

ENSILADO DE HABONCILLOS EN MONOCULTIVO O ASOCIADOS A TRITICALE

A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, F. VICENTE, B. DE LA ROZA DELGADO, Y A. ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ

Área de Nutrición Animal, Pastos y Forrajes. (SERIDA). E-33300 Villaviciosa, (Asturias) admartinez@serida.org

RESUMEN

Se realizó una síntesis de diversas experiencias realizadas con vistas a intensificar la producción forrajera en zonas templado-húmedas, con especial referencia a las del SERIDA (Principado de Asturias). Todas parten de que no basta con introducir el maíz forrajero. Es preciso que rote con un cultivo de invierno-primavera. En el caso concreto de Asturias, es muy usado el raigrás italiano alternativo. Sin embargo, por múltiples razones, es conveniente que intervengan leguminosas. A tal efecto, tras ensayar varias asociaciones cereal-leguminosa como cultivo de invierno para rotar con el maíz, destacó la de triticales-haboncillos. Su momento óptimo de corte para ensilar se corresponde con los respectivos estados fenológicos de grano lechoso- vainas con grano (la digestibilidad de la materia orgánica del respectivo ensilado fue 64,9 % a un nivel de alimentación de 1,84). La calidad nutricional de las habas forrajeras resultó muy superior a la del triticales, por lo que pueden incluso ser utilizadas como especie única, sin asociar a cereal. Sin embargo, en este caso el bajo contenido en materia seca en el momento del corte hace necesaria su prehenificación previa al ensilado. Cabe destacar la buena estabilidad aeróbica del mismo, ligeramente mejorable en cuanto a evolución de temperatura (unos 0,4 C° menos al final) por adición de un inoculante formulado a partir de cepas de bacterias lácticas heterofermentativas como el *Lactobacillus buchneri*.

Palabras clave: Producción, cultivo intercalar gramínea- leguminosa, valor nutritivo, calidad fermentativa, balance energético, balance en nitrógeno, estabilidad aeróbica

INTRODUCCIÓN

Rotación raigrás italiano-maíz: abuso de gramíneas

Uno de los factores estructurales limitantes en el incremento de la rentabilidad de las explotaciones en la Cornisa Cantábrica es la reducida base territorial de la que disponen para producir alimentos forrajeros. Este hecho, unido a la irregularidad estacional en la producción de las praderas, ha motivado que muchos ganaderos adopten estrategias

para la intensificación de la producción forrajera (Múgica *et al.*, 1995), garantizando la máxima cobertura de la ración forrajera de su ganado en base a producciones propias, y uniformando estacionalmente la calidad de la ración. Para ello introducen alternativas forrajeras intensivas anuales con aprovechamiento por siega y suministro en verde o conservación mediante ensilado y, en base a ello, alimentan a sus animales “a pesebre”.

En las explotaciones lecheras del norte de España, la rotación de cultivo más habitual, por su elevada productividad, ha sido la de maíz-raigrás italiano (*Zea mays* L. - *Lolium multiflorum* Lam.), repitiéndose de forma continuada a lo largo del tiempo. Sin embargo, su efecto negativo sobre la fertilidad del suelo y su exigencia en abonados nitrogenados ha impulsado la introducción de nuevos cultivos forrajeros que supongan una alternativa al raigrás italiano como cultivo de invierno. (Flores *et al.*, 2003).

Por otra parte, el incremento en el tamaño de las explotaciones ganaderas conlleva la necesidad de disponer de gran cantidad de alimentos conservados para cubrir las necesidades del período invernal. La forma más habitual de conservación de los excedentes forrajeros es mediante ensilado (Martínez-Fernández *et al.*, 2007).

Uno de los requerimientos exigidos a estas nuevas alternativas forrajeras que se destinarán principalmente a la elaboración de ensilado, es que superen el valor nutritivo del raigrás italiano, especialmente su contenido proteico.

En los últimos años varios autores han evaluado diversas mezclas de cereales de invierno asociados con leguminosas, que por su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo contribuyen a disminuir los requerimientos de nitrógeno con el consiguiente beneficio medioambiental (de la Roza *et al.*, 2004; Argamentería *et al.*, 2005).

Cereales de invierno para ensilar: síntesis de la revisión efectuada

Dentro de las gramíneas, destaca el grupo forrajero denominado cereales inmaduros o cereales de invierno para forraje que comprende a todas aquellas plantas pertenecientes a la familia de las gramíneas que se cultivan mayoritariamente para la producción de cereal grano: trigo, cebada, avena, centeno y triticale. Representan el 30% de la superficie total destinada a la producción forrajera. El 97% de las hectáreas dedicadas a producir cereales de invierno para uso forrajero son de secano, en correspondencia a la localización de la mayoría de estas hectáreas. El 92% del total de la superficie ocupada por los cereales están en Andalucía, Extremadura, Castilla La Mancha, Castilla-León y Baleares. La forma de aprovechamiento más importante es el consumo en verde (49%), seguida de la de heno con un 42% y la fracción restante, como ensilado (9%).

Con los cereales inmaduros el factor de decisión inicial es el tipo de cereal a escoger. Esta elección depende básicamente de las consideraciones agronómicas (tipo de suelo, resistencia al frío y a la sequía) y de la localización del cultivo. Desde la vertiente

productiva, la avena (*Avena sativa* L.) es el cereal que más produce en el momento del espigado de la planta, mientras que un mes más tarde se ve superada por la cebada. El tipo de aprovechamiento y el momento óptimo de corte también es función del tipo de cereal considerado. Si bien los cereales pueden utilizarse como recurso forrajero en régimen de siega para su consumo a diente, en verde o como heno, la forma óptima de aprovechamiento es mediante su ensilaje, a excepción del centeno, en cuyo caso la recomendación es utilizar siempre este cereal en pastoreo antes del espigado. En el resto de cereales su ensilaje debe realizarse cuando el grano se encuentra entre el estadio lechoso y pastoso (Tabla 1).

TABLA 1

Momento de cosecha, porcentaje de materia seca (% MS) y tamaño de picado (mm) recomendado para diferentes cultivos.

Harvesting time, dry matter content (% DM) and chopped size (mm) recommended for different crops.

Cultivo	Madurez	%MS según tipo de silo			Tamaño picado (mm)
		Horizontal	Vertical	Hermético	
Maíz	Línea de leche 1/2 a 2/3 del grano	28-33	32-37	40-50	9-12
Alfalfa	Prebotón floral	30-35	35-40	40-50	6-9
Cereales	Grano lechoso o pastoso blando	28-33	32-37	40-50	6-9
Gramíneas	Primeras espigas	28-33	32-37	40-50	6-9
Sorgo	Grano pastoso o pastoso duro	25-30	30-35	40-50	9-12

The Pioneer Forage Manual (1990)

El ensilaje de los cereales inmaduros es una práctica conocida en nuestro país, aunque poco extendida. En la actualidad, sólo se ensila el 9% de la producción, pero se estima que crecerá en el futuro. Como en el caso del maíz, el ensilaje de los cereales no es conflictivo si se hace cuando el grano se encuentra en el estadio de grano pastoso, con unas pérdidas de materia seca (MS) que se situarán alrededor del 10%.

La aptitud al ensilaje de los cereales inmaduros es buena debido a las mismas razones dadas para el maíz: contenido elevado de carbohidratos para ser transformados en ácido láctico, bajo poder tampón y elevado contenido en materia seca al ensilar. Los ensilados de cereales inmaduros deben poseer un pH cercano a 4, y contenidos en nitrógeno amoniacal y nitrógeno soluble inferiores al 10% y 50% del nitrógeno total, respectivamente.

Desde el punto de vista nutritivo, estos ensilados constituyen un alimento de un valor energético muy por debajo del que posee el ensilado de maíz. Sin embargo, poseen mayor contenido proteico y en minerales, aunque siguen siendo bajos. El contenido en

almidón es menor que el de un ensilado de maíz y, por el contrario, el contenido en carbohidratos estructurales es más elevado (FEDNA, 2004).

Asociaciones cereal-leguminosa para ensilar: ensayos realizados en zonas templado-húmedas españolas.

En las condiciones de la Cornisa Cantábrica, la avena (*Avena sativa* L.) y la asociación veza-avena (*Vicia sativa* L.-*Avena sativa* L.) se señalan como los forrajes más interesantes si bien, el triticale (x *Triticosecale* Wittm) es cada vez más utilizado, siendo el ensilado el método más interesante de aprovechamiento, dada la dificultad o imposibilidad de utilizarlos en verde a lo largo del año por su producción estacional. Zea y Díaz (1989), indican que la fecha de corte está condicionada por la siembra de maíz.

Otra alternativa puede ser la asociación guisante-avena (*Pisum sativum* L.-*Avena sativa* L.), como cultivo de invierno en sustitución del raigrás italiano y aprovechamiento por corte único, para evitar el déficit de proteína del conjunto de la rotación raigrás-maíz (Castro y González, 1997). En este caso, la asociación guisante forrajero-avena antes del maíz permite duplicar la producción de proteína del cultivo de invierno manteniendo las de materia seca y energía y reduciendo a la mitad el coste de producción de la proteína pero incrementando en un 18% los de materia seca y energía (Mangado y Amestoy, 2000).

Martínez *et al.* (2002) ensayaron varias leguminosas asociadas a avena vs. triticale, destacando los resultados obtenidos con la asociación triticale-haboncillos. Flores *et al.* (2003), obtuvieron resultados muy prometedores con la asociación triticale-guisante forrajero (x *Triticosecale* Wittm.-*Pisum sativum* L.), de la Roza *et al.* (2004) y Argamentería *et al.* (2004) determinaron que la asociación triticale-haboncillos (x *Triticosecale* Wittm. cv. 'Tentudia' - *Vicia faba* cv. 'Rutabon') era una buena alternativa al raigrás italiano cuando se cosechaban pasada la floración de las leguminosas, siendo esta asociación mucho menos exigente en fertilización nitrogenada que el raigrás italiano. Se la seleccionó para posteriores experiencias a realizar en el SERIDA de Villaviciosa, bajo forma de ensilado, ya que esta es la forma final que será habitualmente consumida por el ganado. Un forraje conservado puede a lo sumo mantener, pero nunca mejorar, la calidad nutricional del forraje inicial. (Figura 1). Se requieren ensayos in vivo, ya que existen claras diferencias en la extensión de la digestión y ritmo de paso entre leguminosas y gramíneas y dentro de estas últimas, entre pratenses y cereales de invierno utilizados para forraje (Salcedo, 2000). También hay que tener en cuenta que el consumo de ensilado es menor que el de forrajes verdes. Influyen al respecto los metabolitos de fermentación, longitud del picado y tipo de silo donde se conservan los forrajes.

También se acudió al uso de microsilos, para efectuar determinaciones difíciles de realizar con ensilados a nivel de explotación, como es el caso de las pérdidas totales por gases y efluente, que pueden oscilar desde un 7% hasta más de un 40% (Zimmer, 1980). También facilitan la obtención de datos relativos al deterioro aeróbico. Constituye un serio problema en muchas explotaciones y se achaca a que, durante el almacenaje y el periodo de alimentación, es habitual que ocurra una infiltración de aire, en la masa ensilada, lo que estimula el crecimiento de microorganismos aerobios provocando un rápido deterioro del ensilado. Las levaduras son las que inician este proceso degradando el ácido láctico provocando el calentamiento de los ensilados (Taylor *et al.*, 2002) debido a reacciones exotérmicas, con la consiguiente pérdida de materia seca y energía.

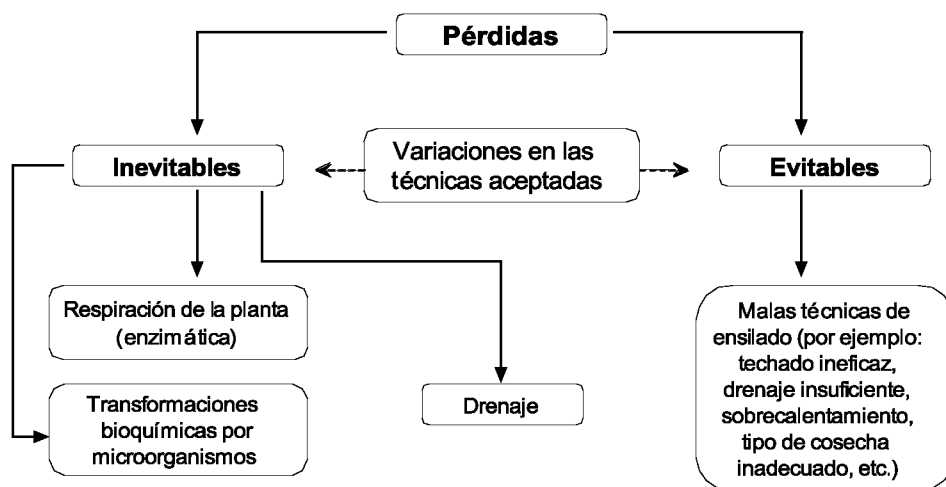


FIGURA 1
Pérdidas ocasionadas durante el proceso de ensilado.
Losses during the ensiling process.

RESULTADOS MÁS DESTACABLES DE LAS INVESTIGACIONES LLEVADAS A CABO EN EL SERIDA DE VILLAVICIOSA EN RELACIÓN CON LO ANTERIOR

Recientes trabajos llevados a cabo en el SERIDA de Villaviciosa tuvieron como objetivo determinar el momento óptimo de corte de la asociación triticale-haboncillos. Se sintetizan a continuación y se incluyen tablas de resultados en los casos en que se amplía la información previamente publicada.

Evolución de la producción y composición química del triticale y de los haboncillos cuando crecen en asociación

Tres parcelas diferentes se sembraron con dicha asociación. Se subdividieron a su vez en tres partes cada una, para control de producción y contenido en principios nutritivos de ambos forrajes en los sucesivos estados fenológicos de espigado-floración, grano incipiente-vainas en formación y grano lechoso-vainas con grano, respectivamente. De acuerdo con los resultados obtenidos, interesa cortar en estos últimos estados fenológicos. Los haboncillos tuvieron un contenido energético y proteico muy superior al del triticale y, a pesar de su condición de leguminosa, una buena ensilabilidad en cuanto a contenido en azúcares solubles y capacidad tampón. El factor más limitante sería su contenido en materia seca. (De la Roza *et al.*, 2004; Argamentería *et al.*, 2004).

Ensilados de triticale-haboncillos en tres momentos sucesivos de corte

En los tres estados anteriores se recolectó el correspondiente forraje (tercera parte de cada parcela) con una cosechadora de mayales para rellenar dos silos trinchera diferentes, elegidos al azar dentro de una batería de seis, siendo valorado posteriormente cada respectivo ensilado por su contenido en principios nutritivos y metabolitos de fermentación, y, por resultados *in vivo* sobre vacuno frisón en fase decreciente de lactación. Para ello, a cada ensilado se le asignaron al azar cuatro diferentes vacas lecheras procedentes de un rebaño en pastoreo suplementado con una ración completa mezclada parcial. En todas ellas se había determinado diariamente la producción desde el parto, semanalmente la composición de la leche y mensualmente el peso vivo y condición corporal. Fueron alojadas individualmente en nave metabólica con colector separador de heces y orina. Tras 15 días de adaptación, durante otros siete se efectuaron los siguientes controles diarios: ingestión voluntaria y excreción de heces, orina y leche, con muestreos, liofilización y respectivos análisis químicos para determinar la digestibilidad de los diversos principios nutritivos, efectuar los correspondientes balances en energía y nitrógeno y caracterizar la respuesta en producción y calidad de la leche. Todos los animales disponían de agua a libre disposición y recibían como única suplementación 50 g $\text{vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$ de corrector vitamínico-mineral, despreciándose su contribución a la ingestión total diaria de materia seca. El orden de evaluación de los seis ensilados en las respectivas cuatro vacas que se asignaban a cada uno fue aleatorio (Argamentería *et al.*, 2005). No disponiendo de medios para determinar pérdidas energéticas bajo forma de gases, se estimaron según bibliografía al respecto. Los resultados obtenidos muestran que, al avanzar el estado fenológico, la composición química de los ensilados de triticale-haboncillos se modifica significativamente, incrementando los valores de

materia seca, cenizas y almidón, y, disminuyendo los de proteína bruta y fibra neutro detergente (Tabla 2).

TABLA 2

Composición química y digestibilidad neutro detergente-celulasa de la materia orgánica (DenzMOndc) de los ensilados de triticale-haboncillos según estado fenológico.

Chemical composition and neutral detergent-cellulase organic matter digestibility of triticale-fava bean silages according to phenological stages.

Estado fenológico (triticale):	Espigado	Grano incipiente	Grano lechoso			
Estado fenológico (haboncillos):	Floración	Vainas	Vainas con grano	P	Efecto silo (P)	e.e.m.
Materia seca en estufa (%)	19,2 a	26,8 b	28,4 c	***	***	0,14
Materia seca verdadera (%)	21,4 a	28,9 b	30,7 c	***	*	0,21
Cenizas (%MS)	16,5 a	17,2 a	20,4 b	**	**	0,34
Proteína bruta (%MS)	15,0 a	11,2 b	10,7 b	***	n.s.	0,13
Fibra neutro detergente (%MS)	56,8 a	53,1 b	53,4 b	*	n.s.	0,47
Almidón (%MS)	2,9 a	5,6 b	11,5 c	***	n.s.	0,22
DenzMOndc (%)	56,9	57,0	57,9	n.s.	n.s.	0,62

a, b, c: Valores con distinta letra en la misma fila difieren al nivel de significación (P) indicado

****: $P \leq 0,001$; **: $P \leq 0,01$; *: $P \leq 0,05$; n.s.: $P > 0,05$*

e.e.m. : Error estándar de la media

Estos resultados parecen lógicos y concordantes con lo observado sobre la evolución de ambas especies en verde por separado. El efecto Silo (Ensilado) sólo resultó significativo para aquellos componentes que están más relacionados con aspectos mecánicos de la elaboración del ensilado. En concreto, el drenaje de líquidos y la contaminación con tierra. Esta última es inevitable en caso de utilizar cosechadora de mayales (Flores, 2004) y los altos valores de cenizas revelan que fue considerable.

Según los resultados expuestos en la Tabla 3, tras el estado inicial de espigado-floración, aumenta la ingestión voluntaria de la materia seca y la de energía metabolizable, disminuyen las pérdidas urinarias de nitrógeno y aumenta la recuperación de dicho elemento en la leche.

En el estado más avanzado de grano lechoso-vainas con grano, aunque disminuya un poco la digestibilidad del almidón, incrementa el total de almidón digestible ingerido, con efecto favorable sobre el metabolismo del N. Aunque disminuya la digestibilidad real de la pared celular, aumenta la digestibilidad aparente del contenido celular (considerados ambos como libres de cenizas) y la de la energía bruta.

TABLA 3

Ensilados de triticale-haboncillos en sucesivos estados de desarrollo como dieta única para vacas lecheras en fase decreciente de lactación: Ingestión voluntaria, digestibilidad y balances en energía y nitrógeno.

Triticale-fava silages in successive phenological stages as a diet for dairy cows in declining phase of lactation: voluntary intake, digestibility and nitrogen and energy balances.

Estado fenológico (triticale):	Espigado	Grano incipiente	Grano lechoso		
Estado fenológico (haboncillos):	Floración	Vainas	Vainas con grano	e.e.m.	P
Ingestión voluntaria (kg MS vaca⁻¹día⁻¹)	12,6 a	14,8 b	14,4 b	0,40	0,08
Coefficientes de digestibilidad (%)					
Materia seca	60,3 b	54,6 a	56,2 a	0,45	***
Materia orgánica	66,8 b	63,3 a	64,9 ab	0,49	*
Proteína bruta	63,9 b	56,6 a	56,7 a	0,51	***
Fibra neutro detergente (NO CEN)	64,1 b	55,0 a	55,2 a	0,83	***
Contenido celular (NO CEN)	68,0 a	69,6 a	75,1 b	0,37	***
Almidón	99,0 b	98,6 b	98,0 a	0,11	**
Energía bruta	59,4 a	58,0 a	61,3 b	0,51	*
Energía digestible					
MJ/día	111 a	128 ab	135 b	3,5	*
MJ/kg MS	8,8 a	8,6 a	9,4 b	0,11	*
Energía metabolizable					
MJ/día	89 a	106 b	112 b	3,0	*
MJ/kg MS	7,1 a	7,2 a	7,8 b	0,10	*
Nivel de alimentación	1,46 a	1,73 b	1,84 b	0,04	**
Energía excretada en leche					
(% sobre energía bruta ingerida)	21,0	19,4	20,4	0,66	n.s.
N excretado en orina					
(% sobre ingerido)	45,4 b	38,7 a	40,3 a	0,78	*
N excretado en leche					
(% sobre ingerido)	20,0 a	23,9 b	22,9 b	0,60	*

*a, b, c: Valores con distinta letra en la misma fila difieren al nivel de significación e.e.m.: Error estándar de la media; ***: $P \leq 0,001$; **: $P \leq 0,01$; *: $P \leq 0,05$; n.s.: $P > 0,10$ NO CEN: Libre de cenizas*

Como consecuencia de un mayor nivel de alimentación (más energía metabolizable ingerida con relación a las necesidades teóricas de mantenimiento), hay respuesta positiva en producción de leche (ver Tabla 4). La no suplementación con concentrados origina un balance energético negativo, que se traduce en pérdida de peso, menor en los dos últimos cortes. Es de señalar que esta modalidad de experiencias a corto plazo no son apropiadas para detectar con precisión cambios de peso vivo y el caso de espigado-floración aparece una cifra excesiva. Pero, es lógica una correspondencia entre menor

ingestión de energía metabolizable, mayor descenso de la producción de leche y mayor pérdida de peso vivo. La reducción en el % de grasa de la leche cabe imputarla a una menor relación pared celular /almidón realmente digestible, pudiendo afectar además el contenido en metabolitos de fermentación de los ensilados.

El contenido en energía metabolizable y proteína digestible de los ensilados resulta bajo y, comparando con los niveles iniciales de producción y composición de la leche, es evidente una fuerte restricción energética y proteica (descenso de producción y nivel de proteína variando poco el de urea, además de pérdida de peso).

El aumento de ingestión cabe imputarlo al mayor contenido en MS del ensilado (A.F.R.C., 1991) y la pérdida de digestibilidad real de la pared celular al embastecimiento del triticale, al avanzar su estado fenológico.

El efecto Silo (Ensilado) resultó significativo para la mayoría de las variables relativas a digestibilidad y balances en energía en energía y nitrógeno. También para el porcentaje en grasa de la leche. Cabe imputarlo a diferente contenido en metabolitos de fermentación, totalmente digestibles y sujetos a mayor variabilidad entre silos (Flores, 2004). Ya se ha indicado previamente que dichos componentes químicos, podrían haber contribuido a las diferencias en el contenido en grasa de la leche entre cortes.

TABLA 4

Respuesta en producción y calidad de la leche, para los ensilados de triticale-haboncillos elaborados en sucesivos estados de desarrollo.

Response in milk yield and quality for triticale-fava bean silages elaborated in successive growth stages.

Estado fenológico (triticale):	Espigado	Grano incipiente	Grano lechoso		
Estado fenológico (haboncillos):	Floración	Vainas	Vainas con grano	e.e.m.	P
kg leche/vaca/día	13,4 a	12,3 a	16,0 b	*	0,38
Grasa (%)	4,69 b	4,11 a	4,44 ab	**	0,076
Proteína (%)	3,11	2,96	3,03	n.s.	0,057
Lactosa (%)	4,65	4,68	4,70	n.s.	0,021
Sólidos no grasos (%)	8,17	8,30	8,29	n.s.	0,143
Urea (mg/L)	289	306	312	n.s.	8,1
Variación de peso (kg/día)	-3,5 a	-0,7 b	-1,0 b	***	0,26

e.e.m.: Error estándar de la media

a, b, c: Valores con distinta letra en la misma fila difieren al nivel de significación (P) indicado

A la vista de los anteriores resultados, el ensilado directo, sin prehenificación, de la asociación triticale-haboncillos, resultó preferible en los respectivos estados fenológicos de grano lechoso-vainas con grano. Como ya se indicó anteriormente, la energía metabolizable resultó baja en general y la proteína bruta, limitante, excepto en el corte más temprano. A pesar de su alta ensilabilidad, las elevadas pérdidas, producidas durante

el proceso fermentativo, hacen imprescindible una prehenificación previa al ensilado, para poder utilizar con éxito esta asociación como cultivo invernal para ensilar en lugar del raigrás italiano.

Efectos de la prehenificación y de un inoculante mejorador de la estabilidad aeróbica

Trabajos posteriores del mismo equipo de investigadores (Vicente *et al.*, 2006; Martínez-Fernández *et al.*, 2006 y 2007) evaluaron el efecto del prehenificado y de la adición de *Lactobacillus buchneri* sobre la calidad nutritiva y fermentativa así como la estabilidad aeróbica de los ensilados de haba forrajera sola o asociada con triticale y la sotosiembra procedente de la pradera implantada conjuntamente con la asociación cereal-leguminosa, cultivadas en condiciones orgánicas y elaborados en las condiciones climatológicas de la Cornisa Cantábrica.

Los resultados muestran que la presencia de triticale en la mezcla forrajera mejora el contenido en materia seca y en azúcares solubles, lo que induce un mayor coeficiente de fermentabilidad. Asimismo, 24 horas de prehenificado inducen una mejora adicional en las condiciones de ensilabilidad tanto en las habas forrajeras como con su asociación con el triticale (Tabla 5), sin cambios significativos en la composición química de los forrajes. Además este periodo de presecado es suficiente para evitar el drenaje de efluentes durante el periodo de fermentación y la consiguiente pérdida de nutrientes que acarrea y reduce la síntesis de nitrógeno amoniacal sin provocar cambios en el contenido en proteína de los ensilados resultantes.

TABLA 5

Características de ensilabilidad y coeficiente de fermentabilidad de las distintas fracciones ensiladas.

Ensilability characteristics and fermentability coefficient of different crops to make silage.

	THS	TH	H		
	Directo	Directo	Prehenificado	Directo	Prehenificado
Materia seca (g kg ⁻¹)	195	206	361	183	280
AzSol (g kg ⁻¹ MS)	148	201	251	94	142
CT (meq NaOH kg ⁻¹ MS)	255	218	127	319	221
CF	24	28	52	21	33

THS: triticale + habas forrajeras + sotosiembra; TH: triticale + habas forrajeras; H: habas forrajeras
MS: Materia seca; AzSol: Azúcares solubles; CT: Capacidad tampón; CF: Coeficiente de fermentabilidad

En la tabla 6 se muestran las características fermentativas de los ensilados resultantes en función de las variables estudiadas.

Veinticuatro horas de prehenificado del forraje previo a la elaboración del ensilado reduce las fermentaciones láctica y acética independientemente del tipo de forraje. Sin embargo, la interacción prehenificado*aditivo, aunque no alcanzó los valores del ácido acético de los ensilados directos con aditivo (65,6 g kg⁻¹MS vs.74,7 g) sigue siendo significativamente superior a los ensilados en corte directo sin aditivo (65,6 g kg⁻¹MS vs. 42,9). Estos incrementos en la concentración final de ácido acético debidos a la acción del aditivo y de la prehenificación deberían traducirse en una mejora en la estabilidad aeróbica de los mismos.

Además, este periodo de presecado, resultó suficiente para evitar las pérdidas ocasionadas por producción de efluentes y redujo la síntesis de nitrógeno amoniacal sin provocar cambios en el contenido en proteína bruta de los ensilados.

Por su parte, el aditivo ensayado modificó significativamente el perfil fermentativo de los ensilados de acuerdo con las características metabólicas de las cepas heterofermentativas, es decir, transformando los azúcares solubles en ácido láctico en una primera etapa de la fermentación y posteriormente transformando este ácido láctico en ácido acético y ácido propiónico con un incremento en el pH final. Resultados similares con este mismo aditivo han sido puestos de manifiesto por diversos autores en ensilados de alfalfa (Kung *et al.*, 2003) y en ensilados de hierba, de planta entera de maíz y de diversos cereales (Ruser y Kleinmans, 2005; Kleinschmit y Kung, 2006).

TABLA 6

Efecto del prehenificado y del uso de *Lactobacillus buchneri* sobre las características fermentativas de los ensilados resultantes.

*Effect of wilting and inoculation with *Lactobacillus buchneri* on fermentative characteristics of silages.*

	TSH		TH				H			
	D-NA	D-SA	D-NA	D-SA	P-NA	P-SA	D-NA	D-SA	P-NA	P-SA
pH	4,21	4,43	3,94	4,27	4,09	4,18	4,06	4,67	4,27	4,55
Ác. láctico ¹	43,4	6,3	66,6	24,5	38,9	29,4	46,5	23,9	82,7	24,8
Ác. acético ¹	62,8	86,9	48,5	88,9	39,5	66,6	37,3	60,6	25,8	64,6
Ác. propiónico ¹	2,4	22,2	1,7	3,9	2,5	4,8	2,8	20,4	8,6	10,8

TSH: *triticale* + *habas forrajeras* + *sotosiembra*; TH: *triticale* + *habas forrajeras*; H: *habas forrajeras*.

1: g kg⁻¹ MS. D: ensilado directo; P: ensilado tras 24 h de prehenificación; NA: No aditivo; SA: Sí aditivo

Por otra parte el uso de *Lactobacillus buchneri* como aditivo potenciador de la estabilidad aeróbica incrementó los niveles de proteína en el ensilado sin afectar la síntesis del nitrógeno amoniacal.

En relación con la estabilidad aeróbica, todos los ensilados se mantuvieron estables al menos durante 10 días tras su apertura con independencia del tipo de forraje, tratamiento y uso de aditivo. Es de resaltar que en ninguno de los tratamientos estudiados las temperaturas finales superaron la temperatura ambiente. No obstante, cabe destacar que, concerniente a la temperatura, los efectos fijos considerados no resultaron significativos excepto el tratamiento de prehenificación, que provocó una menor temperatura final tras el período de exposición al aire (19,67 vs. 19,30 °C para triticale-haboncillos y 19,53 vs. 19,07 °C para haboncillos).

En las figuras 2 y 3 se observa la evolución del pH en el tiempo. Al respecto influyó significativamente el tipo de forraje (4,37, 4,12 y 4,41 de pH final para triticale-haboncillos con sotosiembra, triticale-haboncillos y haboncillos, respectivamente) y la inclusión de aditivo (4,15 y 4,58 para los ensilados elaborados sin y con aditivo respectivamente). También la interacción forraje*aditivo según la cual los valores más bajos de pH correspondieron a la asociación triticale y haba forrajera sin aditivo (pH=3,98) y los más altos a los ensilados de haba forrajera elaborados con aditivo (pH=4,66). El prehenificado no afectó a la evolución del pH (4,28 vs. 4,29 de pH final para los ensilados prehenificados y no prehenificados respectivamente).

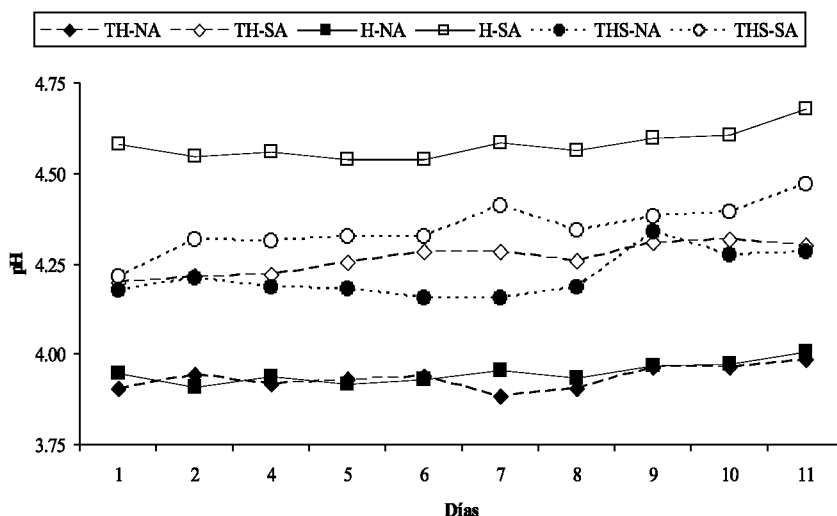


FIGURA 2

Evolución del pH para los ensilados elaborados en corte directo en función del tipo de forraje y del aditivo.

pH evolution for direct cut silages depending on forage and additive types.

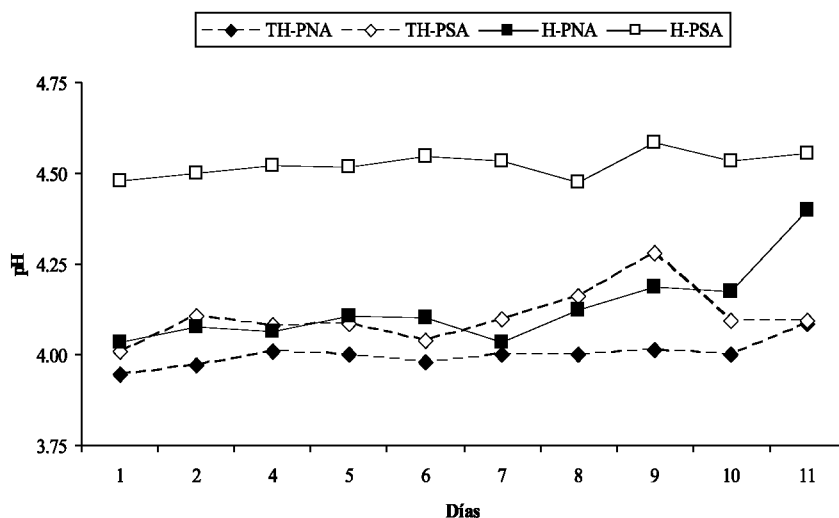


FIGURA 3

Evolución del pH para los ensilados elaborados tras 24 horas de oreo en función del tipo de forraje y del aditivo.

pH evolution for 24 hours wilted silages depending on forage and additive types.

CONCLUSIONES

- La inclusión de cereales en las asociaciones forrajeras con leguminosas destinadas a su consumo como ensilado, mejora sustancialmente las condiciones de ensilabilidad y de fermentabilidad.
- El momento óptimo de corte para realizar un ensilado directo (sin prehenificación) de la asociación triticale-haboncillos, se corresponde con los respectivos estados fenológicos de grano lechoso-vainas con grano. Sin embargo, excepto en los cortes tempranos, la digestibilidad del ensilado resultante es más bien baja y su contenido en proteína bruta, limitante
- La prehenificación del forraje previo a su ensilado mejora significativamente el coeficiente de fermentabilidad de la asociación cereal-leguminosa.
- La inclusión de aditivos formulados en base a cepas de bacterias lácticas heterofermentativas induce un mayor pH en los ensilados resultantes, como consecuencia de una mayor fermentación acética.
- La adición de *Lactobacillus buchneri* no mejora, en este ensayo, la estabilidad aeróbica de los ensilados a efectos de evolución en el tiempo de la temperatura tras la apertura del silo, mientras que la prehenificación del forraje muestra un efecto positivo.

- El mejor comportamiento en cuanto a estabilidad aeróbica, tanto en evolución de temperatura como en pH fue para la mezcla triticale-haba forrajera prehenificada y sin aditivo, directamente relacionado con su mayor coeficiente de fermentabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Los datos que se citan como resultado de investigaciones llevadas a cabo en el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), han sido financiados por los proyectos INIA RTA03-042 e INIA RTA2006-00082-C2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.F.R.C., 1991. Voluntary intake of cattle. A.F.R.C. technical committee on response to nutrients, report N° 8. Nutrition, Abstracts and Reviews, **B61**, 815- 823.
- ARGAMENTERÍA, A.; ROZA-DELGADO, B. de la; MARTÍNEZ, A.; VICENTE, F., 2004. Yield of intercropped of triticale and fava bean according to their developing state. Preliminary results. En: *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions. Proceedings of European Grassland Federation*. 20th General Meeting. Luzern (Switzerland).
- ARGAMENTERÍA, A.; CUETO, M. A.; ROZA-DELGADO, B; de la.; VICENTE, F.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A. 2005. Evolución de la ingestión voluntaria, digestibilidad in vivo y respuesta en producción y calidad de la leche, del ensilado de triticale haboncillos según momento de corte. En: *Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural*, Vol (I), 169-173. Ed. K. OSORO.; A. ARGAMENTERÍA.; A. LARRACELETA. Actas de la XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Gijón (Asturias).
- CASTRO GARCIA, M.P.; GONZALEZ RODRIGUEZ, A., 1997. Evaluación del cultivo de la mezcla veza común-avena para la producción de forraje en Galicia. *Actas de la XXXVII reunión de la SEEP*, 265-272. Sevilla (España)
- FEDNA, 2004. *Tablas de forrajes FEDNA 2004*. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. www.fedna.es.
- FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; PIÑEIRO, J.; CASTRO, P.; DÍAZ VILLAMIL, L. y VALLADARES, J., 2003. Composición química y digestibilidad in vitro del guisante forrajero (*Pisum sativum* L.) y triticale (x *Triticosecale* Wittm.) como cultivos invernales en seis fechas de corte en primavera. En: *Pastos, desarrollo y conservación*, 261-267. Actas de la XLIII Reunión Científica de la SEEP. Ed. A. B. ROBLES, M^a E. RAMOS, M^a C. MORALES, E. DE SIMÓN, J. L. GONZÁLEZ, J. BOZA. Junta de Andalucía. Granada. (España).
- FLORES, G., 2004. *Factores que afectan a la calidad del ensilaje de hierba y a la planta de maíz forrajero en Galicia y evaluación de métodos de laboratorio para la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de estos forrajes ensilados*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid, 318 pp. Madrid (España).
- KLEINSCHMITT, D. H.; KUNG, L., 2006. A meta analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small grain cereals. *J. Dairy Sci.*, **89**, 4005-4013.

- KUNG, L.; TAYLOR, C. C.; LYNCH, M. P.; NEYLON, J. M., 2003. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **86**, 336-343.
- MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A.; ROZA, B. de la y MARTÍNEZ, A., 2002. Mezclas cereal-leguminosa como forraje invernal en zonas húmedas. En: *Producción de Pastos Forrajes y Céspedes*, 315-320. Actas de la XLII Reunión Científica de la SEEP. 315-320. Eds. CHOCARRO, C., SANTIVERI, F., FANLO, R., BOVET, I., LLOVERAS, J. Universidad Lleida. (España).
- MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; VICENTE, F.; ROZA-DELGADO, B de la.; SOLDADO, A.; MARTÍNEZ, A.; ARGAMENTERÍA, A. 2006. Silage quality of faba-bean alone or with triticale growing organically. II: Effect of *Lactobacillus buchneri*. *Grassland Science in Europe*, 366-368.
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, A.; VICENTE, F.; ARGAMENTERÍA, A.; SOLDADO, A.; de la ROZA DELGADO, B. de la, 2007. Estabilidad aeróbica de ensilados de haboncillos vs. su asociación con triticale cultivados bajo condiciones orgánicas. En: *Los sistemas forrajeros: entre la producción y el paisaje*, 381-387. Actas de la XLVI R.C. de la SEEP. Vitoria (España)
- MANGADO, J.M.; AMESTOY, J.M., 2000. Alternativas forrajeras intensivas en la Navarra Húmeda. Análisis económico. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 755- 762. Braganza (Portugal), Coruña y Lugo (España).
- MUGICA, I.; SAEZ, J.L.; GALDUROZ, G., 1995. Resultados del cultivo de maíz forrajero en 1994. *Navarra agraria*, **89**, 37-42.
- PIONEER HI-BRED INTERNATIONAL, 1990. *Pioneer Forage Manual*. A Nutritional Guide. Des Moines, Iowa (EEUU).
- ROZA-DELGADO, B de la.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; SOLDADO-CABEZUELO, A.; ARGAMENTERÍA GUTIÉRREZ, A. 2004. Evolución de la producción y ensilabilidad de la asociación triticale haboncillos, según su estado de desarrollo. En: *Pastos y Ganadería Extensiva*; 273-277. Eds. A. GARCÍA CIUDAD.; B. VÁZQUEZ DE ALDANA.; I. ZABALGOGEAZCOA. Actas de la XLIV Reunión Científica de la Sociedad española para el Estudio de los Pastos. Salamanca. (España).
- RUSER, B.; KLEINMANS, J. 2005. The effect of acetic acid on the aerobic stability of silages and on intake. En: *Silage production and utilisation*, 231. Eds. R. S. PARK, M. D. STRONGE. Proceedings of the XIVth International Silage Conference. Belfast (UK).
- SALCEDO, G., 2000. Efecto de la madurez del ensilado de hierba, sobre la utilización digestiva en vacas secas. *Anales del Instituto de Estudios Agropecuario*, **XIII**, 103-126.
- TAYLOR, C. C.; RANJIT, N. J.; MILLS, J. A.; NEYLON, J. M.; KUNG, L., 2002. The effect of treating whole plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value value for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **85**,1793-1800.
- VICENTE, F.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, A.; ROZA, B. de la; SOLDADO, A.; PEDROL, N.; ARGAMENTERÍA, A., 2006. Silage quality of faba-bean alone or with triticale growing organically. II: Effect of Wilting. *Grassland Science in Europe*, **11**, 366-368.
- ZEA, J.; DÍAZ, M. D., 1989. *Producción de carne con pastos y forrajes*. Editorial Mundi Prensa. Madrid (España).
- ZIMMER, E., 1980. Efficient Silage Systems. En: *Forage conservation in the 80's*, 186-197. Ed. C. THOMAS. Occasional Symposium N°11. British Grassland Society. Brighton (Reino unido).

SILAGE OF FAVA BEAN CULTIVATED AS A MONOCULTURE OR IN MIXTURE WITH TRITICALE

SUMMARY

A one year double crop rotation of Italian ryegrass, for the winter, and forage maize, for the summer, is being widely used in northern Spain wet-temperate areas. In order to improve the protein content of the winter crop, several combinations were tested, giving the mixture of triticale with fava bean the best results as a winter crop to rotate with maize. The optimal harvesting time for ensiling was at milky grain stage for triticale and pods with grain for fava bean. Silage organic matter digestibility of the mixture was 64.9% for a feeding level of 1.84. Nutritive value was higher for fava than for triticale. This result justify the use of fava beans as a monoculture instead of being mixed with triticale. Due to the low dry matter content of fava beans at harvest, wilting is recommended before ensiling. The silages obtained showed good results concerning aerobic stability. Nevertheless, temperature was reduced by 0.4 ° C, when *Lactobacillus buchneri* was used as additive.

Key words: Dry matter, cereal-legume winter crop, nutritive value, fermentative quality, energy balance, nitrogen balance.