de proteína bruta del ensilado resultante. Los detalles de la composición química y valor nutritivo de las distintas mezclas forrajeras han sido previamente publicados (Argamentería *et al.*, 2005).

Los efectos del tipo de ensilado sobre la ingestión, producción, composición de la leche y la eficiencia de utilización de nitrógeno dietético se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Ingestión voluntaria de materia seca (MS) y materia orgánica (MODI) y proteína bruta digestibles (PBDI), producción y composición de la leche y eficiencia de utilización del nitrógeno dietético según el tipo de mezcla forrajera y estado de madurez del maíz.

	GP			GPV			e.e.	Significación	
	M00S	M20S	M50S	M00S	M20S	M50S		Madurez	Ensilado
MS (kg/d)	18,4	19,3	19,4	19,4	21,1	20,9	0,37	NS	NS
MODI (kg/d)	11,6	12,4	12,6	12,5	12,8	13,3	0,24	NS	NS
PBDI (kg/d)	1,57 ^a	2,32 ^b	2,26 ^b	1,46 ^a	1,95 ^b	2,33 ^b	0,042	NS	***
Leche (kg/d)	23,9 ^a	26,0 ^a	26,2 ^a	30,4 ^b	31,1 ^b	32,1 ^b	0,50	***	NS
Grasa (%)	4,38	4,55	4,59	4,08	4,34	4,60	0,078	NS	NS
Proteína (%)	3,04 ^b	3,03 ^b	2,95 ^b	2,73 ^a	2,74 ^a	2,76 ^a	0,025	***	NS
Lactosa (%)	4,89	4,88	4,89	5,00	4,96	4,97	0,031	NS	NS
SNG (%)	8,66 ^b	8,64 ^b	8,55 ^b	8,45 ^a	8,42 ^a	8,44 ^a	0,037	*	NS
Urea (mg/L)	194 ^a	282 ^b	281 ^b	196 ^a	263 ^b	313 ^b	11,6	NS	**
EB (MJ/kg)	2,71	2,81	2,74	2,70	2,69	2,85	0,048	NS	NS
Eficiencia del N (%)	29,0 ^b	24,3 ^a	23,8 ^a	34,1 ^c	29,1 ^b	26,8 ^{ab}	0,44	***	***

SNG: Sólidos no grasos; EB: Energía bruta. e.e.: error estándar de la media; ^{a, b, c}: Medias con letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas al nivel indicado. NS: p>0,05; *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001.

La mezcla forrajera en el ensilado no afectó a la ingestión total de materia seca ni a la de materia orgánica digestible. Este hecho puede ser debido a la mayor velocidad de digestión de los carbohidratos estructurales de las leguminosas (Benchaar *et al.*, 2001). Sin embargo, la mayor concentración de proteína en las dietas M50S y M20S junto con su superior digestibilidad *in vivo* (69,4, 68,2 y 61,1 % para M50S, M20S y M00S respectivamente, p<0,001) inducen a una mayor ingestión de proteína bruta digestible. Ahora bien, el nivel de proteína de la ración no afectó a la producción total de leche, viéndose ésta únicamente afectada por el estado de

madurez del grano de maíz (25,39 vs. 31,20 kg/d en GP y GPV respectivamente, $p < 0,001$). Asimismo, cuando el maíz ensilado en el estado de grano pastoso constituía la dieta basal aumentó la concentración de proteína (3,01 vs. 2,75%, $p < 0,001$) y de sólidos no grasos (SNG; 8,62 vs. 8,44%, $p < 0,05$) de la leche, sin embargo el aporte de proteína de la ración no se tradujo en un incremento en la concentración de proteína de la leche, aunque sí fue significativamente más elevada la excreción de urea a través de la leche en las raciones que incluían soja en el ensilado (195 vs. 273 y 297 mg/dL para M00S, 20S y M50S respectivamente, $p < 0,01$), debido a una restricción proteica mucho más acusada en la dieta de sólo maíz que la restricción en la ingesta de energía en las dietas de maíz y soja (Vicente, 2002).

Las diferencias en la proporción de proteína de la leche según el estado de madurez del grano de maíz, así como la mayor excreción de urea en las dietas con inclusión de soja se traducen en diferencias en la eficiencia de utilización del nitrógeno dietético definida como la relación entre la producción diaria de proteína en leche respecto al total de proteína dietética ingerida. El nitrógeno ingerido a partir de los ensilados realizados con maíz con estado de madurez pastoso fue utilizado más ineficientemente que con el maíz en estado pastoso-vítreo (25,67 vs. 29,99% respectivamente, $p < 0,001$). Asimismo, las dietas con niveles más altos de proteína bruta tuvieron una eficiencia de utilización del 25,99% mientras que con la dieta de sólo maíz, el nitrógeno de la dieta fue utilizado con una eficiencia del 31,52% ($p < 0,001$).

La utilización de ensilado de maíz cosechado en el estado fenológico de grano pastoso-vítreo se tradujo en un incremento en cerca de 6 kg al día de leche producida, aunque la calidad de la leche se resiente al presentar dicha leche una concentración proteica inferior a 3% en todos los casos. La inclusión de soja forrajera en el ensilado de maíz no mejora la calidad de la leche, al derivar la metabolización del nitrógeno dietético suplementario hacia una mayor excreción de nitrógeno no proteico a través de la leche. La eficacia de utilización del nitrógeno de la dieta mejora significativamente con la dieta de sólo maíz, especialmente cuando éste es cosechado en el estado de grano pastoso-vítreo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto INIA SC99-032.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemist*. 14th ed. Argentería, A.; M.A. Cueto Ardavín, B. de la Roza, F. Vicente, A. Martínez Fernández 2005. En: *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural*. Eds: K. Osoro, A. Argentería, A. Larraceleta. p. 161-167.
- Benchaar, C.; Pomar, C.; Chiquette, J., 2001. *Canadian Journal Animal Science*, 81, 563-574.
- de la Roza, B., Marbán, A., Paredes, E., Vicente, F., Rodríguez, M.L., Argentería, A. 2005. ITEA, Vol. Extra N1 26. Tomo II, 650-652.
- de la Roza, B.; Martínez, A.; Argentería, A., 2002. En: Actas de V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. I Congreso Iberoamericano de Agroecología. p. 1245-1252.
- SAS Institute, SAS/STATTM (1999). *User's Guide. Release 8.2*. SAS Institute, Inc. 10 Cary, NC (1999).
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A., 1991. *Journal Dairy. Science*, 74, 3583-3597.
- Vicente, F. 2002: Relación entre la concentración de urea en leche y el manejo nutricional en vacuno lechero. Ed. KRK Ediciones (Oviedo) y SERIDA (Villaviciosa). 29 pp.