

1

---

REVISIÓN CIENTÍFICA

## VALOR NUTRITIVO DEL ENSILAJE DE HIERBA EN LAS EXPLOTACIONES GANADERAS DE GALICIA

G. FLORES CALVETE<sup>1</sup>, J. AMOR FERNÁNDEZ, C. RESCH ZAFRA<sup>2</sup> Y A. GONZÁLEZ-ARRÁEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). Apartado 10. E-15080 A Coruña (España)

<sup>2</sup>Servicios Técnicos de PROGANDO. Polígono de Sabón, parcela 7A. E-15142 Arteixo. A Coruña (España).

Correo-e: gonzalo.flores.calvete@xunta.es

### ÍNDICE

	página
Resumen.....	150
Palabras clave.....	151
Importancia del ensilaje en las explotaciones gallegas de vacuno.....	151
El escenario de la producción de leche en Galicia.....	151
La conservación de forrajes en las explotaciones lecheras .....	153
Calidad del ensilaje y productividad animal .....	156
Calidad de la hierba original.....	157
Digestibilidad y productividad animal .....	157
Influencia de la fecha de corte en la variación de digestibilidad de la hierba .....	160
Calidad de conservación y pérdidas en el proceso de ensilado.....	163
Proceso fermentativo. Calidad de conservación y productividad animal.....	163
Nivel de pérdidas en el ensilado. Factores causales y cuantificación .....	168
Factores que condicionan la ingestibilidad del ensilaje .....	172
Calidad del ensilaje en las explotaciones gallegas .....	175
Conclusiones .....	185
Referencias bibliográficas.....	188
Summary .....	190
Key words .....	191

## RESUMEN

En este artículo se revisa información disponible sobre el ensilaje de hierba en Galicia, que es producto de las investigaciones realizadas, sobre todo en los últimos quince años del siglo pasado, tanto en centros de investigación como en las propias explotaciones ganaderas. El artículo se estructura en tres apartados claramente diferenciados: 1) Importancia del ensilaje en las explotaciones gallegas de vacuno, 2) Calidad del ensilaje y productividad animal, y 3) Calidad del ensilaje en las explotaciones gallegas.

1) *Importancia del ensilaje en las explotaciones gallegas de vacuno.* Las explotaciones gallegas de leche de vacuno ensilan unas 250 000 ha anuales de hierba de pradera, sumando primer y segundo corte, lo que representa el 70% del total de hierba ensilada en las ocho comunidades autónomas españolas con cierta relevancia en producción de leche de vacuno en España, si se excluyen Navarra y Euskadi. Estas explotaciones dependen del ensilado por un período anual de 4 a más de 6 meses, entre verano e invierno. La técnica de ensilado reemplazó casi totalmente a la tradicional henificación debido, entre otros factores, a la imposibilidad de realizar un secado natural del forraje en el campo en primavera, cuando la hierba presenta un valor nutritivo adecuado. En la actualidad sólo se hace heno en las explotaciones marginales o en los cortes tardíos de las explotaciones mejor dimensionadas. La mejora de la calidad del ensilaje es un elemento clave en la reducción de los costes de producción en las explotaciones lecheras.

2) *Calidad del ensilaje y productividad animal.* En este apartado se revisa brevemente la información local e internacional sobre las relaciones entre digestibilidad y productividad animal; madurez de la hierba y digestibilidad, calidad de conservación y productividad animal, y sobre el nivel de pérdidas en el ensilaje y el poder contaminante de los efluentes. La disminución media diaria de la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) en praderas monofitas de gramíneas y de mezclas de gramíneas con trébol blanco se cuantificó entre 0,25 y 0,50 puntos de porcentaje por día en el entorno del principio de espigado, en ensayos realizados en el CIAM. Terneros alimentados con forrajes ensilados bien conservados, con una DMS próxima al 70%, tuvieron crecimientos superiores a 1000 g/cabeza/día. Por el contrario, forrajes mal conservados, con la misma DMS, sólo permitieron crecimientos de 830 g/cabeza/día. En ensilajes realizados en condiciones normales se asumen pérdidas totales de materia seca entre 20 y 30%. En el caso de que la lluvia sea intensa sobre la hierba segada para presecar, las pérdidas totales pueden llegar al 40-50%, pudiendo llegar incluso a la pérdida total de la cosecha. Por eso, y a pesar de que el presecado es una herramienta

mucho más potente que el uso de aditivos para conseguir una buena conservación, se recomienda el ensilado directo, sin presecado, y la utilización de un aditivo eficaz siempre que sea de temer la presencia de lluvia.

3) *Calidad del ensilaje en las explotaciones gallegas.* En un estudio realizado en el período 1991-1996 se analizaron cerca de cuatro mil ensilajes de explotaciones de leche de vacuno, de lo que se concluye que la calidad fermentativa fue muy dependiente de la climatología durante el período de recolección de la hierba para ensilar. El porcentaje de ensilajes afectados por la lluvia osciló entre en 44,1% en 1993 y el 13,5% en 1995, años de peor y mejor calidad fermentativa media, respectivamente. Los ensilajes presecados mostraron una calidad fermentativa y un valor nutritivo superior a los no presecados. La aplicación de aditivos no mejoró la conservación de los ensilajes en la medida de lo esperado porque la técnica de aplicación fue incorrecta y, en muchos casos, se aplicaron dosis inferiores a las recomendadas.

Se termina el artículo con un diagrama que puede ayudar a los ganaderos y a sus asesores a la toma de decisiones en puntos críticos del proceso de ensilado.

**Palabras clave:** Conservación de forrajes, praderas, producción animal.

## IMPORTANCIA DEL ENSILAJE EN LAS EXPLOTACIONES GALLEGAS DE VACUNO

### El escenario de la producción de leche en Galicia

Las producciones derivadas de la cría de ganado vacuno en Galicia, y en particular el vacuno de leche, representan una actividad de importancia fundamental, no sólo por el valor económico generado de forma directa o inducida<sup>1</sup>, sino por su contribución al mantenimiento de un espacio rural vivo y dinámico, esencial para la estructuración del país.

Fernández Leiceaga y López Iglesias (2000) indican, en un análisis de la dinámica del sector agrario gallego en la década 1987-1997, que la reducida superficie agraria de

---

<sup>1</sup> La aportación a la Producción Final Agraria de Galicia de los subsectores de carne y leche de vacuno es prácticamente del 40% do total, ascendiendo a 712 millones de euros según el Anuario de Estadística Agraria de la Xunta de Galicia de 2000. Por otra parte, se estima que cada empleo directo en la producción genera otros tres empleos indirectos en el complejo agroindustrial.

las explotaciones ganaderas constituye el problema estructural básico de la agricultura gallega. La acelerada disminución del número de explotaciones se tradujo, entre otros efectos, en una reducción global de la superficie agraria útil (SAU) de Galicia, estimada por los autores en cerca de 90 mil ha en dicho período. Paralelamente, se asiste a una creciente intensificación productiva en una porción reducida del territorio con una notable dependencia de las importaciones de alimentos para el ganado.

Particularmente importante es el proceso de ajuste del sector productor de leche de vacuno, donde la progresiva desaparición de explotaciones de menor dimensión se corresponde con la concentración de la producción en un número cada vez más reducido de granjas, manteniéndose el volumen total de producción de leche que desde 1996 se sitúa a niveles ligeramente superiores a los dos millones de toneladas, que representan el 30% de la producción española (Anuario de Estadística Agraria, 2000). Según datos del Instituto Gallego de Estadística (2000), entre los años 1993 y 2000 desaparecieron más del 50% de las explotaciones lechera gallegas, a un ritmo superior a 5 mil explotaciones por año, estimándose que en la actualidad el número de explotaciones con cuota no supera las 27 mil. Según el anterior informe, si en 1993 el número de explotaciones con más de 20 vacas representaban el 6.5% do total y producían el 34% de la leche de Galicia, en 2000 la contribución de dicho estrato ascendía al 25% de las explotaciones y al 66% de la leche producida.

Los resultados del Programa de Gestión Técnica y Económica de las explotaciones de vacuno de leche de Galicia indican que la partida de gasto más importante en la cuenta de explotación de los productores de leche gallegos corresponde a los alimentos comprados, que supone aproximadamente algo más del 50% del coste total de producción, excluida la remuneración de los factores de producción propios. Por otra parte ponen de manifiesto que el mantenimiento de los resultados económicos de estas explotaciones en los últimos años se basó en la adopción de modelos de producción intensivos, aprovechando la favorable relación entre el precio de la leche y del concentrado (Barbeyto, 1999). En la actualidad el gasto de concentrado asciende en las explotaciones lecheras gallegas a algo más de 400 g por litro de leche, frente a los 290 g por litro para la media da UE-15. Según la misma fuente, si en 1990 únicamente el 20% de la leche era producido con forrajes, lejos del 40% considerado como objetivo por el autor, en 2000 dicha contribución era todavía más reducida, estando próxima al 10%. Este hecho refleja, por una parte, la mencionada escasez de base forrajera de las explotaciones (aspecto cuantitativo) así como un uso subóptimo de los forrajes producidos en las mismas (aspecto cualitativo), que cabe atribuir a problemas fundamentalmente de manejo.

La última reforma de la Política Agraria Común (PAC) contenida en la Agenda 2000<sup>2</sup>, actualmente en vigor, tiene entre sus objetivos la mejora de la competitividad de la agricultura europea en los mercados interno y externo así como la integración de los objetivos ambientales y de seguridad alimentaria en la PAC. Entre otros aspectos se prevé una reducción de los precios de la leche y el establecimiento de ayudas directas a la renta para compensar dicho descenso. A medio plazo se prevé una próxima revisión de la PAC en donde se plantearían medidas de reducción progresiva de los pagos directos en función de la cuantía percibida por los agricultores, así como el condicionamiento de la percepción de estas ayudas al cumplimiento de determinadas normas legales sobre medio ambiente y salubridad alimentaria, entre otras, por parte de los sistemas de producción empleados en las explotaciones.

Se configura así un escenario donde se hace necesario producir a precios competitivos, con un horizonte de precios de la leche claramente a la baja y aproximándose a los del mercado mundial, unido a una fuerte presión social para emplear sistemas de producción respetuosos con el medio ambiente y con altos estándares de seguridad alimentaria, para los animales y los consumidores.

### **La conservación de forrajes en las explotaciones lecheras**

Las características de estacionalidad de la producción de pastos en Galicia implica que parte de los excedentes de primavera deban ser conservados para su consumo durante las épocas de escasez o carencia de forraje verde, como son el verano y el invierno. La técnica de conservación básica es el ensilado, que desde hace años reemplazó casi totalmente a la tradicional henificación de la hierba debido, entre otros factores, a la imposibilidad de realizar el secado natural del forraje en el campo en primavera (baja insolación, elevada humedad relativa del aire, riesgo de precipitaciones), cuando la hierba presenta un valor nutritivo adecuado. Actualmente la conservación de la hierba como heno sólo se realiza en explotaciones marginales o en cortes tardíos de las de mayor tamaño, por lo que en la práctica el forraje conservado en las explotaciones lecheras es únicamente ensilaje. Las diferencias de calidad entre muestras medias de heno y ensilaje procedentes de explotaciones gallegas se refleja en la Tabla 1.

<sup>2</sup> COM(97) 2000 final.

TABLA 1

**Calidad media de las muestras de henos y ensilaje de hierba que han sido analizados en el Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Mabegondo en 1997**

*Average quality of hay and silage samples analysed in the Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Mabegondo in 1997*

	n	MS	FAD	PB	DMO	UFL
Henos	85	87	41	8	59	0,67
Ensilajes	1240	24	34	13	68	0,79

n: número de muestras; MS: materia seca (%); FAD: Fibra ácido detergente (%MS); PB: Proteína bruta (%MS); DMO: Digestibilidad de la materia orgánica (%); UFL: Unidades forrajeras leche/kg MS

Fuente: Cardelle (1998)

Habitualmente, las explotaciones lecheras gallegas dependen del ensilaje durante un período anual de cuatro a más de seis meses, siendo observada en los últimos años una dependencia creciente de los ensilajes en detrimento de la utilización de forrajes verdes para la alimentación del ganado. Muestra de lo cual es el incremento del número de explotaciones, en general las de mayor dimensión, que practican el sistema de «todo ensilado» combinado con la utilización de carros mezcladores para la elaboración de raciones completas (forrajes+concentrados). En la Tabla 2 se refleja la práctica del ensilado en función del tamaño de explotación, expresado como la cantidad de cuota láctea asignada, pudiéndose comprobar como dicha técnica de conservación es practicada por la totalidad de las explotaciones a partir de las 36 t de cuota (Rodríguez-Beceiro, 1999).

TABLA 2

**Práctica del ensilado en las explotaciones lecheras gallegas por tamaño de cuota láctea asignada en 1996**

*Silage making practice in Galician dairy farms according to the dairy quota in 1996*

	Estrato de cuota asignada por explotación (% explotaciones)					
	<4 t	4-16 t	16-36 t	36-76 t	76-196 t	>196 t
No ensila	91,1	46,6	12,6	0,00	0,00	0,00
Sí ensila	8,9	53,4	87,3	100,0	100,0	100,0
Ensila sólo hierba	6,7	37,5	61,3	64,1	63,8	42,0
Ensila hierba y maíz	2,2	13,3	25,2	34,8	35,7	56,4
Ensila otros cultivos	0,00	2,6	0,8	1,1	0,5	1,6

Fuente: Rodríguez-Beceiro (1999)

La superficie agraria útil de la explotación media productora de leche en Galicia se estimaba para el año 1996 en 8,9 ha, de las que 5,5 ha correspondían a praderas y 1,2

ha a cultivos forrajeros<sup>3</sup>. El forraje ensilado por excelencia es la hierba de pradera, si bien en los últimos años se asiste a un incremento de la superficie dedicada al maíz forrajero, particularmente marcado en las explotaciones de mayor dimensión. Los resultados del Proyecto INIA SC96-103, donde se estudiaron las características técnicas y económicas de la producción de leche en ocho comunidades autónomas españolas<sup>4</sup>, cifran en unas 245 000 ha la superficie de pradera ensilada en las explotaciones lecheras gallegas (sumadas las del primer y segundo corte), lo que equivaldría a 3,5 millones de toneladas de hierba puesta en el silo. Con la salvedad de que las comunidades de Navarra y Euskadi no estaban incluidas en el estudio, los resultados indican que a las explotaciones de Galicia le correspondería aproximadamente el 70% del total de la superficie de pradera ensilada en las explotaciones lecheras españolas, dando idea de la importancia comparativa de esta producción (Tabla 3).

TABLA 3

**Estimación de la superficie destinada a ensilaje de hierba y maíz en ocho comunidades autónomas españolas productoras de leche (año 1997)**

*Estimated area devoted to grass and maize silage making in eight dairy producer regions in Spain (year 1997)*

Comunidad Autónoma (CA)	Media por explotación (ha)		Total por CA (x 1000 ha)	
	Hierba <sup>(1)</sup>	Maíz	Hierba <sup>(1)</sup>	Maíz
Andalucía	-	2,41	-	7,4
Aragón	-	2,43	-	1,2
Asturias	3,48	0,29	53,8	4,5
Cantabria	4,82	0,46	36,3	3,2
Castilla-León	0,75	2,95	8,9	34,9
Cataluña	0,76	11,73	2,1	32,4
Galicia	5,0	0,66	245,0	33,3
Valencia	-	0,1	-	0,01
TOTAL	3,98	1,11	346,1	100,5

(1) Considerando primer y segundo corte de la hierba

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del Proyecto INIA SC96-103

- <sup>3</sup> Información extraída de los resultados del Proyecto INIA SC95-014 «Análisis del sector lechero gallego y su posible evolución tras la asignación definitiva de cuotas e identificación de los obstáculos para su reordenación» realizado en el CIAM bajo la dirección de C. López Garrido, donde se analizan los resultados de más de 1300 entrevistas realizadas a titulares de explotaciones lecheras gallegas en el año 1996.
- <sup>4</sup> Información extraída de los resultados del Proyecto INIA SC96-103 «Estudio comparativo de los costes de producción de leche en diferentes comunidades autónomas españolas», coordinado por C. López-Garrido, en el transcurso del cual se estudió la información obtenida mediante más de 500 entrevistas realizadas a productores de leche de ocho CCAA en 1998. En el caso gallego, las estimaciones están proyectadas a las 49 mil explotaciones que figuraban en el directorio de explotaciones con cuota asignada en la campaña 96/97.

La importancia relativa de las superficies de hierba y maíz para ensilar, así como su evolución en el período 1992-1996 en explotaciones especializadas en la producción de leche se presenta en la Tabla 4, donde se reflejan valores medios de una muestra de 300 explotaciones de la provincia de A Coruña, que han sido estudiadas a lo largo del citado período en el transcurso del proyecto de investigación INIA-9626, realizado en el CIAM<sup>5</sup>.

TABLA 4

**Superficie agraria útil, tamaño del rebaño, rendimiento por vaca y superficie ensilada de una muestra de explotaciones lecheras de la provincia de A Coruña en el período 1992-1996.**

*Agricultural utilised area, herd size, milk yield per cow and area devoted to silage making in a dairy farms sample of A Coruña province in the period 1992-1996*

	1992	1993	1994	1995	1996	Media
Vacas, nº	24,4	25,8	26,8	28,6	29,8	27,1
Leche/explotación, t	135,3	115,4	155,4	162,8	171,3	150,4
Leche/vaca, t	4,8	4,6	5,4	5,5	5,3	5,3
Superficie Agraria Util, ha	12,8	13,9	14,0	14,0	14,6	13,9
Ensilaje maíz, ha	1,3	1,4	1,7	2,0	2,9	1,9
Ensilaje hierba 1º Corte, ha	4,5	4,9	5,8	6,2	6,7	5,6
Ensilaje hierba 2º Corte, ha	3,2	2,9	2,5	2,7	4,5	3,2

*Fuente: elaboración propia a partir de los resultados del Proyecto INIA-9626*

La estimación de la cantidad media de hierba de pradera ensilada por explotación según esta muestra es de 180 t, de las que un 70% sería hierba de primer corte. Otras 60 t de maíz, planta entera, completan la provisión de forraje ensilado de la explotación. El ensilaje de hierba aporta, como media, el 75-80% de la materia seca y el 70-75% de la energía respecto del total ensilado anualmente en las explotaciones de la muestra.

## CALIDAD DEL ENSILAJE Y PRODUCTIVIDAD ANIMAL

El valor alimenticio de un forraje representa el nivel de producción animal potencial que puede conseguirse cuando se utiliza como único alimento. Dicho valor depende de la ingesta voluntaria de materia seca, de la concentración de nutrientes por unidad de materia seca ingerida, de la disponibilidad de los nutrientes para el animal y de la eficiencia con la que son usados para los propósitos de mantenimiento, crecimiento, lactación y gestación (Thomas y Chamberlain, 1982).

5 Proyecto INIA-9626 «Mejora de la calidad del ensilado de hierba en las explotaciones lecheras gallegas», realizado en el CIAM y coordinado por G. Flores.

A diferencia de otros alimentos para el ganado, la ingesta voluntaria y el valor nutricional del ensilaje no depende sólo de su contenido en principios nutritivos (energía y proteína, fundamentalmente) sino también del tipo de fermentación acontecida en el silo y del contenido del ensilaje en productos de fermentación que pueden limitar la ingesta. Existe amplia evidencia experimental acerca del hecho que el proceso de ensilado invariablemente reduce el valor nutricional de un forraje respecto del que presenta antes de ensilar, afectando negativamente, en mayor o menor medida, a la ingesta voluntaria o a la digestión y utilización de nutrientes por el animal (Wilkins, 1974, 1978; Thomas *et al.*, 1980).

Debe tenerse en cuenta que, independientemente del nivel productivo de los animales, un sistema eficiente de producción de carne y leche de vacuno sobre la base de forrajes exige la utilización de ensilajes de elevado valor nutricional. Por lo tanto, objetivos básicos en la obtención de un ensilaje de calidad son a) ensilar hierba de alto valor nutritivo y b) minimizar las pérdidas ocurridas en la recogida y almacenamiento del forraje, aspectos que se revisan a continuación.

### **Calidad de la hierba original**

#### *Digestibilidad y productividad animal*

Para un tipo de pradera dada, fertilizada adecuadamente, la elección de la fecha de corte es el factor que condiciona más estrechamente el valor nutritivo de la hierba. Por lo general, la producción aumenta y la calidad (ingestibilidad, digestibilidad, contenido en proteína) desciende a medida que se retrasa el corte.

Se sabe que la digestibilidad de la hierba para ensilar es el principal factor que influencia en la producción que se puede obtener con el ensilaje (Castle, 1982). La Tabla 5 refleja resultados obtenidos en el CIAM durante dos años consecutivos con terneros de engorde de 200-225 kg de peso inicial, alimentados con ensilaje de hierba de pradera de gramíneas y trébol con diferente estado de madurez en el primer corte y 1,5-2,0 kg de concentrado.

TABLA 5

**Efecto de la digestibilidad del ensilaje sobre la ingesta voluntaria y ganancia de peso de terneros**

*Effect of silage digestibility on voluntary intake and young bulls liveweight gain*

Año	Estado fisiológico hierba	DMS (%)	GPV (kg/día)	MSI (kg/día)
1984	Comienzo espigado	68,6	0,80	5,9
	Todo espigado	58,2	0,65	5,6
1985	Comienzo espigado	71,1	1,04	4,88
	Todo espigado	53,4	0,66	4,44

DMS: digestibilidad *in vivo* de la materia seca del ensilaje; GPV: ganancia de peso vivo; MSI: ingesta diaria de materia seca de ensilaje

Fuente: Zea *et al.* (1985a)

También con terneros de engorde, alimentados exclusivamente con ensilaje, O'Kiely y Flynn (1987) encontraron una alta relación entre el valor de digestibilidad de la materia seca (DMS), las ganancias de peso vivo (GPV) y de peso canal (GPC), y la ingesta voluntaria de forraje (MSI), que se cuantifican en las ecuaciones siguientes:

$$\text{GPV (kg/día)} = 0,0346 \times \text{DMS}(\%) - 1,763$$

$$\text{GPC (kg/día)} = 0,0238 \times \text{DMS}(\%) - 1,275$$

$$\text{MSI (\% peso vivo)} = 0,019 \times \text{DMS}(\%) + 0,518$$

No es difícil encontrar en la bibliografía resultados de ensayos que muestran claramente el efecto de la digestibilidad del ensilaje en la ingestión voluntaria de forraje y producción de leche. Los datos de la Tabla 6 reflejan el potencial productivo de ensilajes de hierba de calidad moderada a alta, cuando se ofrecen a vacas de leche de 600 kg de peso vivo como único alimento.

TABLA 6

**Relación entre digestibilidad del ensilaje ofrecido como único alimento y producción de leche**

*Relationship between silage digestibility, offered as unique food, and milk production*

	Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO, %)			
	65,6	69,4	72,9	76,7
Ingesta de MS, kg/día	13,6	14,2	16,0	16,0
Ingesta de energía metabolizable (EM), MJ/día	129	148	168	176
Producción de leche, kg/día	13,0	16,8	20,8	22,7

Fuente: Murray (1997)

El aporte de concentrado con el ensilaje modifica las características de ingestibilidad y productividad potencial del forraje. En un ensayo destinado a estudiar el efecto de la calidad del ensilaje en la producción de leche y su interacción con el nivel de concentrado aportado, Poole *et al.* (1992) compararon el ensilaje de raigrás inglés

recogido precozmente, de alta digestibilidad (AD), con ensilaje de las mismas praderas recogido 23 días más tarde, de moderada digestibilidad (MD). Ambos estaban bien conservados, resultando valores de digestibilidad (D)<sup>6</sup> y proteína bruta (PB, %MS) de 75,0 y 19,0 para AD y 64,0 y 13,5 para MD, respectivamente. Ofrecidos a vacas de mérito genético medio, con 0 a 12 kg de concentrado, se obtuvieron los resultados que se reflejan en la Tabla 7. La ingesta de materia seca de ensilaje fue superior para la hierba cosechada precozmente en todo el rango de suplementación, siendo importante señalar que las diferencias aumentaron con el incremento de concentrado. El techo productivo de las vacas consumiendo ensilaje de alta digestibilidad se alcanzó con 6 kg de concentrado, mientras que fue necesario aportar algo más de 9 kg para alcanzar la misma producción en el otro grupo, que consumió el ensilaje recogido más tardíamente.

TABLA 7

**Efecto de la digestibilidad del ensilaje y nivel de suplementación con concentrado sobre la ingestión de materia seca de ensilaje y producción de leche**

*Effect of silage digestibility and concentrate supplementation level on silage dry matter intake and milk production*

		Nivel de suplementación (kg concentrado/día)				
		0	3	6	9	12
MS ingerida (kg/día)	AD (78,7 D)	12,8	11,1	10,2	9,1	8,8
	MD (65,0 D)	12,5	10,5	9,0	7,6	6,8
Leche producida (kg/día)	AD (78,7 D)	17,0	19,5	23,6	23,5	23,5
	MD (65,0 D)	15,0	17,0	19,6	23,3	24,0

AD: alta digestibilidad; MD: moderada digestibilidad; D: concentración de materia orgánica digestible en la materia seca (%)

Fuente: Poole et al., (1992)

Modelos de producción más intensivos, con vacas de alto mérito genético y rendimientos superiores a 8 mil litros por lactación, exigen forrajes de alta digestibilidad tanto por su aporte nutricional como para conseguir los niveles de ingesta de fibra mínimos exigidos para un correcto funcionamiento del rumen y la prevención de acidosis ruminal y otros problemas metabólicos. Ver, a este respecto, las recomendaciones del sistema NRC americano para nutrición de vacas de leche (NRC, 1989).

6 Valor de digestibilidad expresada en g de MO digestible por 100 g de MS. La relación con el valor DMO(%) se establece a través de la expresión  $D = DMO \times MO$  (g/g MS). Asimismo se asume que la energía metabolizable proporcionada por el ensilado (EM, MJ/kg MS) viene dada por la expresión  $EM = D \times 0,16$ , en el caso de ensilados de hierba.

*Influencia de la fecha de corte en la variación de digestibilidad de la hierba*

Existe amplia información obtenida en el CIAM sobre la variación de la digestibilidad y composición química de diferentes tipos de pasto con la madurez de la hierba, que pueden hacerse extensivas a gran parte de la Galicia atlántica donde se centra la mayor parte de la producción de leche. La elección de la fecha del primer aprovechamiento tiene una importancia decisiva sobre la digestibilidad del forraje recogido. El efecto de la sequía estival, que se hace patente de forma más o menos acusada desde finales de junio, condiciona la producción obtenida en los segundos aprovechamientos, tras primeros cortes tardíos, efectuados después del espigado de las gramíneas.

La importante caída de digestibilidad y proteína de la hierba a lo largo del primer ciclo de crecimiento en primavera se ha cuantificado, en las condiciones gallegas, a través de diversos ensayos. Para ensilajes de una pradera de mezcla de gramíneas de raigrás inglés (*Lolium perenne*) raigrás italiano (*Lolium multiflorum*), dactilo (*Dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol violeta (*Trifolium pratense*), realizados en dos años diferentes en Mabegondo (A Coruña), se observó una disminución del valor de digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DMS) y del contenido en proteína bruta (PB) de 2,2 a 3,5 unidades de DMS (%) y de 0,9 a 1,5 unidades de PB (%MS) por semana para primeros cortes realizados entre finales de Abril y comienzos de Junio, tal y como se indica en la Tabla 8 (Flores *et al.*, 1985a). Estos resultados ilustran acerca de la importante variabilidad anual en cuanto a la evolución del valor nutricional del pasto.

TABLA 8

**Efecto de la fecha de corte en la digestibilidad *in vivo* de la materia seca y composición química de ensilajes de praderas de gramíneas y trébol cosechados en el primer ciclo de crecimiento en primavera**

*Effect of cutting date on *in vivo* dry matter digestibility and chemical composition of grass-clover silages harvested in the first growth cycle in spring*

	Fecha de corte				
	1984		1985		
	8 Mayo	11 Junio	30 Abril	21 Mayo	3 Junio
DMS (%)	69,0	58,3	70,3	66,1	52,7
PB (%)	13,7	9,1	12,9	9,7	7,8
FAD (%)	35,5	38,0	31,7	36,9	43,9
FND (%)	52,5	58,3	49,6	55,7	63,6

DMS: digestibilidad *in vivo* de la materia seca; PB: proteína bruta (N Kjeldhal determinado sobre muestra seca en estufa x 6,25), %MS; FAD y FND: fibra ácido detergente y fibra neutro detergente (Goering y Van Soest, 1970), expresadas con cenizas y sin cenizas, respectivamente.

Fuente: Flores (1985a)

En la Tabla 9 se refleja la evolución de la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (DMO) de ensilajes de hierba en función de la fecha de aprovechamiento en el primer y segundo ciclo de crecimiento primaveral de praderas monofitas de raigrás inglés (*Lolium perenne* cv. 'Brigantia'), y de la misma variedad de raigrás inglés y trébol blanco (*Trifolium repens*) en dos ensayos realizados en años diferentes. Durante el período 15 de Abril a 31 de Mayo, el descenso medio de digestibilidad para los dos tipos de pasto estudiados fue de 1,72 y 1,70 unidades de DMO (%), respectivamente, por semana de retraso en la fecha del primer aprovechamiento a partir del 15 de Abril. Las escasas diferencias existentes entre los ensilajes de raigrás inglés y los de raigrás inglés y trébol en cuanto a los valores de DMO y proteína bruta (PB) cabe atribuirlos, al margen de un posible efecto año, a la escasa contribución del trébol en el primer ciclo de crecimiento de la pradera de gramínea y leguminosa. La superioridad nutricional de la inclusión de leguminosa en la pradera se hace patente en los resultados correspondientes al segundo aprovechamiento, tanto en términos de digestibilidad de la materia orgánica como del contenido en proteína del ensilaje, superiores para la pradera con trébol comparada con monofitas de gramínea. Las diferencias en el valor de digestibilidad y proteína de los ensilajes realizados con hierba del rebrote de 45 y 60 días tras el primer aprovechamiento fueron, respectivamente, de 7,5 y 11 unidades de DMO (%) y 5,4 y 4,7 unidades de PB (%MS), superiores para la pradera con trébol. Esta marcada diferencia ilustra la disminución de valor nutritivo de praderas monofitas de raigrás en el segundo corte tras un primer aprovechamiento realizado precozmente, que no consigue impedir el desarrollo de órganos reproductivos de la gramínea en el siguiente ciclo.

Como se indicó anteriormente, en numerosas explotaciones lecheras gallegas el incremento experimentado por el número de cabezas en los últimos años no fue acompañado por un aumento proporcional de la superficie forrajera. Con cierta frecuencia se argumenta acerca de la prioridad de recoger más cantidad de materia seca de forraje a expensas de la calidad de éste, como fórmula válida para sortear la escasez de superficie. Sin embargo, resultados de diferentes ensayos evidencian que en las condiciones de la Galicia atlántica el retraso en la fecha del primer corte más allá de la primera semana de mayo no proporciona ninguna ventaja comparado con aprovechamientos más precoces, en términos de materia seca digestible extraída por hectárea, no debiendo olvidarse la importante reducción del valor proteico por unidad de materia seca que acompaña a la caída de digestibilidad, tal y como se señaló con anterioridad.

TABLA 9

**Efecto de la fecha del primer corte y del intervalo de crecimiento del rebrote en la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica y contenido en proteína de ensilajes de hierba de praderas en primavera**

*Effect of first cut date and regrowth interval on *in vivo* organic matter digestibility and protein content of herbage silages harvested in spring*

		Fecha del primer corte <sup>1</sup>					
Raigrás inglés (1993)		15 Abril	30 Abril	15 Mayo	31 Mayo	15 Junio	
	DMO (%)	73,7	74,0	68,6	62,6	56,3	
	PB (%)	14,7	13,0	12,6	9,3	8,2	
Raigrás inglés y trébol blanco (1994)		5 Abril	19 Abril	2 Mayo	19 Mayo	31 Mayo	14 Junio
	DMO (%)	78,4	75,5	71,4	68,6	63,8	59,6
	PB (%)	15,5	15,0	12,7	10,6	10,5	8,4
		Fecha del segundo corte <sup>2,3</sup>					
Raigrás inglés (1993)		30 Mayo	14 Junio	28 Junio	14 Julio		
	DMO (%)	74,9	67,5	53,3	48,0		
	PB (%)	11,7	9,6	7,4	5,9		
Raigrás inglés y trébol blanco (1994)		2 Junio	16 Junio	30 Junio	16 Julio		
	DMO (%)	72,4	75,0	64,3	56,4		
	PB (%)	18,0	15,0	12,1	11,6		

<sup>1</sup> comienzo aproximado del espigado del raigrás inglés en la tercera semana de mayo

<sup>2</sup> primer corte de la pradera de raigrás inglés: 30 de Abril

<sup>3</sup> primer corte de la pradera de raigrás inglés y trébol blanco: 2 de Mayo

DMO: digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica; PB: proteína bruta (N Kjeldhal determinado sobre muestra seca en estufa x 6,25), %MS

Fuente: Flores et al., (1996); Flores et al., (1997) y datos no publicados

En la Tabla 10 se refleja la evolución de la producción de materia seca (MS) y materia orgánica digestible (MOD) por hectárea y contenido en proteína bruta (PB) registrado en praderas mixtas tipo F-4 (*Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens*) y F-6 (*L. perenne* y *T. repens*), aprovechadas durante el período 15 abril a 15 de agosto para ensilar (primer y segundo corte) y henificar (tercer corte) a lo largo de dos años (1984 y 1985) en el CIAM. Las fecha del primer corte varió entre el 15 de abril al 1 de julio, realizándose el segundo aprovechamiento a los 45 días del primero. Se hace notar que la mayor producción en MS total registrada en los aprovechamientos más tardíos, quedó compensada por la caída de digestibilidad, de forma que, salvo para el aprovechamiento más precoz, no hubo diferencias estadísticamente significativas en la MOD total extraída por hectárea. Es importante asimismo señalar el bajo nivel proteico del forraje recogido a partir de la segunda semana de mayo, alrededor de la cual se produjo el comienzo de espigado de las gramíneas.

TABLA 10

**Efecto de la estrategia de corte sobre la producción de materia seca (MS) y materia orgánica digestible (MOD) y contenido en proteína bruta (PB) de la hierba de praderas de gramíneas y trébol, cosechadas para conservación en primavera.**

*Effect of cutting strategy on dry matter (DM) and digestible organic matter (MOD) yield and crude protein (PB) content of grass-clover herbage harvested for conservation in spring*

	15 abril	1 mayo	Fecha del primer corte <sup>(1)</sup>			
			15 mayo	1 junio	15 junio	1 julio
Producción MS (t ha <sup>-1</sup> )						
1º corte	2,8	4,9	6,3	8,1	9,5	8,6
2º corte	2,9	3,0	2,8	3,2	1,9	1,0
3º corte	2,6	1,3	0,7	-	-	-
Total	8,4	9,2	9,9	11,3	11,4	9,7
Producción MOD (t ha <sup>-1</sup> )						
1º corte	1,9	3,2	4,1	4,8	5,4	4,7
2º corte	2,1	2,0	1,9	1,9	1,1	0,6
3º corte	1,6	0,8	0,4	-	-	-
Total	5,1	6,0	6,4	6,7	6,5	5,3
Contenido en PB (%MS)						
1º corte	16,3	15,0	11,3	8,9	7,7	7,3
2º corte	15,4	15,3	14,3	13,2	14,4	12,3
3º corte	11,4	12,4	12,5	-	-	-
Media ponderada	14,2	14,7	12,1	10,1	8,8	7,7

<sup>(1)</sup> Segundo corte a 45 días del primero. Tercer corte para heno a fecha fija, el 15 de agosto

Fuente: Flores (1985b)

## Calidad de conservación y pérdidas en el proceso de ensilado

### *Proceso fermentativo. Calidad de conservación y productividad animal*

La calidad de conservación condiciona a la vez el valor nitrogenado real del ensilaje y la cantidad ingerida por el ganado. En cambio, tiene poca influencia sobre el valor energético, ya que, en general, la digestibilidad del ensilaje es prácticamente igual a la del forraje en pie en el momento del corte, con las salvedades de ensilajes muy húmedos, a causa de las elevadas pérdidas de materia seca, muy digestible, en los efluentes y en el caso de ensilajes fuertemente presecados, a causa de las pérdidas por respiración en el campo.

Los dos principales objetivos de conservación por medio del ensilado son: 1) el descenso rápido del pH de la masa de forraje mediante la fermentación láctica, y 2) el mantenimiento de las condiciones de anaerobiosis (McDonald *et al.*, 1991). El proceso de ensilado puede dividirse en cuatro fases. La primera es la fase aeróbica, y usualmente sólo dura unas pocas horas, pues el aire atrapado en el interior de la masa de forraje es rápidamente consumido debido a la respiración de la planta ensilada y a la actividad de

los microorganismos aerobios. La segunda fase, llamada fermentativa o de acidificación, comienza cuando se han alcanzado las condiciones de anaerobiosis, y continua desde unas pocas semanas hasta varios meses, dependiendo de las características de la cosecha y de las condiciones de ensilado. Durante esta fase, diferentes grupos de microorganismos capaces de crecer anaeróbicamente (bacterias lácticas, enterobacterias, clostridios y levaduras), compiten por los nutrientes disponibles. Las bacterias lácticas dominan rápidamente la fermentación en ensilajes bien conservados, provocando una acusada caída del pH debido a la acumulación de ácido láctico y, en menor medida, ácido acético formado a partir de los azúcares de la planta (principalmente glucosa, fructosa y sacarosa). La tercera fase, llamada de estabilidad o almacenamiento, dura desde varias semanas a más de un año. En la medida que el pH sea suficientemente bajo, y la penetración de aire no exista, no ocurren grandes cambios en este período, decreciendo el número de microorganismos viables en la masa ensilada. Algunos microorganismos ácido-tolerantes (por ejemplo, determinadas especies de levaduras) sobreviven en un estado de relativa inactividad mientras otros, como los clostridios (y bacilos) sobreviven como esporas. Ciertos microorganismos especializados, como el *Lactobacillus buchneri*, continúan activos a un cierto nivel (Driehuis *et al.*, 1999). Durante la segunda y tercera fases, una parte substancial de la fracción proteica del forraje es degradada a péptidos, aminoácidos, aminos y amoniaco por enzimas de la planta o de origen microbiano (Oshima y McDonald, 1978). La degradación proteica reduce el valor nutricional del forraje original, siendo la concentración de nitrógeno amoniacal una medida usual del nivel de degradación proteica del ensilaje. La cuarta fase, de alimentación o de deterioro aeróbico, comienza cuando el ensilaje se expone al aire, lo cual es inevitable una vez que el silo ha sido abierto para su utilización. Sin embargo, con frecuencia comienza antes debido a un sellado deficiente o a daños mecánicos en la cubierta y porque, en la práctica, el plástico no es completamente impermeable a la entrada de oxígeno. El grado de penetración del aire dentro del material ensilado es, fundamentalmente, función de la porosidad y densidad del ensilaje, del gradiente de presión en el silo y de la velocidad de consumo del ensilaje (Honig, 1991). El proceso de deterioro aeróbico es iniciado usualmente por levaduras ácido-tolerantes y, en ciertos casos, por bacterias acéticas, siendo estos microorganismos capaces de oxidar los ácidos que conservan el ensilaje. Cuando esto sucede, el pH aumenta y otros microorganismos, de entre los que destacan los hongos, comienzan a proliferar en la masa de forraje (Woolford, 1990).

Seguindo a Demarquilly (1986), de entre las condiciones necesarias para que un ensilaje tenga una correcta calidad de conservación se destacan:

- Conseguir una situación de anaerobiosis en la masa de forraje lo antes posible, de forma que la ausencia de oxígeno limite la respiración de la hierba (se evitan pérdidas de

azúcares), y que imposibilite el desarrollo de la flora aerobia putrefactiva. La utilización de silos de paredes de obra de fábrica, su llenado rápido, la finura de picado, la utilización de filmes plásticos de buena calidad y el cuidado en la ejecución del cierre permiten satisfacer esta primera condición.

• Una disminución del pH a valores suficientemente bajos y de forma rápida con el objetivo de:

- Limitar la actuación de los enzimas proteolíticos de la planta, que degradan las proteínas a aminoácidos incrementando el contenido de nitrógeno (N) soluble. La proteólisis enzimática disminuye al mismo tiempo que el pH y se detiene en el umbral del pH 4,0. Su importancia nutricional reside en el hecho de que el N soluble es rápidamente transformado en amoníaco en la panza de los rumiantes.

- Reducir el crecimiento de bacterias de la familia *Enterobacteriae* (entre las que se encuentra *Escherichia coli*) que, siendo anaerobios facultativos, son los primeros microorganismos del ensilaje que se desarrollan. Transforman los azúcares de forma poco eficiente a ácido acético y gas y son capaces de desaminar y decarboxilar algunos aminoácidos, con producción de amoníaco y aminas biogénicas entre otros compuestos. Estas aminas son compuestos tóxicos que ejercen un efecto adverso sobre la palatabilidad e ingestibilidad del forraje ensilado (Van Os *et al.*, 1977). Las enterobacterias cesan su actividad por debajo de pH 4,5.

- Impedir el desarrollo de las bacterias del género *Clostridium* (anaerobios obligados y formadoras de esporas) las cuales tienen capacidad de transformar los azúcares y el ácido láctico en ácido butírico y gas, lo que implica un incremento del pH y pérdidas de materia seca. La flora butírica proteolítica degrada proteínas y aminoácidos transformándolos en amoníaco y ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico) y diversas aminas potencialmente tóxicas para el animal.

Un ensilaje con fermentación típicamente clostrídica se caracteriza por alto pH y altos contenidos en ácido butírico, amoníaco y aminas. Un descenso rápido de pH a valores próximos de 4,0-4,2 disminuye la posibilidad de crecimiento clostridiano en el silo. Otros factores importantes en la prevención del crecimiento de clostridios son la actividad del agua y el contenido en nitrato del forraje. Puesto que los clostridios son más sensibles a condiciones de baja actividad de agua que las bacterias lácticas, el descenso en el valor de la actividad del agua del forraje, incrementando, por ejemplo, el contenido en materia seca por presecado del forraje, es una forma de inhibir selectivamente los clostridios (Wieringa, 1958). En la masa del forraje ensilado el nitrato se degrada parcialmente a nitrito y óxido de nitrógeno, compuestos que son inhibidores de clostridios muy efectivos (Spoelstra, 1985). La susceptibilidad del ensilaje al

desarrollo de clostridios depende del contenido en nitrato (Weissbach, 1996), el cual depende del uso de fertilizante nitrogenado en la cosecha.

Los ensilajes que desarrollaron una fermentación butírica acusada presentan, por lo tanto, las siguientes desventajas: a) altas pérdidas de materia seca y energía durante el almacenamiento, b) baja ingesta, c) valor nitrogenado reducido, d) en casos extremos presentan problemas de toxicidad potencial para el ganado y, adicionalmente, e) existe riesgo de contaminación ambiental de la leche por esporas, lo que interfiere en los procesos de transformación de la leche en determinados tipos de queso.

Con forrajes presecados (materia seca superior al 25-30%), la carencia de humedad afecta más que la acidez (Woolford, 1984). Inversamente, una excesiva humedad del forraje, con MS  $\leq$ 15% (como puede ocurrir en los primeros cortes recogidos con tiempo húmedo) puede contrarrestar los efectos inhibitorios del ácido láctico, de forma que se suele detectar la actividad clostrídica incluso a un pH tan bajo como 4,0 (McDonald y Whittembury, 1973).

Existe numerosa bibliografía acerca de la efectividad del ácido fórmico sobre la mejora de la calidad de fermentación y las producciones animales cuando el forraje es de alta humedad, siendo el aditivo de referencia en estas situaciones. Sin embargo, en algunos casos se ha observado un incremento de la producción de efluente derivada de su utilización y a veces no es bien aceptado por los ganaderos debido a su corrosividad, que puede comprometer, si no se toman las oportunas precauciones, la seguridad de los operarios y la vida útil y los costes de mantenimiento de las máquinas. Esto hace que los contratistas que efectúan trabajos de ensilado acostumbren a incrementar en un porcentaje variable las tarifas habituales del trabajo de recogida, además del gasto correspondiente en aditivo, cuando se requiere su uso. Las nuevas tendencias dirigidas a la utilización de aditivos biológicos en hierba de alta humedad son actualmente objeto de evaluación en el CIAM, habiéndose obtenido respuestas positivas tanto en ganancias de peso vivo de ovinos en crecimiento (Cropper *et al.*, 1991) como en producción de leche de vacuno (Flores *et al.*, 1999, 2000a), en algún caso comparables a las obtenidas con el ácido fórmico.

*En un ensayo destinado a evaluar el efecto de la humedad de la hierba y la utilización de conservante sobre el crecimiento de terneros de 305 kg de peso vivo inicial suplementados con 1,5 y 3,0 kg de concentrado, Zea et al. (1985b) ensilaron un primer corte de pradera de gramínea y trébol a comienzos de mayo en dos días consecutivos, el primero de ellos soleado y el segundo bajo lluvia, ambos sin y con (2,5 litros/t) ácido fórmico. Como se indica en la Tabla 11, el incremento medio de la humedad del forraje causada por la lluvia fue de 4.5 puntos, de media, viéndose reducida la calidad de*

conservación y la digestibilidad (probablemente a través de las pérdidas producidas por efluente). Para los tratamientos sin aditivo, y como media de los dos niveles de suplementación, tanto la ingesta de MS (MSI) como la ganancia de peso vivo (GPV) del ensilaje recogido con lluvia disminuyeron un 17%, con respecto a los valores del ensilaje cosechado el día anterior con tiempo seco. Sin embargo, tanto la ingesta de ensilaje como la ganancia de peso de los animales que consumieron el ensilaje con mayor contenido de humedad tratado con ácido fórmico no se diferenciaron significativamente de los tratamientos cosechados sin lluvia.

TABLA 11

**Efecto del contenido en materia seca de la hierba y el uso de ácido fórmico sobre el valor nutritivo e ingestión voluntaria del ensilaje y ganancia de peso de terneros <sup>1</sup>**

*Effect of the herbage dry matter content and the use of formic acid on the nutritive value and voluntary intake of silage, and liveweight gain of young bulls*

Climatología en cosecha	Uso de Aditivo	Calidad del ensilaje			MSI (kg/día)	GPV (kg/día)
		MS(%)	pH	DMS(%)		
Sin Lluvia	Fórmico	26,0	3,7	70,3	7,6	1033
Sin Lluvia	No	24,5	4,3	71,2	7,6	1007
Con Lluvia	Fórmico	22,2	3,9	68,9	7,0	1108
Con Lluvia	No	19,4	4,8	66,8	6,3	834

<sup>1</sup> medias de suplementación con 1.5 y 3 kg concentrado/día

MS: materia seca en estufa (%); DMS: digestibilidad *in vivo* de la materia seca (%); MSI: materia seca ingerida de ensilaje; GPV: ganancia de peso vivo

Fuente: Zea *et al.*, (1985b)

El empleo de técnicas de ensilado correctas es fundamental para asegurar una adecuada calidad de conservación. Como parte de un ensayo al que se hizo referencia anteriormente (Tabla 7) Poole *et al.*, (1992) estudiaron el efecto de la calidad fermentativa del ensilaje sobre la ingesta voluntaria y producción de leche. Para ello, ensilaron raigrás inglés de alta digestibilidad y secado en el campo durante 24 h en dos silos trinchera, utilizando la misma cosechadora, siguiendo dos técnicas que difirieron en el cuidado puesto en la confección del ensilaje. El primero de ellos se realizó ácido fórmico como aditivo, fue bien consolidado, cubierto por las noches y bien cerrado, mientras que el segundo fue preparado con menor atención, sin aditivo, poco pisado y descubierto por las noches, durante el proceso de ensilado, y bien cerrado. Las diferencias en la técnica de ejecución se vieron reflejadas en un contenido ligeramente superior de nitrógeno amoniacal para el ensilaje hecho con menor atención frente al primero (N-NH<sub>3</sub> 13,1 y 11,7% N total, respectivamente) siendo ambos ensilajes de semejante digestibilidad (valor D<sup>7</sup> : 75-77) y contenido en proteína (19,0 -19,6% MS).

Como se refleja en la tabla 12, ofrecidos estos ensilajes a distintos grupos de vacas de leche suplementadas en el rango 0-12 kg de concentrado, se observaron respuestas espectaculares en la ingestión de ensilaje a favor del tratamiento con mejor calidad de conservación, que comenzó duplicando a la otra en el primer nivel de suplementación, para ir posteriormente reduciéndose la diferencia con el incremento de concentrado. Consecuentemente, la producción de leche fue inferior para el ensilaje peor conservado, necesitándose llegar a aportar 9 kg de concentrado para obtener con este ensilaje la misma producción de leche que se obtenía con el otro tratamiento suplementado con 6 kg. Resulta interesante señalar que una aparentemente ligera diferencia en la calidad fermentativa genere respuestas productivas en cierta forma equivalentes a las observadas cuando se ofrecía a las vacas un ensilaje de la misma pradera recogido 23 días más tarde, con digestibilidad (valor D) 11 puntos inferior, tal y como se refirió en el apartado correspondiente.

TABLA 12

**Efecto de la calidad de conservación del ensilaje y nivel de suplementación con concentrado sobre la ingestión de materia seca (MS) de ensilaje y producción de leche**

*Effect of silage conservation quality and level of supplementation with concentrate on silage dry matter (MS) intake and milk yield*

	Conservación (N-NH <sub>3</sub> , %N total)	Nivel de suplementación (kg concentrado/día)				
		0	3	6	9	12
MS ingerida (kg/día)	Buena (11,7%)	12,8	11,1	10,2	9,1	8,8
	Regular (13,1%)	5,9	7,1	7,7	7,3	6,5
Leche producida (kg/día)	Buena (11,7%)	17,0	19,5	23,6	23,5	23,5
	Regular (13,1%)	15,0	17,0	19,6	23,7	24,0

Fuente: Poole et al. (1992)

*Nivel de pérdidas en el ensilado. Factores causales y cuantificación*

Como se comentó con anterioridad, el proceso de ensilado conlleva siempre pérdidas de materia seca, energía y valor nutritivo en general, respecto del forraje originalmente recogido. En este apartado se revisa brevemente información publicada referente a las pérdidas de materia seca o energía que se producen en las diversas fases de realización del ensilado.

Una de las primeras referencias encontradas al respecto es la aportada por la revisión de Watson y Nash (1960) a partir de los resultados de más de 1000 experimentos de diferentes autores, donde se ofrecen valores medios de pérdidas de materia seca de 17,3 y 13,4% para hierba recogida directamente y presecada, respectivamente. Los resultados

del proyecto europeo Eurowilt realizado en los años 80 reflejan valores medios de 2,5 y 8,6% para las pérdidas de campo, y 16,1 y 8,5% para las pérdidas en el silo referidas a ensilajes realizados por corte directo y presecado, respectivamente (Zimmer y Wilkins, 1984), con el que ascienden a 18,6 y 17,1 % las pérdidas totales medias de estas dos formas de ensilado. Puesto que estas pérdidas representan la fracción más digestible de la hierba (McDonald *et al.*, 1991), la reducción en valor nutricional del producto suele ser considerable cuando las pérdidas de MS son elevadas.

En ciertos casos las pérdidas de materia seca pueden ser substancialmente más elevadas, como es el caso de ensilajes realizados con hierba de alta humedad. Resultados del proyecto INIA SC97072<sup>8</sup> indican pérdidas de materia seca superiores al 30% del total ensilado en silos trinchera de 20-30 t a lo largo del período de almacenamiento y utilización del ensilaje cuando el contenido en MS de la hierba era del 17%. El incremento de materia seca del forraje permitió reducir estas pérdidas, que se situaron en valores medios cercanos al 20% cuando la humedad natural del forraje ensilado por corte directo se situaba alrededor del 78%. En estas condiciones la realización del presecado de la hierba desde el citado valor del 22% MS a niveles del 29-30% MS, indujo una ulterior reducción de las pérdidas en el almacenamiento y utilización a valores próximos al 16%. Sin embargo dicha ventaja a favor del presecado se vio prácticamente anulada por las pérdidas registradas durante el secado en el campo, estimadas aproximadamente en un 4% adicional.

En la Tabla 13, tomada de Zimmer (1980), se detallan las pérdidas energéticas durante el proceso de ensilado con relación a la energía aportada por el forraje en pie, antes de la recolección, relacionándolas con el factor causal.

<sup>8</sup> Proyecto INIA SC97 072. titulado «Uso de aditivos biológicos en el ensilado de hierba para la producción de leche: Efecto sobre la calidad de fermentación, valor nutritivo y productividad animal», realizado en el CIAM entre 1997 y 2000, coordinado por G. Flores

TABLA 13  
**Pérdidas energéticas durante el proceso de ensilado y sus causas**  
*Energy losses during the silage making process and their causal factors*

Proceso	Clasificada como	Pérdidas (% total)	Factor causal
Respiración residual en el silo	Inevitable	1-2	Enzimas de la planta
Fermentación en el silo.	Inevitable	2-4	Microorganismos
Efluente o Pérdidas en el campo por presecado	Mutuamente inevitables	5 a >7 2 a >5	Humedad del forraje, meteorología, técnica, manejo, recolección
Fermentación secundaria (clostrídica)	Evitable	0 a >5	Humedad del forraje, contenido en azúcares, poder tampón, caída de pH
Deterioro aeróbico:			
• Antes de la apertura del silo	Evitable	0 a >10	Densidad, tipo de silo, calidad del sellado, tipo de recolección
• Después de la apertura del silo	Evitable	0 a >15	Además de las anteriores, técnica de desensilado, estación del año
Total pérdidas		7 a >40	

*Fuente: Zimmer (1980)*

Una de las circunstancias que pueden incrementar notablemente las pérdidas de materia seca, no contemplada en el cuadro anterior, es la acción de la lluvia sobre la hierba segada en el campo. En el proceso de ensilado seguido en las explotaciones gallegas la hierba segada permanece en el campo por un período más o menos largo hasta ser recogida por la cosechadora, en función de determinadas circunstancias. En el caso de pretender hacer presecado, las pérdidas ocasionadas por la lluvia pueden ser muy elevadas, como se refleja la Tabla 14, donde se comparan las pérdidas totales de materia seca en la obtención de ensilaje con las del heno. Es necesario destacar que el forraje alcanzado por la lluvia presenta los niveles de pérdidas subsiguientes (esparcido, volteo, hilerado), situadas en el extremo superior del estrato correspondiente. Si para el caso de ensilajes realizados en condiciones «normales», se asumen valores de pérdidas totales de materia seca (respecto de la producción total en pie en la parcela, antes de la recogida) en el rango 20-30% (Pitt, 1990), en el caso de que una lluvia intensa afecte a la hierba segada es fácil alcanzar valores de pérdidas totales del 40-50%, pudiendo llegarse en casos extremos de lluvia persistente a la pérdida total de la cosecha.

TABLA 14

**Pérdidas de materia seca en la realización de ensilado y heno de hierba de pradera***Dry matter losses during the herbage silage and hay making*

Tipo de pérdidas		Pérdidas de Materia Seca (%)	
		Rango	Normal
Respiración <sup>1</sup>		2-8	5
Efecto de la lluvia <sup>2</sup>	5 mm	1-3	2
	25 mm	4-14	8
	50 mm	8-27	15
Siega/Acondicionado		1-2	1
Esparcido		1-3	1
Volteo		1-3	1
Hilerado		1-20	5
Empacado del heno	Pacas cuadradas, pequeñas	2-6	4
	Pacas redondas	3-9	6
Cosecha de hierba para ensilar con máquina picadora		1-8	3
Almacenamiento de heno (en pajar, bajo cubierta)		3-9	5
Almacenamiento en el silo (tipo bunker)		10-16	12

<sup>1</sup> incluye pérdidas por respiración de la planta y por la acción microbiana para hierba dejada en el campo con buen tiempo.

<sup>2</sup> incluye pérdida de hojas, lixiviado de nutrientes y acción microbiana resultantes del daño por lluvia

Fuente: Rotz y Muck, 1994

Otro aspecto importante relacionado con el nivel de humedad del forraje es la producción de efluente, que aumenta con la presencia de lluvia en las operaciones de ensilado, no sólo por las pérdidas de materia seca y energía a que antes se aludió, sino por el riesgo medioambiental que conlleva su producción debido a su elevado poder contaminante. Spillane y O'Shea (1973) compararon la demanda biológica de oxígeno (DBO) de varios productos generados en las explotaciones ganaderas y demostraron que el efluente del ensilaje es de los contaminantes potencialmente más poderosos que pueden alcanzar a los cursos de agua, como se indica en la Tabla 15. A este respecto Clarke y Stone (1995) advierten que un litro de efluente que alcanza un curso de agua puede bajar el contenido en oxígeno de 10 m<sup>3</sup> de agua a un nivel crítico para la vida de la fauna piscícola existente.

**TABLA 15**  
**Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) de algunos productos generados**  
**en explotaciones ganaderas**  
*Biological Oxygen Demand of some farm pollutants*

	DBO (mg O <sub>2</sub> /litro)
Efluente de ensilaje	90 000
Purín de cerdo	35 000
Orina de vacuno	19 000
Purín de vacuno	5 000
Aguas residuales domésticas	500

*Fuente: Spillane y O'Shea (1973)*

En la Tabla 16 se reflejan algunas regresiones que permiten estimar el efecto de la humedad del forraje sobre la producción total de efluente y el consiguiente nivel de pérdidas de MS (% sobre el total ensilado) por este concepto.

**TABLA 16**  
**Relación entre el contenido en materia seca del forraje, producción de efluente durante el**  
**ensilaje y pérdidas de materia seca por efluente**  
*Relationship among forage dry matter content, effluent production*  
*and effluent dry matter losses*

Ecuación de regresión	Nivel de MS (%) para evitar efluente	Referencia
$P$ (%pérdidas MS)= $17,614 - 0,583 \times MS(\%)$	32,7	Miller y Clifton (1965)
$V_s = 669,4 - 22,4 \times MS(\%)$	29,9	Sutter (1957)

MS = materia seca

$V_s$  = volumen de efluente producido (litros t<sup>-1</sup> de forraje ensilado)

En una reciente revisión sobre la producción de efluentes de ensilaje en las explotaciones gallegas, Flores (2000) concluía que el vertido habitual de los mismos al terreno sin ningún tipo de control constituye un método de eliminación, potencialmente peligroso y prohibido en la mayor parte de los países europeos occidentales, que debe ser revisado. Dado que la forma más usual en estos países de eliminación de efluentes es su distribución como abono al terreno, mezclado con el purín, se requiere la adaptación de las instalaciones existentes en las explotaciones gallegas (silos y conducciones a las fosas).

#### *Factores que condicionan la ingestibilidad del ensilaje*

Es conocido desde hace tiempo que las «características ingestivas» de un ensilaje tienen tanta o más importancia en términos de producción animal que el contenido

energético y proteico del forraje. Por ejemplo, en la revisión de Harris y Raymond (1963) se establece que el valor del ensilaje como alimento puede estar limitado tanto por su baja digestibilidad como por la baja ingesta cuando es de alta digestibilidad. Además de la ya comentada influencia de la digestibilidad del ensilaje sobre la ingesta voluntaria, otros factores condicionan dicho valor.

La evidencia de que la ingestibilidad del ensilaje es inferior a la del forraje fresco original ha dirigido la atención de los investigadores hacia el contenido en metabolitos resultantes de la fermentación en el silo para intentar explicar dicha reducción, así como las diferencias existentes en la ingestión voluntaria entre diferentes ensilajes (Thomas y Chamberlain, 1982). Algunos estudios han intentado relacionar aquella con la composición química del ensilaje, habiéndose obtenido correlaciones significativas entre la ingesta voluntaria y la concentración en ácidos de fermentación y el pH (correlaciones negativas) y con diversos índices de "calidad fermentativa", que incluyen la proporción de nitrógeno (N) amoniacal en el N total (negativa), la proporción de ácido láctico respecto del total de ácidos (positiva) y el índice de Flieg (positiva), que se calcula a partir de la proporción relativa de ácidos láctico, acético y butírico (Zimmer, 1966). En este sentido McDonald y Edwards (1976) clasifican los ensilajes en función del modelo de fermentación desarrollado en el silo en los tipos láctico, butírico y acético (en función del ácido predominante en aquellos casos en que la intensidad de fermentación de los azúcares fue prácticamente completa); tipos presecado y de fermentación químicamente restringida cuando la actividad fermentativa microbiana fue atenuada, bien por la reducida humedad del forraje o por la adición de agentes esterilizantes, respectivamente. En los casos en que tuvo lugar en la masa del forraje una fermentación de tipo butírico, con presencia de aminas y valores de N amoniacal elevados, los niveles de ingesta voluntaria observados son típicamente bajos comparados con ensilajes bien fermentados, como se documenta ampliamente en la revisión de Harrison *et al.* (1994). En ciertos casos, un pH excesivamente bajo en ensilajes que fermentaron extensivamente ha sido relacionado con baja ingestibilidad de ensilajes (Erdman, 1993). Otros autores señalan factores físicos propios de la estructura del forraje ensilado, como un tiempo superior de retención en el rumen comparado con la hierba fresca (por ejemplo, Thomas y Thomas, 1985).

Existen evidencias acerca de que la longitud de picado del forraje tiene también un pronunciado efecto en la ingesta de ensilaje. Castle *et al.* 1979 señalan que un picado corto incrementa la cantidad de ensilaje consumida por los animales, bien por el efecto directo que la disminución del tamaño de las partículas de forraje ejerce sobre la permanencia del mismo en el rumen, bien indirectamente debido a la mejora de la calidad fermentativa.

Otro factor que ejerce una influencia negativa en la ingesta es el exceso de humedad del forraje. Mahanna (1994) señala que con raciones ricas en ensilaje, la MS ingerida bajará un 0,02% del peso vivo del animal por cada unidad porcentual de incremento de humedad por encima del 50% en la ración total. Tomando como cierta esta relación, una vaca de 600 kg, consumiendo el 2,2% de su peso vivo de ensilaje de hierba con el 30% MS y 8,5 kg de concentrado (ingestas de 13,2 kg MS de ensilaje y 8 kg MS de concentrado), reduciría en 2,5 kg MS el consumo diario de forraje si se sustituyera aquel ensilaje por otro con el 15% MS. En las condiciones gallegas cortas precoces de hierba a finales de abril, bajo lluvia ligera, pueden producir ensilajes con contenidos de MS semejantes al anteriormente citado (Flores *et al.*, 1999).

Según Erdman (1993) el ensilaje que fue moderadamente presecado se compara favorablemente con el cosechado directamente (sin presecar) en términos de porcentaje de MS que llega a ser finalmente consumido por el ganado respecto del total presente en la pradera, incluyendo en este cálculo tanto los efectos sobre ingesta voluntaria como las pérdidas de materia seca en el campo y durante el almacenamiento originadas por el método de ensilado elegido. En una revisión realizada por Waldo (1977), tomando la producción de leche producida con heno como valor 100, ésta era maximizada por el ensilaje cuando el forraje se recogía entre el 60 y 70% de humedad (valores relativos de 104, 114 y 103 para ensilajes de <30, 30-40 y >40% MS, respectivamente)

Considerando los factores de variación de la ingestibilidad de ensilajes de hierba para alimentación de bovinos Dulphy y Michalet-Doreau (1981) indica que estos animales son especialmente sensibles al contenido en humedad del forraje, la calidad de fermentación y la finura de picado, efectos que se resumen en la Tabla 17. Aunque el nivel y tipo de suplementación puede modificar la relación entre las anteriores características del ensilaje y su ingesta voluntaria, es destacable la reducción de ingesta causada por un exceso de humedad en el forraje, en particular con picado largo y calidad de conservación deficiente. Con relación al ensilaje de referencia en cuanto a ingesta voluntaria para dicho autor (picado finamente, con conservante, 23% MS), un ensilaje del 17% MS, picado largo y sin conservante, tendría únicamente el 68% de su ingestibilidad potencial.

TABLA 17

**Efecto del contenido en materia seca del forraje, finura de picado y uso de conservante sobre la ingestibilidad relativa de ensilajes de hierba**

*Effect of forage dry matter content, particle length and additive use on relative herbage silage intake*

Materia Seca %	Picado largo		Picado fino	
	Conservante NO	Conservante SÍ	Conservante NO	Conservante SÍ
17	68	78	80	92
20	72	81	85	96
23	76	85	90	100
32	89	92	97	102
35	94	97	100	103

Fuente: Dulphy y Michalet-Doreau (1981).

En el siguiente apartado se verá que las explotaciones gallegas ensilan forraje con picado muy escaso debido al tipo de maquinaria utilizada en la recolección. Tomando como referencia los datos del cuadro anterior para picado largo, y haciendo abstracción del nivel de suplementación aportada, el efecto de sustituir un ensilaje presecado, del 32% MS por otro de corte directo, del 17% MS implicaría una reducción en el consumo de MS de ensilaje de entre 3,3 y 2,2 kg por vaca y día, lo que permite estimar un gasto adicional diario por animal de +2,5 y +1,5 kg de concentrado, respectivamente, para mantener la misma producción de leche.

### CALIDAD DEL ENSILAJE EN LAS EXPLOTACIONES GALLEGAS

A lo largo de las campañas 1991-96 se realizó un trabajo de colaboración entre el CIAM, los Servicios Técnicos de la Cooperativa LEYMA (A Coruña), y la Cooperativa COREN (Ourense), dentro del Proyecto INIA-9626. Uno de los objetivos era el estudio de la metodología de realización del ensilado de hierba en las explotaciones lecheras gallegas y su relación con la calidad del forraje, con el fin de detectar puntos críticos y proponer medidas para su corrección. Se estudiaron anualmente unas 250-325 explotaciones situadas en su mayoría en la provincia de A Coruña, siendo muestreados cerca de 4 mil silos a lo largo de los seis años.

En esencia, el trabajo consistió en: 1) toma de datos a pie de finca sobre las características del método de ensilado seguido, tipo de pradera, fechas de corte y climatología en la recolección; 2) toma de muestras, con sonda, de los silos a partir de los 1,5-2 meses de su realización; 3) análisis químico de las muestras de ensilaje; 4) estudio de la relación entre la metodología de ensilado y el resultado de los análisis. La

estimación de la calidad fermentativa de los ensilajes se realizó mediante la comparación entre el valor del pH real de las muestras y el pH de estabilidad (pHe) obtenido a partir de la ecuación  $pHe=0,0359 \times MS + 3,44$ , propuesta por Haigh (1987), siendo MS el contenido en materia seca del ensilaje. Convencionalmente se consideró que cuando la diferencia entre el pH de la muestra y el de estabilidad ( $pHdif=pH-pHe$ ) era inferior a 0,2, la conservación era adecuada.

Las características medias de las explotaciones, tal y como se indicaron en la Tabla 4 eran: 27,1 vacas, 150 mil kg de leche/explotación, 13,9 ha de superficie agrícola útil (SAU), 5, 6 y 3,2 ha de pradera ensiladas en primer y segundo corte, respectivamente y 1,9 ha maíz para ensilar. La fertilización anual aportada a la superficie forrajera praderas fue, de media, 103 kg de N, 100 kg de  $P_2O_5$  y 68 kg de  $K_2O$  por ha. Adicionalmente se aportó purín, en cantidad que no fue cuantificada en el estudio.

Según el tipo de pasto ensilado, se aprecia una sensible similitud entre los porcentajes de silos realizados con hierba de pradera de raigrás italiano (34,5% del total, del cual el 20% corresponde a mezclas con trébol), raigrás inglés (33,3% del total, del cual el 23% eran mezclas con trébol) y mezclas de diversos tipos (30% del total), correspondiendo a hierba de prados el restante 2,2%.

La Tabla 18 muestra la evolución de la composición química media anual a lo largo del antedicho período. La calidad media de los ensilajes puede ser calificada de aceptable, si bien los primeros tres años del estudio muestran valores deficientes de calidad de conservación, asociados a niveles elevados de humedad en el forraje. La mejora en la calidad fermentativa experimentada a partir de 1994 (valor  $pHdif < 0,2$ ) se asocia con condiciones climáticas más favorables en el período 15 abril-15 mayo para realizar el presecado de la hierba. Por el contrario, los valores medios para el año 1993, especialmente lluvioso en este período, muestran un forraje de alta humedad (MS 18,9%) y de conservación muy deficiente. Por lo tanto, se puede afirmar que la calidad fermentativa se mostró sumamente dependiente de la climatología, de forma que años excepcionalmente lluviosos durante el período de recolección del primer corte comprometen notablemente dicha calidad.

En la Tabla 19 se indican los valores medios de composición química de los ensilajes de primer y segundo corte. Salvo para el contenido en materia seca, inferior para los primeros en 4,4 unidades MS (%), no se detectaron diferencias significativas para el resto de los parámetros.

**TABLA 18**  
**Calidad media anual de ensilajes de hierba de explotaciones lecheras**  
**gallegas en los años 1991-1996**

*Average annual quality of herbage silages from Galician dairy farms in 1991-1996 years*

Año	n	MS	MO	PB	FAD	DMO	pH	pHe	pHdif	Fecha <sup>1</sup> 1º corte	Fecha <sup>1</sup> 2º corte
1991	353	20,4 d	90,1 a	13,1 b	42,0 a	64,7 c	4,59 a	4,17 d	0,42 b	133 a	173 a
1992	644	21,3 c	89,8 b	12,4 c	40,9 b	63,9 d	4,44 bc	4,20 c	0,24 c	130 b	168 b
1993	817	18,7 e	89,7 b	12,5 c	41,8 a	63,6 d	4,61 a	4,11 e	0,50 a	131 ab	166 bc
1994	800	23,1 b	89,8 b	13,2 b	38,7 c	65,8 b	4,40 c	4,27 b	0,13 d	132 ab	164 cd
1995	676	25,8 a	89,7 b	13,0 b	36,7 d	66,2 b	4,42 c	4,36 a	0,06 e	130 b	160 d
1996	680	25,6 a	89,4 c	14,4 a	34,7 e	68,6 a	4,49 b	4,35 a	0,14 d	125 c	160 d
<b>91-96</b>	<b>3970</b>	<b>22,7</b>	<b>89,5</b>	<b>13,1</b>	<b>38,8</b>	<b>65,6</b>	<b>4,49</b>	<b>4,25</b>	<b>0,24</b>	<b>130</b>	<b>164</b>

n: nº de silos muestreados; MS: materia seca en estufa (%); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (N Kjeldhal determinado sobre muestra seca x 6,25, %MS); FAD: fibra ácido detergente (Goering y Van Soest, 1970), expresada con cenizas; DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%), estimada por regresión<sup>9</sup>; pHe: pH de estabilidad, según Haigh (1987); pHdif: pH-pHe

<sup>1</sup> Fecha de corte en días a partir del 1 de enero

Valores afectados por diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (test de Duncan,  $\alpha=0.05$ )

**TABLA 19**

**Calidad media de los ensilajes de primer y segundo corte (media de los años 1991-1996)**

*Average quality of first and second cut herbage silages (1991-1996)*

	n	MS	MO	PB	FAD	DMO	pHdif
Primer corte	2 779	21,3	89,6	13,1	38,9	65,5	0,24
Segundo corte	1 191	25,7	89,9	13,0	38,7	65,6	0,25
p <sup>1</sup>		***	***	ns	***	***	**

n: nº de silos muestreados; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS); PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%), pHdif: diferencia entre el pH de la muestra y el pH de estabilidad, según Haigh (1987)

<sup>1</sup> Significación del test F en el análisis de varianza: ns:  $p \geq 0,05$ ; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$

El porcentaje de ensilajes afectados por la lluvia durante las operaciones de ensilado fue del 22,2% como media del período estudiado. Es necesario destacar su variabilidad, que osciló entre el 44,1 y 13,9% en los años 1993 y 1995, respectivamente (Figura 1). Comparada la composición química de los ensilajes afectados por la lluvia con la de los que no lo fueron, se observa que los primeros presentaron una calidad nutritiva significativamente inferior, como se refleja en la Tabla 20.

<sup>9</sup>  $DMO (\%) = 82.58 - 1.153FAD - 0.0366PB^2 + 0.0687FAD PB$  ( $R^2=0.57$ ;  $RSD=\pm 4.5$ ;  $n=139$ )

Fuente: Flores, G., datos no publicados

TABLA 20

**Calidad de los ensilajes de hierba afectados por la lluvia durante las operaciones de ensilado**

*Quality of silages affected by rain during ensiling operations*

Presencia de lluvia	MS	PB	FAD	DMO	UFL	pHdif
Sin lluvia	23,8	13,2	38,2	66,0	0,78	+0,2
Con lluvia	18,8	12,9	40,3	64,7	0,76	+0,3
	<sup>p</sup> <sup>i</sup> ***	***	***	***	***	***

MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS), PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); UFL: unidades forrajeras leche/kg MS; pHdif: diferencia entre el pH de la muestra y el pH de estabilidad, según Haigh (1987)

<sup>i</sup> Significación del test F en el análisis de varianza: ns:  $p \geq 0,05$ ; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$

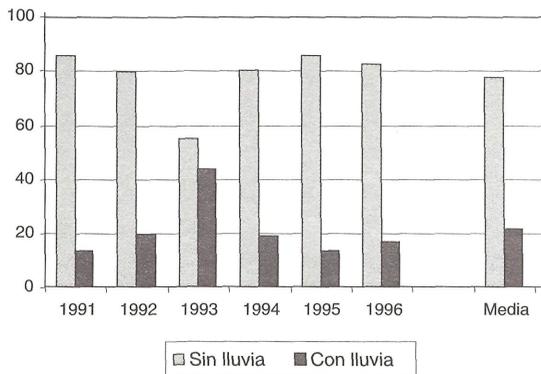


FIGURA 1

**Porcentaje de ensilajes afectados por lluvia durante las operaciones de ensilado**

*Percentage of silages affected by rain during the silage making*

Como media, el 75% de los ensilajes muestreados tenían un nivel de MS inferior al 25%. El porcentaje de muestras que superaron este valor de MS osciló entre el 12,1% en 1993 y el 43,6% en 1995. En la Tabla 21 se observa cómo el incremento de materia seca del ensilaje está claramente asociado a una mejora en el valor nutritivo y calidad fermentativa.

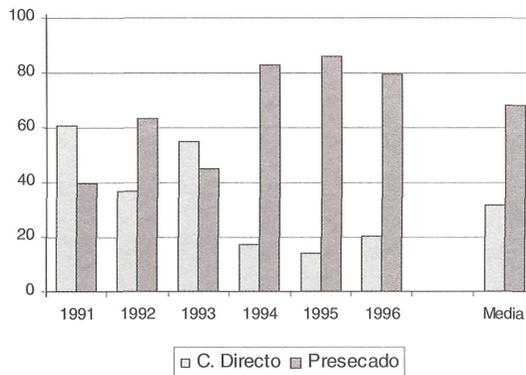
**TABLA 21**  
**Calidad de los ensilajes según el rango del contenido en materia seca**  
*Silage quality by dry matter content rank*

Rango MS (%)	n	(%)	MS	PB	FAD	DMO	UFL	pH	pHdif
≤ 20	1551	(48,9)	17,1 <i>d</i>	13,1	40,7 <i>a</i>	65,0 <i>c</i>	0,76 <i>d</i>	4,41 <i>d</i>	+0,35 <i>a</i>
20-25	817	(25,8)	22,2 <i>c</i>	13,0	38,6 <i>b</i>	65,5 <i>c</i>	0,77 <i>c</i>	4,47 <i>c</i>	+0,23 <i>b</i>
25-30	388	(12,3)	27,2 <i>b</i>	13,1	36,9 <i>c</i>	66,1 <i>b</i>	0,78 <i>b</i>	4,55 <i>b</i>	+0,13 <i>c</i>
≥30	414	(13,0)	36,5 <i>a</i>	13,1	35,4 <i>d</i>	66,7 <i>a</i>	0,79 <i>a</i>	4,73 <i>a</i>	0,00 <i>d</i>

n: n° de silos muestreados; (%) porcentaje de cada grupo sobre el total; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS), PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); UFL: unidades forrajeras leche/kg MS; pHdif: diferencia entre el pH de la muestra y el pH de estabilidad, según Haigh (1987).

Valores afectados por diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (test de Duncan, α=0,05)

Aproximadamente el 31% de los ensilajes intentaron ser presecados, siendo considerados como tales aquellos ensilajes realizados con hierba que fue dejada deliberadamente en el campo por un período superior a las 8-12 horas con el objetivo de reducir la humedad. El incremento del porcentaje de ensilajes presecados a partir de 1994, como se puede observar en la Figura 2, es reflejo tanto de una climatología más favorable durante el período de ensilado como el cambio de hábitos en la metodología empleada.



**FIGURA 2**  
**Porcentaje de ensilajes realizados por corte directo y presecados**  
*Percentage of wilted and direct-cut silages*

Los ensilajes presecados mostraron una calidad fermentativa y un valor nutritivo significativamente superior a los no presecados, como se refleja en la Tabla 22. Sin embargo, como media de los seis años de estudio, únicamente el 36% de los ensilajes

realizados con hierba dejada en el campo para presecar tenían un contenido en materia seca superior al 25%. Para las muestras de primer y segundo corte dicho porcentaje fue del 26,8 y 56,1%, respectivamente. Esta circunstancia refleja tanto la dificultad de conseguir la elevación del contenido en materia seca en los meses de abril y mayo debido a las condiciones desfavorables para presecar el forraje (baja radiación solar, humedad relativa elevada), como una deficiente programación de los trabajos de ensilado, lo que se hizo notar particularmente en los tres primeros años del estudio, donde era relativamente frecuente que la hierba que se dejaba secar fuese sorprendida por la lluvia. La inferior calidad de los ensilajes afectados por la lluvia se refleja en la Tabla 23.

TABLA 22  
Calidad de los ensilajes de corte directo y presecados  
*Quality of direct-cut and wilted silages*

	MS	PB	FAD	DMO	UFL	pH	pHdif
Ensilado directo	19,4	12,7	40,8	64,3	0,75	4,43	+0,29
Presecado	24,2	13,4	37,7	66,3	0,78	4,50	+0,19
p <sup>1</sup>	***	***	***	***	***	***	***

MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS), PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); UFL: unidades forrajeras leche/kg MS; pHdif: diferencia entre el pH de la muestra y el pH de estabilidad, según Haigh (1987)

<sup>1</sup> Significación del test F en el análisis de varianza: ns:  $p \geq 0,05$ ; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$

TABLA 23  
Efecto de la presencia de lluvia durante las operaciones de presecado sobre la calidad del ensilaje  
*Effect of the occurrence of rain during the wilting operations on silage quality*

Presecado	n	MS	PB	FAD	DMO	UFL	pH	pHdif
Sin lluvia	1649	25,0	13,4	37,5	66,4	0,79	4,52	+0,18
Con lluvia	302	19,9	13,2	39,2	65,6	0,77	4,41	+0,25
p <sup>1</sup>		***	ns	***	***	***	***	***

n: n° de silos muestreados; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS), PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); UFL: unidades forrajeras leche/kg MS; pHdif: diferencia entre el pH de la muestra y el pH de estabilidad, según Haigh (1987)

<sup>1</sup> Significación del test F en el análisis de varianza: ns:  $p \geq 0,05$ ; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$

Uno de cada tres ensilajes fue tratado con aditivo, siendo los más utilizados el ácido fórmico (solo o mezclado con formalina) y las sales de ácidos (en formulaciones granuladas o en polvo, atractivas por su fácil manipulación), con un 52 y 38% de los casos donde se utilizó aditivo, respectivamente. La utilización de otros aditivos, como melazas e inoculantes fue puramente testimonial. En la Tabla 24 se detalla la calidad media de los ensilajes sin aditivo y los realizados con ácido fórmico y sales de ácido.

TABLA 24  
Calidad del ensilaje y uso de aditivo

*Silage quality and additive use*

	MS	PB	FAD	DMO	UFL	pH	pHdif
Sin aditivo	23,2 a	12,9 b	39,0 a	65,2 b	0,77 b	4,52 a	+0,24 a
Fórmico y Fórmico+Formol	21,3 b	14,1 a	37,7 b	67,3 a	0,80 a	4,39 c	+0,18 a
Sales de Ácido	21,8 b	13,1 b	38,9 a	65,6 b	0,77 b	4,44 b	+0,22 ab

MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS), PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); UFL: unidades forrajeras leche/kg MS; pHdif: diferencia entre el pH de la muestra y el pH de estabilidad, según Haigh (1987)

Valores afectados por diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (test de Duncan,  $\alpha=0,05$ )

De los resultados anteriores se deduce la mejor calidad media de los ensilajes tratados con aditivos a base de ácido fórmico, comparada con la de los tratados con sales de ácido y los ensilajes sin aditivo. Sin embargo el pH medio de 4,39 para los ensilajes con ácido fórmico denota una calidad fermentativa mediocre. Es bien conocida experimentalmente la probada eficacia del ácido fórmico en condiciones difíciles para ensilar para conseguir controlar la fermentación (véanse, por ejemplo, los resultados de la Tabla 11), lo que no se corresponde con los resultados obtenidos en la práctica de las explotaciones, tal y como demuestran los resultados anteriormente expuestos.

Esta falta de respuesta al uso de ácido fórmico fue atribuido a la utilización de dosis por debajo del umbral de efectividad y a una técnica de aplicación incorrecta. Wilkinson (1986) recomienda una dosis mínima de 2 litros/t de forraje en condiciones de ensilado con riesgo de mala fermentación, y una distribución uniforme del aditivo aplicado en la masa de forraje ensilada mediante la utilización de dosificadores, preferentemente montados en la máquina cosechadora. Únicamente un 17% de los ensilajes tratados con fórmico fueron tratados con una dosis superior a los 2 litros/t y en ninguna explotación se utilizó un dosificador, siendo añadido el ácido con una regadera sobre la masa de forraje descargado en el silo. Este último aspecto, al margen de reducir la efectividad del aditivo, constituye un grave riesgo para la seguridad de los manipuladores durante su aplicación, dado el carácter cáustico del ácido fórmico.

La ausencia de respuesta al uso de sales de ácido no hace más que constatar en la práctica las observaciones experimentales acerca de su menor efectividad, comparadas con el ácido fórmico, para mejorar la calidad de fermentación de los ensilajes (Flores *et al.*, 1997). Adicionalmente, sólo el 35% de los ensilajes tratados con este grupo de aditivos recibieron la dosis recomendada por el fabricante.

Comparando estos resultados con los referidos anteriormente se puede afirmar que existen evidencias de que el incremento de materia seca de la hierba mediante presecado es, en la práctica de las explotaciones, una herramienta mucho más potente que el uso de

aditivos en la mejora de la calidad de conservación de los ensilajes en las condiciones donde se desarrolló el estudio. A una conclusión semejante llega Haigh (1987) en su estudio realizado sobre calidad del ensilaje, realización de presecado y uso de aditivos en explotaciones del Reino Unido.

En un apartado anterior se hizo referencia a la necesidad de conseguir un picado fino del forraje por su efecto favorable en la calidad fermentativa y en la ingesta voluntaria del ensilaje, particularmente en condiciones de humedad elevada, por lo que la máquina cosechadora empleada puede tener considerable importancia en el resultado final del proceso de ensilado. En el caso de las explotaciones lecheras gallegas, la máquina empleada mayoritariamente es el autocargador no picador, que fue utilizado para realizar la recolección de casi el 75% de los ensilajes de la muestra. La evolución del tipo de cosechadora utilizada (Tabla 25), permite apreciar un incremento del uso de autocargadores picadores, más adecuados para la realización del ensilado

Dada la escasa superficie de las explotaciones gallegas la adquisición de maquinaria específica para ensilar para su uso en exclusiva en la explotación no es en general recomendable desde un punto de vista económico por el escaso uso anual de la misma, a no ser que se utilice también en trabajos fuera de la explotación. Aunque en 1996, último año de los estudiados en este trabajo, el número de ensilajes cosechados con picadoras de precisión era casi insignificante (aproximadamente el 0,6% del total), en la actualidad se aprecia un incremento del número de explotaciones donde la recolección es realizada por contratistas privados o cooperativas que poseen este tipo de máquinas.

TABLA 25  
Tipo de cosechadora utilizada en las operaciones de ensilado  
*Harvester type used for silage making*

Tipo de cosechadora	Porcentaje de silos realizados anualmente con cada tipo de máquina						Total
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
Autocargador no picador	85,7	84,5	77,9	69,5	64,2	70,4	74,3
Autocargador picador	6,1	7,7	11,5	16,6	20,8	21,2	14,8
Rotoempacadora	4,1	5,2	8,0	11,4	13,8	8,2	8,9
Cosechadora de mayales	4,1	2,6	2,6	2,5	1,2	0,2	2,0

En la Tabla 26 se expone la calidad media de los ensilajes realizados con los distintos tipos de máquinas, donde se incluyen, a pesar de su escaso número, las medias para los ensilajes realizados con cosechadoras de precisión. Se confirma en la práctica el efecto positivo de un picado más fino sobre la calidad de conservación de los ensilajes, estimada a través del valor pH<sub>dif</sub>. Debe señalarse que la utilización de autocargadores picadores y, sobre todo, las cosechadoras picadoras de precisión se realiza

preferentemente en las explotaciones de mayor tamaño, mientras que las cosechadoras de mayales, empleadas preferentemente en explotaciones más pequeñas, han desaparecido en la práctica.

**TABLA 26**  
**Calidad del ensilaje y tipo de cosechadora utilizada**  
*Silage quality and type of harvester used for silage making*

	MS	PB	FAD	DMO	UFL	pH	pHdif
Autocargador no picador	21,9 <i>c</i>	13,0 <i>b</i>	39,2 <i>b</i>	65,3 <i>b</i>	0,77 <i>b</i>	4,48 <i>a</i>	+0,25 <i>a</i>
Autocargador picador	24,4 <i>b</i>	14,2 <i>a</i>	36,3 <i>d</i>	67,8 <i>a</i>	0,80 <i>a</i>	4,45 <i>ab</i>	+0,13 <i>bc</i>
Cosechadora de mayales	18,8 <i>d</i>	12,2 <i>c</i>	42,5 <i>a</i>	62,8 <i>c</i>	0,74 <i>c</i>	4,17 <i>bc</i>	+0,05 <i>c</i>
Rotoempacadora	27,4 <i>a</i>	12,7 <i>b</i>	38,0 <i>c</i>	65,3 <i>b</i>	0,78 <i>b</i>	4,60 <i>a</i>	+0,18 <i>ab</i>
Picadora de precisión	24,7 <i>ab</i>	14,1 <i>a</i>	36,6 <i>d</i>	67,3 <i>a</i>	0,80 <i>a</i>	4,14 <i>c</i>	-0,18 <i>c</i>

MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS), PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); UFL: unidades forrajeras leche/kg MS; pHdif: diferencia entre el pH de la muestra y el pH de estabilidad, según Haigh (1987)

Valores afectados por diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (test de Duncan,  $\alpha=0,05$ )

En la Tabla 27 se recoge información sobre el tipo de silo utilizado en las explotaciones, distinguiéndose los realizados en obra de fábrica, con paredes y solera de hormigón, de los silos tipo almiar realizados directamente sobre tierra. Este último tipo representa de media el 83,6% del total, porcentaje que permanece prácticamente invariable a lo largo del período estudiado. Las alturas medias de los dos tipos de silos fueron de  $1,8\pm 0,6$  y  $1,3\pm 0,5$  m para los silos trinchera y almiar, respectivamente. La Tabla 28 refleja los valores medios de la calidad de los ensilajes realizados en ambos tipos de silos, observándose una menor calidad de los ensilajes realizados en los silos tipo almiar. Esto podría reflejar, al menos parcialmente, las peores condiciones de almacenamiento del forraje debido fundamentalmente a una menor compactación del forraje y mayores posibilidades de contaminación con tierra. Adicionalmente, la realización del ensilado en estas condiciones representa un notable riesgo para la seguridad de los operarios, no siendo posible por otra parte, gestionar adecuadamente los efluentes producidos con el riesgo potencial de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas que ello conlleva.

TABLA 27  
Tipos de silo utilizado en las explotaciones  
*Farm silo types*

Tipo de silo	Porcentaje de tipo de silo en cada año						Total
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	
Almiar sobre tierra	81,5	84,0	86,0	82,8	82,0	84,5	83,6
Paredes y solera de obra de fábrica	18,5	16,0	14,0	17,2	18,0	15,5	16,4

TABLA 28  
Calidad media de los ensilajes realizados en silos tipo almiar y con paredes y solera de hormigón

*Average quality of clamp (unwalled) and concrete walled platform silos*

Tipo de silo	MS	PB	FAD	DMO	UFL	pH	pHdif
Almiar sobre tierra	22,1	13,1	38,9	65,5	0,77	4,47	+0,23
Paredes y solera de obra de fábrica	23,1	13,9	38,0	67,1	0,80	4,46	+0,19
	p <sup>1</sup> ***	***	***	***	***	***	**

n: n° de silos muestreados; MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS), PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%); UFL: unidades forrajeras leche/kg MS; pHdif: diferencia entre el pH de la muestra y el pH de estabilidad, según Haigh (1987)

<sup>1</sup> Significación del test F en el análisis de varianza: ns: p≥0,05; \*: p<0,05; \*\*: p<0,01; \*\*\*: p<0,001

Cuando se clasifican las explotaciones por el tamaño de rebaño se advierte una relación positiva entre calidad de los ensilajes y el tamaño de explotación. Los resultados que se exponen en la Tabla 29 indican que las explotaciones de mayor dimensión tienden a cortar la hierba más precozmente, ensilando hierba de mayor calidad. El mayor contenido en materia seca de sus ensilajes y la comparativamente mejor calidad de fermentación parecen evidenciar el empleo de técnicas de ensilaje más eficientes.

TABLA 29  
Tamaño de rebaño y calidad media del ensilaje  
*Herd size and silage average quality*

Tamaño de rebaño (n° de vacas)	MS	PB	FAD	DMO	UFL	pH	pHdif	Fecha <sup>1</sup> 1° corte	Fecha <sup>1</sup> 2° corte
15 o menos	21,5 c	12,7 c	40,6 a	64,3 c	0,76 c	4,53 a	0,32 a	133 a	170 a
16 a 35	22,5 b	13,2 b	38,6 b	65,7 b	0,78 b	4,48 b	0,23 b	130 b	164 b
más de 35	25,0 a	13,8 a	37,4 c	66,9 a	0,79 a	4,47 b	0,14 c	126 c	160 c

MS: materia seca (%); MO: materia orgánica (%MS), PB: proteína bruta (%MS); FAD: fibra ácido detergente (%MS); DMO: digestibilidad de la materia orgánica (%). UFL: unidades forrajeras leche/kg MS; pHdif: diferencia entre el pH de la muestra y el pH de estabilidad, según Haigh (1987)

<sup>1</sup> Fecha de corte en días a partir del 1 de enero

Valores afectados por diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (test de Duncan, α=0,05)

Uno de los resultados de este trabajo fue la elaboración de un sencillo protocolo de actuación dirigido a los ganaderos que les permitiese realizar racionalmente la toma de decisiones acerca de elementos clave del proceso de ensilado (fecha del primer aprovechamiento, presecado o corte directo, uso de aditivo) bajo una óptica de minimización de riesgos, y que se refleja en la Figura 3. Como se puede observar, únicamente se recomienda realizar el presecado de la hierba cuando la climatología es favorable, llegado el momento adecuado para ser recogida. En caso contrario, la recomendación es la realización de corte directo (esto es, ensilar inmediatamente después de la siega del forraje) utilizando un aditivo eficaz siempre que sea de temer la presencia de lluvia. El retraso en la fecha de corte sólo estaría justificado en caso de condiciones meteorológicas especialmente adversas, con lluvias persistentes que impidiesen la entrada de maquinaria en las praderas. En este caso, la técnica de ensilado perdería una de sus principales ventajas, como es la relativa independencia de la climatología reinante en el momento de la recogida para obtener un forraje conservado de calidad.

## CONCLUSIONES

- Del estudio de cerca de 4000 muestras del ensilaje producido en explotaciones lecheras gallegas a lo largo de seis años (1991-1996) se concluye que su calidad puede considerarse como aceptable, atendiendo a la concentración energética y proteica de la materia seca, con valores medios de 0,76 Unidades Forrajeras Leche/kg MS y 12,9% de proteína bruta (%MS). Sin embargo la calidad de conservación, estimada a través de la diferencia entre el pH de las muestras y el de estabilidad en función del contenido de la muestra en materia seca (Haigh, 1987) resultó muy deficiente, en particular en los tres primeros años del estudio.
- Se observó una tendencia positiva en cuanto al valor energético y, particularmente, la calidad de conservación de los ensilajes a lo largo del período estudiado, evolucionando en paralelo a un incremento en el contenido en materia seca.
- Sin embargo, existió una notable variabilidad interanual de la calidad de conservación, que dependió de las condiciones meteorológicas durante las operaciones de ensilado. En los años de primavera lluviosa la calidad media del ensilaje fue claramente peor. Como media, la lluvia estuvo presente en el 22% de los ensilajes en algún momento del proceso de ensilado.
- El presecado de la hierba hasta valores de materia seca próximos al 30% se mostró en la práctica como una herramienta mucho más potente que el uso de aditivos para

conseguir una buena calidad de fermentación. Sin embargo, sólo el 36% de los ensilajes presecados tenían valores de materia seca superiores al 25%, evidenciando una deficiente programación de los trabajos de ensilado.

- Se observaron notables deficiencias en la aplicación de aditivos que limitan su efectividad en la práctica de las explotaciones. Como media, el 70% de los ensilajes tratados con aditivo recibieron una dosis inferior a la recomendada y no se utilizaron aplicadores para asegurar la mezcla homogénea del aditivo y el forraje en ningún caso.

- El tipo de maquinaria mayoritariamente utilizada para cosechar la hierba fue el autocargador no picador, que se usó en el 74% de los casos. Los ensilajes cosechados con esta máquina mostraron una calidad inferior a los que lo fueron con autocargador picador o con picadora de precisión. El uso de autocargador picador se incrementó desde un 6% de las muestras en 1991 hasta un 21,2% en 1996, mientras que la utilización del autocargador no picador siguió una tendencia inversa.

- El forraje se ensiló mayoritariamente en silos tipo almiar, sobre tierra (83% de los casos, excluidos los ensilajes cosechados con rotoempacadora). La calidad de los ensilajes realizados en silos con paredes y soleras de hormigón fue superior a la de las muestras procedentes de silo almiar. Este tipo de silo presenta numerosos inconvenientes para la calidad de los ensilajes, la seguridad de los operarios y la adecuada gestión de los efluentes.

- Existe una correlación positiva entre tamaño de explotación y calidad del ensilaje. Los valores medios de las muestras procedentes de las explotaciones de mayor dimensión tuvieron una concentración energética y proteica superior, y mejor calidad de conservación, comparadas con las de los estratos de tamaño inferiores.

- La reducción de los costes de alimentación en las explotaciones lecheras gallegas, sin embargo, pasa por mejorar en su conjunto la tecnología de ensilado, en particular en lo relativo a utilización de aditivos, empleo de maquinaria específica para ensilar que permita un picado fino del forraje y la construcción de silos de obra de fábrica.

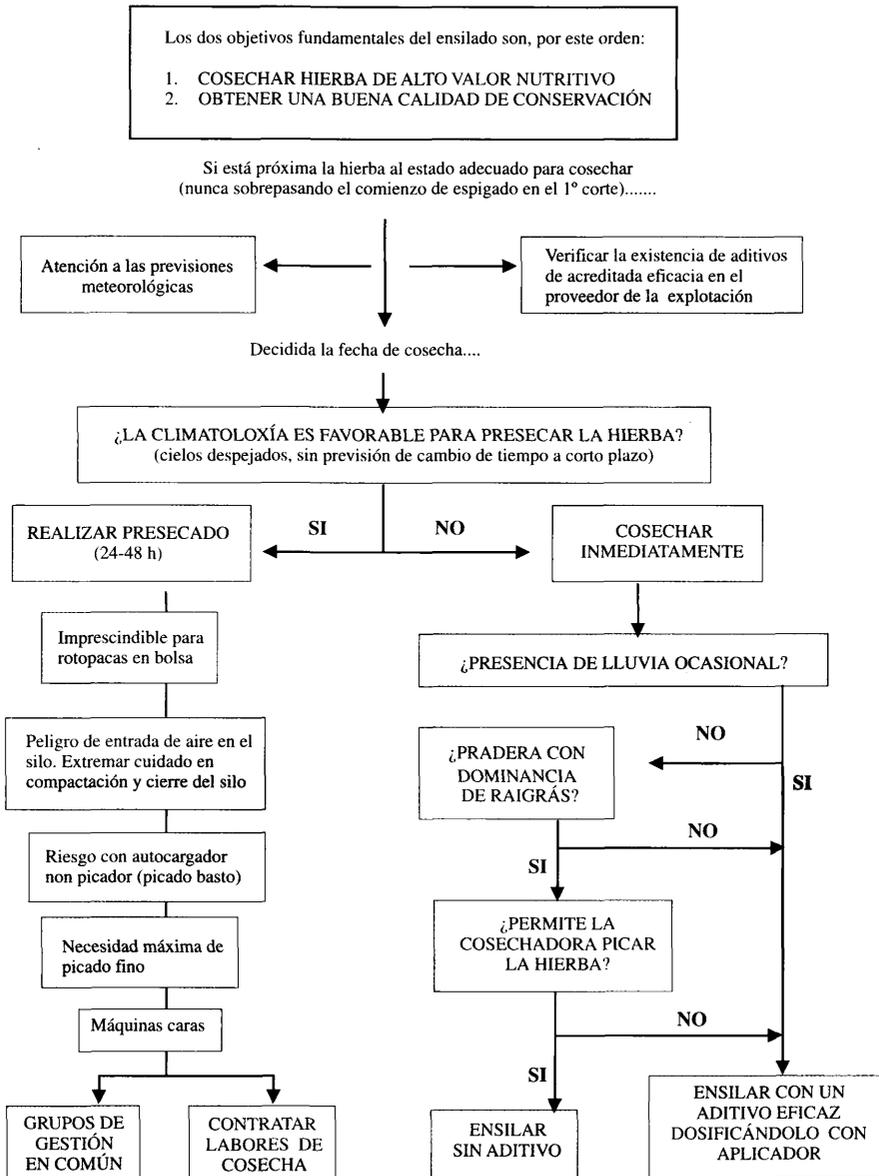


FIGURA 3

**Propuesta de guía de toma de decisiones en puntos críticos del proceso de ensilado**  
*Proposal of a guide for taking decisions in critical points of the silage making process*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPADR (Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural), 2000. Anuario de Estatística Agraria 2000. Xunta de Galicia, 238 pp. Santiago de Compostela (España).
- BARBEYTO F., 1999. As explotacións leiteiras na década dos noventa: pasado, presente... futuro?. *Revista. Xóvenes Agricultores*, 75-82. Julio 1999.
- CARDELLE, M., 1998. Comunicación personal. Datos no publicados del Laboratorio Agrario e Fitopatolóxico de Mabegondo. A Coruña (España)
- CASTLE, M. E., 1982. Feeding high-quality silage. En: *Silage for Milk Production*, 127-150. Ed. J.A.F. ROOK, P. C. THOMAS. Technical Bulletin 2. National Institute for Research in Dairying. Reading (Inglaterra) y Hannah Research Institute. Ayr (Escocia).
- CASTLE, M.E.; RETTER, W. C.; WATSON, J.N. 1979. Silage and milk production: comparisons between grass silage of three different chop lengths. *Grass and Forage Science*, **34**, 293-301.
- CLARKE, S.P.; STONE, R.P., 1995. How to handle seepage from farm silos. *Factsheet from the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs*. Ontario (Canadá).
- CROPPER, M.; FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRAEZ, A.; DÍAZ-NUÑEZ, M.; CABRERO, M., 1991. Efecto del aditivo del ensilado y de la suplementación con concentrado en la ingestión y productividad de corderos. *Memoria CIAM 1991*, 230-233.
- DULPHY, J.; MICHALET-DOREAU, B., 1981. Prévission de l'ingestibilité des ensilages d'herbe. En: *Prévission de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, 169-188. INRA Publications. Versailles (Francia).
- DEMARQUILLY, C., 1986. L'ensilage et l'évolution récente des conservateurs. *Bulletin Technique C.R.Z.V. Theix*, **63**, 5-12. INRA. Clermont Ferrand (Francia).
- DRIEHUIS, F.; OUDE EFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F., 1999. Anaerobic lactic acid degradation in maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *Journal of Applied Microbiology*, **87**, 583-594.
- DRIEUHIS, F.; OUDE EFERINK, S. J. W. H., 2000. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: A review. *The Veterinary Quarterly*, **22(4)**, 212-216.
- ERDMAN, R., 1993. Silage fermentation characteristics affecting feed intake. *Proceedings of the National Silage Production Conference*, 210-219. Syracuse. New York (EEUU).
- FERNÁNDEZ-LEICEAGA, X.; LÓPEZ-IGLESIAS, E., 2000. *Estrutura Económica de Galiza*. Ediciones Laiovento, 596 pp. Santiago de Compostela, Galicia (España).
- FLORES, G., 1985a. Valor nutritivo del ensilaje de hierba de pradera en Galicia: 1) Efecto de la fecha de corte, nivel de materia seca y aditivo. *Memoria CIAM 1984-85*, 136-139.
- FLORES, G., 1985b. Valor nutritivo del ensilaje de hierba de pradera en Galicia: 2) Relación entre estado de desarrollo, producción y calidad de hierba para ensilar en su período de crecimiento primaveral. *Memoria CIAM 1984-85*, 139-141.
- FLORES, G.; CASTRO, J.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A., 1996. Efecto de la estrategia de corte y de la utilización de un aditivo biológico sobre el valor nutritivo del ensilaje de pradera de raigrás inglés. *Actas de la XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 239-243.
- FLORES, G.; GONZÁLEZ-ARRÁEZ, A.; CASTRO, J., 1997. *Seminario sobre uso de Ensilajes, valor nutritivo, estabilidad aeróbica y control medioambiental*. Escuela de Ganadería de Villaviciosa. Consejería de Agricultura, 3-4 diciembre 1997. Principado de Asturias (España).
- FLORES, G.; CASTRO, J.; GONZÁLEZ-ARRAEZ, A.; AMIL, G.; BREA, T.; WARLETA, M. G., 1999. Effect of a biological additive on silage fermentation, digestibility, ruminal degradability, intake and performance of lactating dairy cattle in Galicia (NW Spain). *Proceedings of the XII International Silage Conference*, 181-182. Uppsala (Suecia).
- FLORES, G.; CASTRO, J.; GONZÁLEZ-ARRAEZ, A.; BREA, T.; AMIL, G.; GONZÁLEZ-WARLETA, M., 2000a. Evaluación de aditivos en la mejora de la calidad de ensilajes de hierba para la producción de leche en Galicia. *III Reunión Ibérica de Pastos y Forrajes*, 627-632. Bragança (Portugal). A Coruña y Lugo (España).
- FLORES, G., 2000. La contaminación por efluentes de ensilaje en las explotaciones gallegas. *Ciclo de conferencias sobre xestión y control de residuos gandeiros*. Escola Politécnica Superior, 25 Abril 2000. Lugo (España).
- GOERING, H. K.; Van SOEST, P. J., 1970. *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)*. USDA Agric. Handbook n° 379. (EEUU).
- HARRIS, C. F.; RAYMOND, W. F., 1963. The effect of ensiling on crop digestibility. *Journal of the British Grassland Society*, **418**, 204-212.

- HARRISON, J.H.; BLAUWIEKEL, R.; STOKES, M.R., 1994. Fermentation and Utilization of Grass Silage. *Journal of the Dairy Science*, **77**, 3209-3235.
- HAIGH, P.M., 1987. The effect of dry matter content and silage additives on the fermentation of grass silage on commercial farms. *Grass and Forage Science*, **42**, 1-8.
- HONIG, H., 1991. Reducing losses during storage and unloading of silage. En: *Proceedings Forage Conservation Towards 2000*, 116-128. Ed. G. PAHLOW, H. HONIG. Institute for Grassland and Forage Research, Federal Research Center of Agriculture (FAL), Braunschweig (Alemania).
- INSTITUTO GALEGO DE ESTATÍSTICA, 2000. *Enquisa de bovino 2000*. Publicación electrónica ([http://www.xunta.es/auto/ige/ga/economicas/agro\\_pesca/bovino/index2000.htm](http://www.xunta.es/auto/ige/ga/economicas/agro_pesca/bovino/index2000.htm)). Consellería de Economía. Xunta de Galicia.
- LÓPEZ-GARRIDO, C., 1998. *Informe final Proyecto INIA SC-95014 "Análisis del sector lechero gallego y su posible evolución tras la asignación definitiva de cuotas y identificación de los obstáculos para su reordenación"*. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. A Coruña (España)
- MAHANNA, B., 1994. Proper management assures high-quality silage, grains. *Feedstuffs*, 12-15. January 10.
- McDONALD, P.; EDWARDS, R.A., 1976. The influence of conservation methods on digestion and utilization of forages by ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, **35**, 201-211.
- McDONALD, P.; WHITTEMBURY, R., 1973. The Ensilage Process. En: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*, vol. 3. Ed. G. W. BUTLER; R. W. BAILEY. Academic Press New York (EEUU).
- Mc DONALD, P.; HENDERSON, A.R. HERON, S.J.E., 1991. *The Biochemistry of Silage*, 2<sup>nd</sup>. ed. Chalcombe Publications. Marlow. Bucks (Reino Unido).
- MURRAY, I., 1997. *Estimación del valor nutritivo de ensilajes de hierba mediante NIRS*. Conferencia pronunciada en el CIAM. Mayo 1997 (no publicada). Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. A Coruña (España)
- MILLER, W.J.; CLIFTON, C.M., 1965. Relation of dry matter content in ensiled material and other factors to nutrient loss by seepage. *Journal of Dairy Science*, **48**, 917-923.
- NRC (National Research Council), 1987. *Predicting Feed Intake of Food Producing Animals*. National Academic Press. Washington DC (EEUU).
- NRC (National Research Council), 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, Sixth Revised Edition. National Research Council. National Academy Press. Washington DC (EEUU).
- O'KIELY, P.; FLYNN, V., 1987. *Grass Silage*. Beef Series n° 5. April 1987. An Foras Talúntais, 16 pp, Dublin (Irlanda).
- OSHIMA, M.; McDONALD, P., 1978. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *Journal of Science of Food and Agriculture*, **29**, 497-505.
- PITT, R.E., 1990. *Silage and Hay Preservation*. NRAES-5. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Cooperative Extension. Ithaca. New York (EEUU).
- POOLE, A. H.; ASTON, K.; SUTTON, J.D., 1992. *Milk from grass silage*. A summary of an MMB sponsored research programme at IGER. March 1992. Hurley (Reino Unido).
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E., 1994. Changes in Forage Quality during Harvest and Storage. En: *Forage Quality, Evaluation and Utilization*, 828-868. Ed G. C. FAHEY Jr. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America and Soil Science Society of America. Madison. Wisconsin (EEUU).
- RODRIGUEZ-BECEIRO, U., 1999. *A Concentración Parcelaria nas explotacións de leite de Galicia*. Trabajo Final de Carrera. Escuela Politécnica Superior de Lugo, 140pp. Lugo (España).
- SUTTER, A. 1957. *Project n° 307*, 74-82. The European Productivity Agency of the Organization for European Economic Cooperation. Citado en McDonald *et al.* (1991).
- SPILLANE, T.; O' SHEA, J. 1973. *Farm and Food*, 80-81. July-August 1973.
- SPOELSTRA, S. F., 1985. Nitrate in Silage. A Review. *Grass and Forage Science*, **40**, 1-11.
- THOMAS, P. C.; CHAMBERLAIN, D.G., 1982. Silage as a foodstuff. En: *Silage for Milk Production*, 63-102. Ed. J.A.F. ROOK, P. C. THOMAS. Technical Bulletin 2. National Institute for Research in Dairying. Reading. (Inglaterra) y Hannah Research Institute. Ayr (Escocia).
- THOMAS, P. C.; KELLY, N. C.; CHAMBERLAIN, D. G., 1980. *Silage*. *Proceedings of the Nutrition Society*, **39**, 257-264.
- THOMAS, C.; THOMAS, P. C., 1985. Factors affecting the nutritive value of grass silages. En: *Recent Advances in Animal Nutrition*, 223-256. Ed. D. J. COLE; W. HARESIGN. Butterworths. Londres (Reino Unido).
- Van OS, M.; Van VUUREN, A. M.; SPOELSTRA, S. F., 1997. Mechanisms of adaptation in sheep to overcome silage intake depression induced by biogenic amines. *British Journal of Nutrition*, **77**, 399-415.
- WALDO, D. R., 1977. Potential of chemical preservation and improvement of forages. *J. Dairy Science*, **60**, 306-326.

- WATSON, S.J.; NASH, M.J., 1960. *The conservation of grass and forage crops*, 2<sup>nd</sup> edition, Oliver y Boyd, 758pp. Edimburgo y Londres (Reino Unido).
- WEISSBACH, F., 1996. New developments in crop conservation. *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Silage Conference*, 11-25. Ed: D. JONES, R. JONES, R. DEWHURST, R. MERRY, P. HAIGH, IGER. Aberystwyth (Reino Unido).
- WIERINGA, G. W., 1958. The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, **6**, 204-210.
- WILKINS, R. J., 1974. The nutritive value of silages. *University of Nottingham Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, **8**, 167-189. Ed. H. SWAN; D. LEWIS. Butterworth. Londres (Reino Unido).
- WILKINS, R. J., 1978. Ensiled forages and their utilisation by ruminants. *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> World Conference on Animal Feeding*, Vol. 7, 403-412. Madrid
- WILKINSON, M., 1986. *Silage UK*. 3rd Edition. Chalcombe Publications, 65 pp. Marlow. Bucks (Reino Unido).
- WOOLFORD, M.K., 1984. The microbiology of silage. En: *The silage fermentation*, 23-70. Ed. M.K. WOOLFORD. Marcel Dekker Inc. New York (EEUU).
- WOOLFORD, M. K., 1990. The detrimental effects of air in silage. *Journal of Applied Bacteriology*, **68**, 101-106.
- ZEA, J.; DÍAZ, D.; FLORES, G., 1985a. Efecto de la fecha de corte y de la utilización de conservante en la preparación de ensilaje de hierba, sobre la ingestión y el crecimiento de terneros. *Memoria CIAM 1984-85*, 162-163.
- ZEA, J.; DÍAZ, D.; FLORES, G., 1985b. Efecto del estado de humedad de la hierba y de la utilización de conservante en la preparación de ensilaje y la suplementación en el crecimiento de terneros (1<sup>a</sup> repetición). *Memoria CIAM 1984-85*, 164-165.
- ZIMMER, E., 1966. A revision of Flieg's silage evaluation key. *Wirtschaftseigene Futter*, **12**, 299-303.
- ZIMMER, E.; WILKINS, R. J., 1984. Efficiency of silage systems: a comparison between unwilted and wilted silages. *Landbauforschung Völkenrode. Sonderheft*, **69**, 1-88
- ZIMMER, E., 1980. Efficient Silage Systems. En: *Forage conservation in the 80's*, 186-197. Ed. C. THOMAS. Occasional Symposium No. 11. British Grassland Society.. Brighton (Reino Unido).

## THE NUTRITIVE VALUE OF HERBAGE SILAGE ON GALICIAN FARMS (NW SPAIN)

### SUMMARY

The information available on herbage silage in Galicia, based on the research done at research centres and at farm level is reviewed. The paper is structured in three sections: 1) Importance of silage on Galician cattle farms, 2) Silage quality and animal productivity, and 3) Quality of silage on Galician farms.

1) *Importance of silage on Galician cattle farms.* The grass growth seasonality leads to an excess of production in the Spring that has to be conserved to feed the animals in Summer and Winter, to compensate the lack of growth that can range from 4 to more than 6 months per year, depending on the year and region. The main technique of

conservation at present is silage that replaced almost completely the traditional hay making due to the difficulty of having a natural drying of the grass in the Spring due to the wet weather. Hay making remains only on the traditional marginal farms and on some late cuts in the best dimensioned modern farms. Some of these modern farms are even more silage dependent because the animals are fed with farm made silage all the year round, mixed with straw, alfalfa hay and concentrates using a "unifeed" cart. About 250 000 hectares per year are cut for silage in Galicia, taking into account 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> cuts, and this accounts for 72% of the grass silage made in the eight autonomous regions of Spain where dairy production is relevant, excluding Navarra and the Basque Country.

2) *Silage quality and animal productivity.* Local and international information is reviewed in this section concerning the relationship between digestibility and animal productivity, digestibility and herbage maturity, conservation quality and animal productivity, and silage making losses and pollution potential of silage effluents. The organic matter digestibility (OMD) daily decrease of the grass monocultures and of the grass-white clover on the dates close to heading is in the range 0.25-0.50 percentage points. Young bulls fed with well conserved silage gained more than 1000 g/head/day live weight while those fed with not as well conserved silage of similar digestibility grew only 830 g/head/day. Dry matter losses of 20-30% on the silage making process are assumed as normal, but these losses can be of 40-50% when the grass is cut to be wilted on very wet weather, reaching at times the total loss of the crop. Because of this, and despite the fact that wilting is a more powerful tool than the use of additives, direct harvesting silage making, without wilting, and the use of an efficient additive is recommended if wet weather is broadcasted.

3) *Quality of silage on Galician farms.* A survey conducted from 1991 to 1996 on Galician dairy farms allowed the analysis of near 4000 herbage silages. The main conclusion of this study was that the fermentative quality of the silages is very dependent on the weather conditions during the cutting period for silage. The percentage of the silages affected by rain ranged from 44.1% in 1993 to 13.5% en 1995, years with the lowest and highest average fermentative quality, respectively. Wilted silages showed a better fermentative quality and higher nutritive value. The use of additives did not improve the fermentative quality up to the expected level because farmers did not use the proper technique to spray the additives and used rates lower than those recommended.

The paper ends with a proposal of a guide to help farmers and advisers in taking decisions on the critical points of the silage making process.

**Key words:** Forage conservation, ley, animal production.