

## Valor alimenticio del ensilado

J. Zea Salgueiro\*



### Introducción

El valor alimenticio del ensilado depende de la especie, de la digestibilidad en el momento de ensilar, y de la calidad de fermentación y conservación.

La ingestión y las ganancias de peso vivo tienden a aumentar con la digestibilidad del ensilado, pero hay una gran variabilidad en esta relación, dependiendo, entre otros factores, de la especie ensilada, de la suplementación, del tipo de animal y calidad de la fermentación.

Aplicando técnicas de ensilaje correctas no habrá prácticamente pérdidas en la digestibilidad de la materia seca o materia orgánica, pero no hay que olvidar que durante la fermentación en el rumen se producen profundos cambios, tanto en los carbohidratos como en la fracción nitrogenada de los forrajes, lo que afecta de forma importante al valor nutritivo del ensilado.

Si la relación energía/proteína es importante en cualquier dieta, adquiere especial interés en el caso de los ensilados, por las especiales características de su fracción nitrogenada. La energía metabolizable del ensilado, que procede básicamente de los carbohidratos, junto con el nitrógeno ingerido, determinan la disponibilidad de proteína. La importancia de estos conceptos en la digestión y en la ingestión voluntaria, se analizan a continuación.

\* Ingeniero Agrónomo - CIA. Mabegondo.

### Ingestión voluntaria

La ingestión de materia seca del ensilado es menor que la del mismo forraje en estado fresco. El grado de reducción de la ingestión es muy variable, dependiendo, entre otros factores, de la fecha de corte o de la digestibilidad, del contenido en materia seca o de las características fermentativas y, por ello, de los productos finales de la fermentación del ensilado.

Durante el proceso de ensilaje se producen importantes cambios en la composición química, algunos de los cuales se indican en la **Tabla 1**, destacando por su importancia, los que experimentan los carbohidratos solubles, que se transforman en gran parte en ácido láctico y ácidos grasos volátiles y, los que afectan a la proteína verdadera, que pasa de representar el 80 % de la proteína bruta en el forraje fresco a aproximadamente el 59 % en el ensilado.

El aumento de la digestibilidad de la fracción nitrogenada de los ensilados se atribuye a la proteólisis y a la desaminación de las proteínas que tiene lugar en el rumen y que aumenta la solubilidad del nitrógeno en el mismo.

Todos estos cambios afectan profundamente a la ingestión voluntaria y por ello al valor

alimenticio de los ensilados. Después de analizar los datos de 13 experimentos en los que estuvieron involucrados 432 ensilados, se fijó la reducción promedio de la ingestión en un 27 %, aunque con una gran variación ya que la reducción osciló entre un 1 y un 64 %.

Tabla 1. Cambios químicos producidos en el proceso del ensilaje

	Hierba	Ensilado	
		Sin tratamiento	Con fórmico
Materia seca (g/kg)	150	178	189
pH	-	4,2	3,8
Composición de la MS (g/kg):			
- Proteína bruta	196	179	176
- Proteína verdadera (g/kg N)	790	553	627
- Carbohidratos solubles	95	8	17
FADM	316	307	307
Lactato	-	90	88

MS= Materia seca, FADM= Fibra ácido detergente modificada.



Se han realizado múltiples intentos para relacionar la disminución de la ingestión de ensilado, en relación con el forraje fresco, con algunas características fermentativas como acidez, presencia de ácidos libres, contenido en nitrógeno o composición de la fracción nitrogenada, sin resultados claros. Últimamente se ha relacionado la disminución de la ingestión de ensilado con el aumento del N amoniacal y del ácido n-butírico y en menor medida, con el incremento del N soluble o de la fibra ácido detergente modificada (FADM) y con los factores que contribuyen a aumentar la capacidad amortiguadora del ensilado. Contrariamente a lo que se venía pensando, la reducción del pH, o de la concentración de carbohidratos solubles, o del aumento del nivel de ácido acético en el ensilado, tiene poco efecto en la reducción de la ingestión. Se ha sugerido que la mejor ecuación que relaciona la ingestión (Y, kg MS/día) con parámetros fermentativos es:



$$Y = 2,59 - 0,002 \times N\text{-amoniacal} - 0,008 \times \text{ácido n-butírico} - 0,003 \times \text{FADM}$$

donde el N-amoniacal está en g/kg N total y el ácido n-butírico y la FADM en g/kg MS.

A medida que aumenta el período de conservación se pueden producir cambios en las características fermentativas, como la reducción de los azúcares solubles y el aumento del N-amoniacal, de los ácidos lácticos y n-butírico. En consecuencia, se produce un aumento de la solubilidad de la proteína y una disminución de la energía fácilmente fermentable, con el consiguiente incremento de la concentración de amonio en el rumen, lo que afecta negativamente a la ingestión. La utilización de conservantes o inoculantes puede retrasar o disminuir este efecto.

Recientemente se ha pensado que la rapidez con que se inicia la fermentación en el rumen,

responsable en parte de que el balance energía/proteína en el mismo no sea el más adecuado, puede contribuir a explicar la reducción de la ingestión de las raciones de ensilado. De hecho, para consumir la misma cantidad de materia seca, los animales emplean mucho más tiempo con el ensilado que con el heno.

Por otra parte en la **Tabla 2** se puede observar como la ingestión del ensilado aumenta con la digestibilidad y con la calidad de fermentación.

### La energía del ensilado

Aproximadamente el 85 % de la energía metabolizable que suministra el ensilado está en forma de ácidos grasos volátiles que se absorben en el rumen, pero, aunque el nivel con que se producen en la fermentación ruminal es más o menos parecido a los del pasto, su producción es más rápida, con lo que puede afectar a la síntesis de proteína microbiana y a la utilización de la energía. La fermentación ruminal del ensilado comienza a las 0,27 horas de la ingestión, mientras que la del heno lo hace a las 3 horas. Por ello la sincronización entre la disponibilidad de energía y proteína en para el crecimiento microbiano en el rumen, no es la mejor. Esto explica, en parte, la disminución de la eficiencia de utilización de la energía metabolizable que a veces presentan los ensilados.

Por otra parte, el suministro de energía que hacen los carbohidratos solubles de los ensilados para el crecimiento microbiano, es menor que el de los forrajes frescos, como consecuencia de las transformaciones que sufren en el proceso de ensilaje. Por todo ello, la producción de proteína microbiana por unidad de energía metabolizable puede ser menor que la que producen el heno o los forrajes frescos. Sin embargo, no solo es la disponibilidad de energía del ensilado lo que limita el crecimiento microbiano, sino también, la forma en la que se encuentra el nitrógeno.

### La proteína del ensilado

La baja eficiencia de los ensilados para el desarrollo microbiano y por ello para la síntesis

proteica en el rumen, fue achacada generalmente a la alta solubilidad del N y, consecuentemente,

a la elevada concentración de amoníaco en el rumen, a lo que contribuye la alta degradabilidad ruminal de su proteína. La capacidad de síntesis de proteína microbiana de las raciones de ensilado de gramíneas es aproximadamente de 23 g N/kg de materia orgánica digestible en el rumen (MODR), frente a los 32 g N/kg MODR de las de heno o pasto, aunque se llegan a dar cifras para la hierba fresca de 50 g N/kg MODR.

**Tabla 2.** Ingestión máxima de ensilado (kg materia seca/día) por ternero entre 320 y 500 kg, según valor "D" y calidad de fermentación

Valor "D" del ensilado	65	60	55
Muy buena fermentación (30 % materia seca)	6,3	5,7	5,0
Buena fermentación láctica, pH 4	5,2	4,7	4,2
Fermentación clostrídica, pH 5	4,6	3,7	3,3

D= digestibilidad de la materia orgánica en la materia seca.

Con ovejas alimentadas con pasto, ensilado, o con ensilados más concentrados, el ARC da flujos de nitrógeno microbiano en el duodeno por megajulio de EM de la dieta, de 1,43; 0,71 y 1,15 g de N, respectivamente. Sin embargo, la capacidad de los ensilados para el desarrollo microbiano es muy variable. Dependiendo de los autores que se consulten, se encuentran cifras que van desde 10,3 g N/kg MODR, hasta síntesis proteicas de 36,5 g N/kg MODR.

Esta gran variabilidad puede deberse a características propias de cada ensilado. En cualquier caso, el porqué de la baja eficiencia del desarrollo microbiano debido a las características del proceso fermentativo que tiene lugar durante el ensilado, no están claras. Durante mucho tiempo se creyó que el nivel de proteína verdadera, que quedaba en el ensilado después de la proteólisis fermentativa, era más importante que el nivel de nitrógeno total, pero sin embargo, se observó que esta proteína era muy susceptible de ser atacada rápidamente en el rumen, como consecuencia de los altos niveles de degradabilidad que alcanzaba (74-83 %). Esta desincronización entre la energía y la proteína a disposición de los microorganismos del rumen, lleva a que la eficiencia de la síntesis de proteína microbiana en el rumen disminuya. Pero no debe olvidarse que esta degradabilidad es muy variable, encontrándose, para ensilados de gramíneas preparados sin conservantes, degradabilidades de la proteína del 78 - 86 % y entre 54 - 81 % para ensilados preparados con ácido fórmico.

Por otra parte, procesos como la descarboxilación o la desaminación que afectan a los componentes de los forrajes al ensilarlos también puede contribuir a la baja eficiencia de la síntesis microbiana y en parte ser reflejo, de la baja producción de ATP de los productos de la fermentación del ensilado en el rumen. En alimentos fermentados como los ensilados, hasta el 15 % de la energía metabolizable esta en forma de componentes volátiles, de limitado o nulo valor para la síntesis de proteína microbiana y, casi el 30 % de la materia orgánica fermentable del ensilado se metaboliza en el rumen vía ácido láctico, sin liberación de energía para el desarrollo microbiano. Por su parte, la gran mayoría de los azúcares del forraje original se convierten, al ensilarlos, en productos de fermentación que producen poco ATP para el crecimiento microbiano, lo que de alguna forma aumenta la desincronización entre el suministro de energía disponible en el rumen y el nitrógeno.

## Utilización de la energía y proteína del ensilado

En ensilados de pasto bien preparados, la concentración en energía metabolizable es alta, del orden de 10,0-12,5 MJ/kg materia seca, dependiendo de la digestibilidad o estado de madurez del pasto y del método de conservación. La eficiencia

de utilización de esta energía, tanto para mantenimiento ( $k_m$ ) como para engorde ( $k_f$ ), es menor que la del pasto o heno. Aunque de forma variable, la  $k_m$  o  $k_f$  de los ensilados puede llegar a ser un 7 o un 17 % menor, respectivamente, que la obtenida a partir de los cálculos del contenido en energía metabolizable.

Como acabamos de ver se ha tratado de buscar la explicación a esta baja eficiencia en los productos finales de la fermentación del ensilado, aunque sin resultados concluyentes, siendo probable que se deba a la falta de sincronización del suministro de nutrientes al rumen, pues vimos como el aporte de aminoácidos es bajo en relación a la energía, pero es difícil concluir que sea debido únicamente a esta causa. En cualquier caso, con ensilados bien conservados, la digestibilidad es el factor más importante del valor alimenticio. Resultados de distintos experimentos indican que el efecto de la digestibilidad del ensilado se hacen más patente en los animales mayores. En la Tabla 3 se puede observar la interacción entre la digestibilidad del ensilado y el peso de los animales.

Como se puede ver, cuando los animales crecen, utilizan el ensilado más eficientemente a pesar de que disminuye la ingestión relativa de materia seca con el aumento de peso del animal.

Como se puede ver, cuando los animales crecen, utilizan el ensilado más eficientemente a pesar de que disminuye la ingestión relativa de materia seca con el aumento de peso del animal.

## Suplementación del ensilado

Lo más usual para superar las deficiencias nutritivas de los ensilados es suplementarlos con

concentrados ricos en almidón, fácilmente fermentable en el rumen, ya que la eficiencia de utilización de la energía metabolizable mejora con la inclusión de concentrados en estas raciones.

Las respuestas que, entre ciertos límites, se obtienen con la suplementación se producen porque la tasa de sustitución de ensilado por pienso es relativamente baja, y aunque muy variable se puede fijar en 0,66. En general, la tasa de sustitución disminuyen con la digestibilidad del ensilado y el peso de los animales y aumenta con el nivel de suplementación y la calidad de la conservación.



Tabla 3. Efecto del peso del animal en las ganancias de peso vivo y canal (g/día) en terneros alimentados con ensilado de baja o media digestibilidad

Digestibilidad del ensilado	Baja	Media
Ganancia peso vivo en terneros de:		
150 kg	620	700
300 "	600	790
400 "	470	690
Ganancia peso canal en terneros de:		
150 kg	330	420
300 "	320	490
400 "	270	470

## Suplementación energética

Las ganancias de peso obtenidas con distintas suplementaciones dependen de la calidad del ensilado, del nivel de suplementación, del tipo de suplemento y del tipo de animal. En la **Tabla 4** se pone de manifiesto la relación entre las respuestas al concentrado y la digestibilidad del ensilado.

Como puede observarse, a medida que mejora la digestibilidad del ensilado disminuyen las respuestas al concentrado, así al pasar la digestibilidad de la materia orgánica del ensilado del 66 al 70 y al 73 %, las respuestas a 1 kg de cebada pasan de 183 a 133 y a 114 g/día, respectivamente. Dicho de otra manera, las respuestas al aumento de concentrados en la ración dependen de las ganancias de peso que se pueden alcanzar con el ensilado sin suplementar; esto es, de su calidad.

A pesar de que la tasa de sustitución disminuye con el aumento de peso de los animales, las

respuestas a la suplementación energética también decrecen con el aumento del peso de los terneros,

como muestra los resultados resumidos en la **Tabla 5**. En la misma **Tabla 5** puede observarse cómo las respuestas a los aumentos de pienso van siendo decrecientes.

**Tabla 4.** Relación entre la digestibilidad del ensilado y la suplementación energética, medida en ganancias de peso vivo.

Digestibilidad MO del ensilado	Cebada (kg/día)		g pv por kg de cebada
	2	3	
73	1073	1187	114
70	927	1067	133
66	766	949	183

MO= materia orgánica, gpv= ganancia peso vivo (g/día).

**Tabla 5.** Respuestas en ganancias de peso vivo (g/día) a cada kg de aumento de pienso en la ración de ensilado en terneros de distintos pesos.

Intervalo pienso (kg)	Peso terneros (kg)		
	100-200	200-300	300-400
2-4	193	160	150
3-5	-	148	133
4-6	-	-	47
5-7	-	50	17

Resultados medios de 17 experimentos y 548 animales

## Suplementación proteica

Dado que, una elevada proporción de la proteína se degrada durante el proceso del ensilado y la capacidad de síntesis de proteína microbiana en el rumen es limitada, la inclusión de proteína suplementaria en las dietas basadas en ensilado pueden mejorar el rendimiento de los animales.

Las respuestas a la suplementación proteica dependen de la calidad del ensilado y disminuyen cuando el valor D de los ensilados pasan del 65 %. Las respuestas a la suplementación proteica con ensilados de alta calidad son confusas, ya que a la importancia de las características del ensilado (digestibilidad, nitrógeno proteico, nitrógeno amoniacal, nitrógeno solu-

ble, empleo de conservantes, etc) se unen otros factores, como estado nutritivo previo (relación grasa/proteína) y tipo de animal, de gran importancia a la hora de explicar las respuestas. Así, a menudo solo se han encontrado respuestas a la proteína suplementaria con animales con gran capacidad de crecimiento.

Otros factores que afectan a la magnitud de las respuestas a la suplementación con proteína es la calidad de fermentación, con respuestas más claras en los ensilados bien fermentados y conservados. En un reciente experimento se pudo observar como la ingestión de ensilado, al suplementarlo con proteína, aumentaba más cuando el contenido en lactato del ensilado era de 176 g/kg MS que cuando era de 131 g/kg de MS,

En el análisis de los 4 experimentos (**Tabla 6**), en los cuales se utilizó la soja como suplementación proteica, la complementación resultó en un efecto positivo sobre las ganancias de peso vivo en todos los experimentos, excepto en uno. Si bien en este último también mejoraron las ganancias de peso, estas mejoras no resultaron significativas (**Tabla 6**). La inclusión de proteína suplementaria mejoró la ingestión de ensilado y en ningún caso la disminuyó, como parece que debiera ocurrir por la energía que aporta. Las respuestas medias resultaron de 26



g/día de peso vivo por cada 100 g de soja. Los animales de menos de 250 kg de peso vivo presentaron respuestas más altas, 30 g/día de peso vivo por 100 g de soja. Estas respuestas para animales de más de 250 kg de peso, resultaron de 12 g peso vivo/día para 100 g de soja.

Las respuestas se producen aunque los niveles de proteína bruta en la ingesta superen los que hasta ahora se consideraban como suficientes. La explicación está en la elevada degradabilidad ruminal de la proteína del ensilado y en la limitada capacidad de síntesis de proteína microbiana que tiene el ensilado. Parece entonces que las respuestas pueden atribuirse al aumento de la proteína que escapa a la degradación ruminal y se digiere en el intestino delgado.

**Tabla 6.** Efecto de la suplementación proteica con soja en ganancias de peso vivo (g/día) de terneros de distintos pesos alimentados a base de ensilado.

Peso vivo inicial	Soja (kg/cab/día)								
	0,0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,5	3,0
<b>(1) 190 kg</b>									
PB ingesta	-	-	13,88	14,3	14,94	15,39	-	-	-
Ingestión	-	-	4,28	4,39	4,50	4,68	-	-	-
Ganancia pv	-	-	802	825	837	862	-	-	-
<b>(2) 190 kg</b>									
PB ingesta	-	11,02	-	11,98	-	-	-	-	-
Ingestión	-	5,45	-	5,25	-	-	-	-	-
Ganancia pv	-	863	-	920	-	-	-	-	-
<b>(3) 190 kg</b>									
PB ingesta	14,57	-	16,16	-	-	-	19,30	-	-
Ingestión	3,77	-	3,94	-	-	-	3,90	-	-
Ganancia pv	723	-	852	-	-	-	882	-	-
<b>(4) 190 kg</b>									
PB ingesta	10,03	-	-	-	-	-	-	14,75	18,69
Ingestión	7,05	-	-	-	-	-	-	7,39	8,17
Ganancia pv	973	-	-	-	-	-	-	1191	1346

Consumo pienso por cabeza y día: (1)= 2kg, (2)= 1,5 kg, (3)= 2 kg, (4)= 3 kg. El pienso incluye la parte proporcional de soja. PB= proteína bruta (en % sobre materia seca), pv= peso vivo.

Esta idea se confirma en el experimento indicado en la Tabla 7, en el que se compararon, en raciones isoproteicas, suplementos proteicos de distintas degradabilidades (soja normal, soja "expeller", soja "mealpass").

## El incremento de la proteína "by-pass" provoca aumento del crecimiento de los terneros

La inclusión de proteína de degradabilidad decreciente (o aumento de la proteína "by-pass") incrementó las ganancias de peso vivo en 34 y 90 g/día en la primera fase del experimento, cuando los animales recibían 2 kg de pienso, además

de ensilado, y en 68 y 99 g/día en la segunda fase, cuando recibían 1 kg de pienso.

Por otra parte, la superioridad de una proteína de baja degradabilidad en el rumen sobre otra más degradable se hace más patente cuando se suministra como único suplemento al ensilado, disminuyendo el efecto cuando se eleva el nivel de concentrados en la ración, de aquí que la mayor cantidad de cebada suplementaria en la primera fase del experimento comentado se tradujo en respuestas menores que en la segunda fase, cuando se bajó el nivel de cebada y se aumentó el de proteína.

Las respuestas de los animales a la suplementación con proteína de alta o baja degradabilidad puede verse influenciada a su vez por la calidad fermentativa del ensilado, con mejores respuestas cuanto peor sea la calidad fermentativa del ensilado.

**Tabla 7.** Ganancia de peso vivo (pv) de terneros alimentados con ensilado y suplementados con proteína de distintas degradabilidades.

Tipo de soja	Normal	Expeller	Mealpass
<b>PB by-pass del suplemento</b>	48,2	55,3	65,5
<b>1ª Fase:</b>			
Peso inicial (kg)	249,9	248,7	250,
PB dieta (% s/MS)	13,8	13,8	13,9
Ganancia pv (g/día)	868	902	958
<b>2ª Fase:</b>			
Peso inicial (kg)	322,8	324,5	330,7
PB dieta (% s/MS)	15,6	15,5	15,5
Ganancia pv (g/día)	829	897	928

PB= proteína bruta, PB by-pass en % s/PB, 1ª fase: 300 g de cada tipo de soja y 1700 de cebada. 2ª fase: 500 g de cada soja y 500 de cebada

