

Estudio del valor nutritivo del ensilado de grano de maíz inmaduro [pastone] para raciones de terneros: Composición bromatológica, fermentación y cinética de producción de gas.

Sedó, F., Seradj, A. R., Mora, J., Cortés, X., Villalba, D., y Balcells, J.
Departament de Producció Animal ETSEA, Universidad de Lleida. 25198 Lleida. España.
E-mail: balcells@prodan.udl.cat

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los principales ingredientes en las raciones destinadas al engorde de terneros y se utiliza mayoritariamente en forma de grano en raciones concentradas o, tras ensilar la planta entera, en raciones forrajeras tipo mezcla destinadas a rumiantes. Una tercera posibilidad es la de ensilar el grano inmaduro, este producto se conoce comúnmente como "pastone" y el procedimiento consiste en ensilar el grano húmedo, sólo o con la mazorca cuando el grano se encuentra en estado lechoso, desechando la parte vegetativa de la planta. La utilización en alimentación animal de este tipo de ensilado se ha incrementado de forma notable en Europa (Francia, Alemania y Dinamarca) aunque mayoritariamente este aumento se ha descrito en ganado porcino (Danel et al., 2013). La ventaja de utilizar "pastone" radica en conseguir un producto de elevada concentración energética, superior al grano, con las ventajas técnicas que implica una cosecha temprana, esto es, la posibilidad de combinarla con un cultivo de primavera (doble cosecha, i.e. raigrás, cebada, etc). No obstante, y previa a su utilización en terneros, sus características bromatológicas y su valor nutritivo deben ser establecidos. Por ello el objetivo del presente trabajo es determinar la composición bromatológica, las características de la fermentación ruminal y la digestibilidad *in vitro* de ensilado de maíz inmaduro "pastone" en sus diferentes presentaciones cuando son utilizadas en raciones de terneros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los alimentos analizados fueron, respectivamente, maíz grano (MG), ensilado de maíz (EM: planta entera, picada y ensilada en silo trinchera), ensilado de grano inmaduro, *pastone* (PST: maíz grano en estado lechoso, picado y ensilado en silo trinchera) y finalmente *pastone integral* (PST incluyendo la mazorca ensilado en bolsas). Los diferentes productos se obtuvieron en diferentes explotaciones comerciales. Tras su liofilización se determinó su composición bromatológica (AOAC, 1999), posteriormente se determinó la cinética de producción de gas (Fondevila y Espes, 2008) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (Menke, 1979). La cinética de producción de gas se determinó a partir de cinco tandas o series de incubación, utilizando cinco terneros como donantes que fueron alimentados con una dieta basada en forrajes y pastone. El líquido ruminal que fue obtenido inmediatamente tras el sacrificio y filtrado a través de una gasa doble de quersería. Cinco botellas (120 ml) fueron utilizadas por alimento y rellenadas con 80 ml de una solución de incubación que incluía el inóculo ruminal (20%), macrominerales (17%), buffer (17%), una solución reductora (3,45%) y agua destilada. La mezcla fue preparada en ambiente no oxidante mediante un burbujeo constante de CO₂ siguiendo el procedimiento descrito por Mould et al. (2005). Para determinar las características de la fermentación de los diferentes sustratos 600 mg MS de cada alimento fueron añadidos a las botellas que fueron cerradas inmediatamente con tapones de butilo-aluminio e incubadas a 39 ± 1° C en agitación constante. La producción de gas se determinó a partir de la presión del espacio de cabeza (manómetro TP704 DELTA OHM, Italia) a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72 y 96 horas incubación. Previamente se estableció la relación presión-volumen del gas emitido. Una muestra de la solución inicial (T=0), y posteriormente una de las botellas de cada tratamiento fue abierta a las 12, 24, 48, 72 y 96 horas de incubación, respectivamente, determinándose el pH y tras filtrar su contenido (1 mm Ø), se procedió a muestrear el filtrado para determinar su contenido en ácidos grasos volátiles (AGV). La cinética de producción de gas se ajustó de forma iterativa (programa SAS NLIN) para el modelo propuesto por McDonald (1981), modificado como: $y = a (1 - e^{-b(t-c)})$, donde "y" representa la producción acumulada de gas (ml); "a" es el potencial máximo de producción (ml/g MS); "b" es el ritmo fraccional de producción (ml / h); y "c" es el tiempo de retraso (h). Tanto los parámetros correspondientes a la cinética de degradación (a, b y c) como la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica se analizaron estadísticamente mediante un modelo mixto que incluía el alimento y la tanda

como efectos fijos, considerando la botella como efecto aleatorio. El nivel de significación se situó en el 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen escasas referencias en relación al contenido energético y proteico de este tipo alimentos derivados del maíz. En cerdos su incorporación a las raciones parece mejorar la digestibilidad ileal y fecal (Danel et al., 2013) mientras que en pollos podría resultar una alternativa al maíz convencional (Saldanha et al., 2006). En la Tabla 1 se presenta la composición bromatológica de los alimentos analizados. El pastone en relación al maíz en grano mostró una menor concentración de proteína bruta y fibra. Al incluir la mazorca se incrementa el contenido en fibra y se reduce, proporcionalmente el resto de componentes.

Tabla 1. Composición bromatológica, cinética fermentación, producción de gas y digestibilidad de la materia orgánica obtenida a partir de la incubación "in vitro" de maíz grano (MG), ensilado de maíz (EM), ensilado de maíz inmaduro sin (PST) o con mazorca (PST+M) en inóculos ruminales procedentes de terneros en cebo.

Ítem	Alimentos				Eem ¹	P-Valor
	MG	PST	PST+M	EM		
Composición química						
Materia seca (MS)(%)	87,6	66,3	49,5	36,6	--	--
Proteína bruta (%)	10,1	8,7	7,1	8,2	--	--
Materia orgánica (%)	98,5	98,2	98,3	95,2	--	--
Fibra neutro detergente (%)	6,3	4,1	13,3	36,7	--	--
Fibra ácido detergente (%)	1,1	0,8	5,5	20,2	--	--
Cinética de producción de gas						
a (ml/g MS)	302,5 ^a	329,3 ^a	295,5 ^a	227,9 ^b	11,03	0,01
b (ml / h)	0,1 ^b	0,2 ^a	0,2 ^{ab}	0,1 ^b	0,02	0,01
c (h)	-0,1	0,7	-0,4	-0,7	0,58	0,39
Ácidos grasos volátiles						
Producción de AGV (mM)	37,9 ^{ab}	41,2 ^a	40,6 ^a	34,7 ^b	2,26	0,01
Acetato/propionato	2,8 ^b	3,0 ^a	3,2 ^a	3,1 ^a	0,15	0,01
Digestibilidad <i>in vitro</i>						
Materia Orgánica (%)	59,8 ^b	70,8 ^a	64,1 ^b	52,1 ^c	1,52	0,01

¹error estándar de la media

La composición bromatológica del pastone se reflejó en su fermentación microbiana, así el pastone incrementó el ritmo fraccional de producción (b) en relación al maíz grano (P<0,05) y numéricamente, los niveles de producción potencial así como los niveles de producción de AGV. El pastone indujo un tipo de fermentación más acética que la que indujo el maíz grano y ello se manifestó en una relación acetato:propionato superior en el grano inmaduro ensilado (P<0,05).

El pastone integral tuvo tasas de producción de gas inferiores (Figura 1) pero no modificó los niveles de producción gas ni los niveles de fermentación del sustrato (mmol AGV/g MS) comparándolo con el pastone. Las tasas Acético:Propiónico no difirieron entre el ensilado de maíz, pastone y pastone integral.

Las variaciones en la composición bromatológica y la cinética de producción de gas registradas se reflejaron en los niveles de digestión de la materia orgánica *in vitro* que fue superior en el caso del pastone, cuando esta se comparó con el pastone integral, ensilado de maíz y el maíz en grano (P<0,05). Ello implicaría que el pastone (ensilado del grano inmaduro) permitiría incrementar los niveles de fermentación ruminal y la digestibilidad de la materia orgánica, lo que equivaldría a un incremento en los niveles estimados de energía metabolizable del alimento, así a partir de las ecuaciones propuestas por Menke (1979) el pastone mostraría un contenido energético superior (3,7 Mcal EM/kg MS) al estimado con el maíz en grano (3,4 Mcal EM/kg MS).

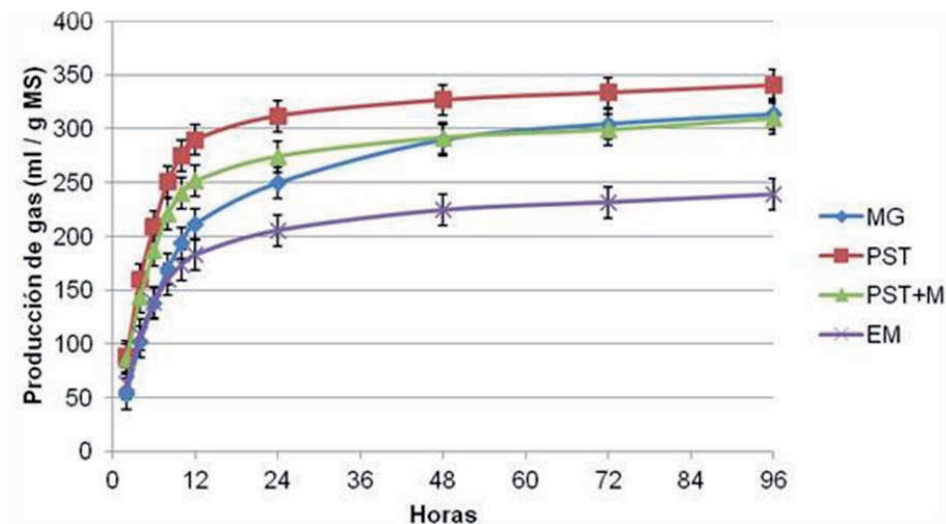


Figura 1. Curva de producción de gas de los alimentos analizados. MG: maíz grano; PST: pastone; PST+M: pastone integral; EM: ensilado de maíz

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC 1999. AOAC International
- Danel, J. et al. 2013. EAAP , August 26-30. Nantes, France.
- Fondevila, M. et al., 2008. Anim. Feed Sci. Technol.,144,p. 196-211.
- Krishnamoorthy, U. et al. 1995. Anim. Feed Sci. and Tech 52, 177-188.
- Menke K H, 1979, J. Agric. Sci.93: 217-222.
- Mould, F.L. et al. 2005. Anim. Feed Sci. Technol, 123-124, p. 155-172.
- Saldanha, et al. 2006. Rev. Bras. de Cien. Avic. 8 (2): 113–18
- Theodorou et al. 1994. Anim. Feed Sci. and Tech, 48, 185-197.

NUTRITIVE VALUE OF HIGH-MOISTURE MAIZE GRAIN SILAGE [PASTONE] IN CALVES RATION: BROMATOLOGICAL COMPOSITION, FERMENTATION AND GAS PRODUCTION KINETICS.

ABSTRACT: The Corn grain (CG) mostly is used in concentrate diets and the silage of the whole plant (SWP) as a roughage source in ruminant nutrition. The third possibility would consist of using the silage of the immature high-moisture corn grain (HMCG: A.K.A *pastone*) as a way to obtain high energy product and to reduce plant vegetative cycle. The aim of the presented assay is to evaluate *in vitro* the nutritive value of HMCG and HMCG+cob and compare them against CG and SWP in growing steers. In relation to CG, the HMCG (*pastone*) showed lower concentration of CP, EE and fiber and higher NFE. Moreover HMCG showed higher level of gas and VFA production as well as *in vitro* OM digestibility. Harvesting and ensiling the immature corn allows reducing corn crop cycle and provide higher energy content than CG.

Keywords: gas production, high-moisture corn grain silage, corn silage.