

## EFFECTO DEL ENSILADO DE MAÍZ CULTIVADO CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE DE VACA

Próspero, F.<sup>1,2</sup>, Martínez-Fernández, A.<sup>1</sup>, Soldado, A.<sup>1</sup>, Arriaga-Jordán, C. M.<sup>2</sup>, Vicente, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). 33300 Villaviciosa (Asturias). [fvicente@serida.org](mailto:fvicente@serida.org)

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (UAEM-ICAR), 50000 Toluca, México.

### INTRODUCCIÓN

La producción intensiva de forrajes con variedades de alto rendimiento y vinculada al uso de fertilizantes químicos y pesticidas, tiene consecuencias negativas sobre los recursos naturales como la pérdida de fertilidad del suelo, la contaminación de recursos hídricos, eutrofización de aguas superficiales, impacto sobre la atmósfera, balances negativos de carbono y otros nutrientes. Así, en las explotaciones lecheras de la Cornisa Cantábrica, la rotación forrajera más habitual bajo manejo intensivo y que se repiten de forma continua en el tiempo es la de maíz forrajero como cultivo de verano y raigrás italiano como cultivo invernal. Ambos son muy exigentes en fertilización nitrogenada y ocasionan efectos negativos sobre el suelo. Para paliar estos efectos, es de vital importancia la integración de cultivos sostenibles en las explotaciones lecheras por el efecto positivo que ejercen sobre la fertilidad del suelo y los costos de producción de la leche. Por otra parte, el uso como abono de residuos agroganaderos como el estiércol y el purín es una oportunidad para disminuir el aporte fertilizantes químicos manteniendo la producción agrícola (Martínez-Fernández et al., 2003). Ahora bien, es necesario que los forrajes así producidos aseguren su eficacia tanto en valor nutritivo como su respuesta en cuanto a producción y calidad de la leche. El objetivo de este trabajo fue evaluar sobre vacas lecheras en condiciones de pastoreo y con mínimo aporte de concentrado, el uso en la ración de ensilado de maíz producido con fertilización química u orgánica sobre la producción y la calidad de la leche.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Dos parcelas adyacentes (QU y OR) de 1,7 ha cada una se utilizaron para cultivar maíz forrajero (*Zea mays* cv. "LG3377") para su aprovechamiento como ensilado. La parcela QU recibió un abonado convencional NPK en base a fertilizantes de síntesis mientras que la parcela OR fue fertilizada con purín y estiércol de vacuno con aportes de N equivalentes. A partir de los ensilados producidos, se formularon de acuerdo al NRC (2001) dos raciones *unifeed*, isoenergéticas e isoproteicas.

Dieciocho vacas frisonas con  $137 \pm 52$  días en leche,  $590 \pm 8.0$  kg de peso vivo, una condición corporal de  $2.56 \pm 0.055$  y una producción diaria de  $24,8 \pm 5.92$  L de leche fueron distribuidas en dos grupos de nueve vacas, asignados al azar a cada una de las dos raciones ofertadas *ad libitum* durante 74 días. Las raciones estaban compuestas por ensilado de maíz (QU u OR), ensilado de raigrás italiano, paja de cebada y concentrado. Dos concentrados adicionales, ajustados en función del nivel de producción, fueron aportados como suplementos energéticos durante el ordeño. Las vacas tuvieron acceso al pasto durante 6 horas al día en 7 parcelas de 1,5 ha cada una aprovechadas en un sistema de pastoreo rotacional. El consumo de *unifeed* fue medido mediante un sistema de registro automatizado, el de los concentrados adicionales mediante alimentadores automáticos del sistema de ordeño y la ingestión de hierba estimada mediante las ecuaciones propuestas por Macoon et al. (2003). Muestras de ambos tipos de raciones *unifeed* fueron tomadas semanalmente, de los dos concentrados mensualmente y de la hierba cada vez que cambiaban de parcela de pastoreo. Las vacas eran ordeñadas dos veces al día, registrándose su producción y tomando una muestra de leche.

El valor nutritivo de los alimentos se estimó por espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS). En leche, la composición química fue determinada por MilkoScan FT6000 y la cuantificación de AG por cromatografía de gases-masas (Varian 4000 GC-MS) previa extracción de grasa (Feng et al., 2004) y metilación de AG (Chouinard et al. (1999). Los datos de alimentos y

leche tomados durante todo el ensayo fueron analizados usando el procedimiento MIXED del SAS (1999), considerando el tipo de dieta como factor principal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los dos tipos de ensilado de maíz (QU y OR) presentaron una composición química similar, excepto una mayor concentración de almidón en el ensilado OR que en el QU que le confirió un mayor aporte energético (Tabla 1). Esto permitió formular la ración *unifeed* con un 5,9% menos de concentrado cuando se utilizó ensilado OR que cuando se utilizó ensilado QU para que ambas raciones fueran isoenergéticas e isoproteicas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Valor nutritivo de los ensilados de maíz según fertilización orgánica (OR) o química (QU), Composición de ingredientes y química de la mezcla *unifeed*.

	OR	QU
<b>Ensilado de maíz (%MS)</b>		
Materia Seca	36,90	36,50
Materia Orgánica	95,59	95,15
Proteína Bruta	8,59	8,89
Almidón	35,55	30,52
Energía Metabolizable (MJ/kgMS)	11,30	11,19
<b>Mezcla <i>Unifeed</i></b>		
<b>Ingredientes (%MS)</b>		
Ensilado de maíz	30,81	31,10
Ensilado de raigrás italiano	38,84	37,48
Paja de cebada	7,69	7,42
Concentrado	22,66	23,99
<b>Composición (%MS)</b>		
Materia Seca	47,22	45,30
Materia Orgánica	90,47	90,03
Proteína Bruta	12,43	13,07
Fibra Neutro Detergente	42,35	43,87
Energía Neta de lactación (Mcal/kgMS)	1,50	1,51

Los consumos diarios de materia seca de la mezcla *unifeed*, concentrados suplementarios y hierba se muestran en la Tabla 2. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos, si bien cuando la mezcla *unifeed* estaba elaborada con ensilado de maíz QU, el consumo total de materia seca fue un 10% superior que cuando estaba formulada con ensilado de maíz OR. Ello es debido a una mayor ingestión de hierba durante el pastoreo por los animales que consumían el tratamiento QU (5,4 vs. 4,3 kg/d para los tratamientos QU y OR respectivamente,  $P > 0,05$ ).

**Tabla 2.** Consumo de alimentos (kg MS/d) en cada uno de los tratamientos.

	OR	QU	eem	P
Mezcla <i>Unifeed</i>	12,24	12,89	1,085	NS
Concentrados Sup	0,94	0,96	0,249	NS
Hierba	4,31	5,40	0,982	NS
Total	17,49	19,25	0,932	NS

En la Tabla 3 se muestra la producción de leche diaria, así como el porcentaje de grasa, proteína y lactosa. No se observan diferencias significativas entre tratamientos ni en producción (25,2 y 25,7 L/d en los tratamientos OR y QU) ni en la composición de grasa (3,89% en ambos grupos), proteína (3,26%) ni lactosa (4,89%). El perfil de ácidos grasos fue similar también entre tratamientos excepto en las concentraciones de ácidos linoleico y linolénico. El tratamiento QU tuvo una menor ( $P < 0,05$ ) concentración de 18:2 n-6 y mayor

( $P < 0,01$ ) de 18:3 n-3 que el tratamiento OR, como reflejo de la mayor ingestión de hierba en este tratamiento. Estos resultados concuerdan con otros estudios (Morales-Almaráz et al. 2010) que estudiando diferentes niveles de pastoreo observaron mayores niveles de ácidos grasos insaturados en leche al aumentar la ingestión de pasto.

**Tabla 3.** Producción (kg/d), composición (g/kg) y ácidos grasos C18 (g/100g AG) de la leche.

	OR	QU	eem	P
Producción	25,17	25,72	2,068	NS
Grasa	3,89	3,88	0,148	NS
Proteína	3,26	3,26	0,127	NS
Lactosa	4,89	4,89	0,219	NS
18:0	13,12	12,57	0,299	NS
18:1 c9	21,16	20,64	0,456	NS
18:1 t11	1,66	1,54	0,087	NS
18:2 n-6	1,39	1,16	0,047	*
18:2 c9 t11	0,60	0,66	0,043	NS
18:3 n-3	0,36	0,49	0,018	**

El uso de fertilización orgánica en el cultivo de maíz para ensilar, permite reducir la proporción de concentrado en la ración de vacas lecheras y no incrementa la ingestión voluntaria de hierba en animales en pastoreo. La alimentación con raciones basadas en este tipo de ensilado no produce variaciones ni en la producción ni en la composición de la leche. Las diferencias observadas en la concentración de ácido linoleico y linolénico se atribuyen al mayor consumo de hierba en los animales que consumen mezcla *unifeed* basada en ensilado de maíz cultivado con fertilización química.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chouinard P. Y., Corneau L., Barbano D. M., Metzger L. E. & Bauman D. E. 1999. *J Nutr.* 129: 1579-1584. • Feng S., Lock A. L. & Garnsworthy P. C. 2004. *J Dairy Sci.* 87: 3785-3788. • Macoon B., Sollenberger L. E., Moore J. E., Staples C. R., Fike J. H. & Portier K. M. 2003. *J Anim Sci.* 81: 2357-2366. • Martínez-Fernández A., Pedrol N., Alperi J. 2003. *Siembra de Praderas* KRK Ed. 89 pp. • Morales-Almaráz E., Soldado A., González A., Martínez-Fernández A., Domínguez-Vara I., de la Roza Delgado B. & Vicente F. 2010. *J Dairy Res.* 77: 225-230. • NRC 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. National Academy Press. 381 pp. • SAS 1999. *User's Guide. Release 8.2*. SAS Institute.

**Agradecimientos:** Trabajo financiado mediante el proyecto INIA RTA2011-00112-00-00. La estancia de F. Próspero ha sido financiada por CONACYT-México.

### EFFECT OF MAIZE SILAGE CULTIVATE WITH ORGANIC FERTILIZATION ON PRODUCTION AND QUALITY OF MILK

**ABSTRACT** The aim was evaluate the influence of type of fertilization on maize culture to ensile in dairy cows rations as a strategy to improve the profitability of milk production. The composition of the maize silages growing with conventional (QU) or organic (OR) fertilization were similar, except a higher concentration of starch and energy on OR silage than on the QU silage. The use of organic fertilizers in the culture of maize silage, reduces the proportion of concentrate in the ration of dairy cows and does not increase the voluntary intake of grass in grazing cows. Feeding dairy cows with rations based on this type of silage do not affect either the production nor the composition of milk. The differences observed in the concentration of linoleic and linolenic acids are attributed to increase of grass intake in cows feeding unifeed based on silage of maize cultivated with chemical fertilizers.

**Keywords:** Fertilization, maize silage, dairy cow; milk