

1

REVISIÓN CIENTÍFICA

UTILIZACIÓN DE PASTOS Y ENSILADOS EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE VACUNO

JAIME ZEA SALGUEIRO y M^a DOLORES DÍAZ DÍAZ

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo
Apartado 10. 15080 A Coruña (España)

RESUMEN

Con el objeto de mejorar la producción animal se revisan los avances más recientes en el campo de la utilización del pasto y el ensilado para la producción de carne.

Se define el valor alimenticio del pasto como la capacidad que tiene dicho pasto para promover la producción animal, poniéndose de manifiesto que la digestibilidad y la ingestión voluntaria son los componentes más importantes del valor alimenticio. Otros componentes que influyen en la digestibilidad e ingestión voluntaria a los que se hace referencia en esta revisión son, entre otros, la composición química, el estado de crecimiento de la hierba, la estructura y la cantidad disponible de pasto. Sin embargo, dado que las condiciones del pasto no son siempre las idóneas la suplementación puede ser imprescindible para mantener o incrementar la ingestión total y el rendimiento de los animales. Las respuestas a su vez dependerán, entre otras cosas, del tipo de animal, de la disponibilidad y de la calidad del pasto.

El valor alimenticio del ensilado depende de la especie pratense, de la digestibilidad, y de la calidad de fermentación y conservación. La ingestión y las ganancias de peso vivo tienden a mejorar con el aumento de la digestibilidad pero hay una gran variabilidad en esta relación dependiendo, entre otros factores, de la especie ensilada, de la suplementación, del tipo de animal y de la calidad de fermentación.

Si la relación energía/proteína es importante en cualquier ración, adquiere especial interés en el caso de los ensilados por la especial característica de su fracción nitrogenada. La energía metabolizable del ensilado, que procede básicamente de los carbohidratos, y el nitrógeno ingerido determinan la disponibilidad de proteína. La importancia de este concepto en la digestión así como los cambios que se producen en la ingestión voluntaria son objeto de esta revisión. La suplementación energética con alimentos ricos en almidón o con proteína poco degradable puede paliar las deficiencias alimenticias de los ensilados.

Palabras clave: Suplementación, crecimiento terneros.

INTRODUCCIÓN

Aunque una elevada proporción de la carne producida en nuestro país se obtiene con sistemas basados en la utilización de cereales o alimentos de elevada concentración energética, creemos que los forrajes, frescos o conservados, deberían ser la base de los sistemas de producción de carne en aquellas regiones adaptadas a la producción de pastos y forrajes. De este modo, no sólo seríamos más independientes de las oscilaciones de los precios de los cereales, sino que se contribuiría a utilizar nuestros propios recursos con el consiguiente aumento del valor añadido. Así mismo, se contribuiría a la extensificación de los sistemas, lo que facilitaría el acceso a las ayudas económicas de la PAC.

También se ha dicho que las canales de los animales alimentados con concentrados son superiores en calidad a las procedentes de pasto, especialmente por su composición relativa de músculo y grasa. Sin embargo, la profundización de los conocimientos sobre la utilización de los pastos y ensilados ha llevado a incrementar las ganancias diarias de peso de los animales, acortando los períodos de ceba con la correspondiente mejora de la calidad de las canales.

Esta revisión pretende dar una idea de los conocimientos actuales sobre el valor alimenticio del pasto y ensilado como base para su eficiente utilización en los sistemas productivos.

VALOR ALIMENTICIO DEL PASTO

Entre las muchas formas que hay para definir el valor alimenticio del pasto, quizá la que mejor lo expresa sea la de Gill *et al.* (1989), que establece que el valor alimenticio es la capacidad que tiene dicho pasto para promover "la producción animal" y que a su vez depende de la composición en nutrientes (valor nutritivo), de la capacidad del animal para utilizar estos nutrientes y de la cantidad que los animales son capaces de consumir (ingestión voluntaria).

La contribución que la ingestión voluntaria hace al valor alimenticio es tan importante como el valor nutritivo (Gill *et al.*, 1989), y ambos vienen determinados por el estado fisiológico del pasto y por su composición química, siendo la digestibilidad el principal componente del valor alimenticio.

Factores intrínsecos que afectan al valor alimenticio

Un pasto hojoso, en estado precoz de crecimiento, se caracteriza por el bajo contenido en paredes celulares y por la riqueza en azúcares, proteína, lípidos y minerales.

Con el avance de la madurez se produce un incremento del contenido de paredes celulares, principalmente compuesta de hemicelulosas, celulosa y lignina, y una reducción del contenido celular con la consiguiente disminución del valor alimenticio.

Como consecuencia de diferencias en la composición química no todas las especies o variedades tienen el mismo valor nutritivo. Por ejemplo el raigrás italiano es mejor que el inglés, mientras que el raigrás híbrido tiene un valor intermedio (Ulyatt, 1973).

La variabilidad de la composición química se refleja en el valor nutritivo, particularmente en la digestibilidad y en el contenido mineral. La DMO (digestibilidad de la materia orgánica, en %), comienza siendo alta al comienzo de la primavera (84-80 %) para las principales especies pratenses sembradas, para luego ir decreciendo cuando la formación de tallos aumenta.

La variación del valor nutritivo de una pradera F-6 (raigrás inglés y trébol blanco) durante el primer crecimiento, en las condiciones de Mabegondo (A Coruña) se indican en la Tabla 1 (Flores y Díaz, 1996)

TABLA 1

Evolución del valor nutritivo de una pradera F-6 (mezcla de raigrás inglés con trébol blanco) en las condiciones de la Galicia Costera.

Changes in the nutritive value of a mixture of perennial ryegrass and white clover in the coast of Galicia (NW Spain).

Fecha de corte	10/04	25/04	10/05	25/05	10/06	25/06
Digestibilidad MO(%)	77,31	75,77	74,14	67,30	58,85	56,54
EM (MJ/kg MS)	11,12	10,96	10,72	9,72	8,48	8,00
Proteína bruta (%)	20,00	15,96	13,43	10,57	8,68	8,28

MO= Materia orgánica, EM= Energía metabolizable.

Mientras la proporción de proteína bruta disminuye de forma más o menos uniforme, por lo menos hasta finales de mayo, la digestibilidad disminuye lentamente hasta unos 10 días antes de la emergencia de las espigas a mediados de mayo (Tabla 1). Esto puede suponer una reducción de 0,3- 0,6 puntos por día. La tasa de disminución para el rebrote es algo menor que para el primer crecimiento, mientras que el contenido en proteína es más estable, aunque con niveles en general más bajos.

En las praderas sembradas de las zonas templado-húmedas, se puede considerar que el promedio de la digestibilidad de la materia seca de las especies a lo largo del año

es del orden del 70 % (Osoro y Cebrián, 1986) aunque con fuertes variaciones estacionales, dependiendo del manejo y de la frecuencia de corte.

En situación de pastoreo, mantener la digestibilidad alta es un problema de manejo, ya que la digestibilidad de los rebrotes, aunque algo más baja al final del período de pastoreo, se mantiene, dentro de unos límites, bastante constante. Sin embargo, la acumulación de materia muerta, así como el aumento en la proporción de tallos, algunos consecuencia de los rechazos, hace que la digestibilidad de la masa del pasto vaya disminuyendo a lo largo de la estación de pastoreo. Zea *et al.* (1982) en un ensayo con terneros en pastoreo rotacional, de Marzo a Julio, pudieron mantener la DMO del pasto, durante los primeros 80 días, en un 67 %, como promedio, para bajar al 61,5 % en los 20 últimos días y al 60 % en los 10 últimos días.

Las leguminosas contienen más proteína, ácidos orgánicos y minerales y menos carbohidratos, tanto solubles como estructurales, que las gramíneas, con variaciones entre especies. Lo mismo que en el caso de las gramíneas el valor nutritivo disminuye con la madurez, como se indica en la Tabla 2 para la alfalfa (Zea *et al.*, 1991).

TABLA 2

**Evolución del valor nutritivo de la alfalfa con el avance de la madurez
(Zona Costera de Galicia).**

*Influence of stage of maturity on the nutritive value of alfalfa in the
coast of Galicia (NW Spain).*

Altura de planta (cm)	20	30	40	50	60	70
Digestibilidad MO (%)	77,7	73,6	72,3	68,0	63,7	59,3
EM (MJ/kg MS)	11,2	10,6	10,4	9,8	9,2	8,5
Proteína bruta (%)	24,3	20,0	19,3	18,8	17,4	17,1
Estado fisiológico	AY		IY		IF	PF
Fecha	24/04		24/05		31/05	10/06
Digestibilidad MO (%)	76,7		72,5		70,5	62,0
EM (MJ/kg MS)	11,1		10,5		10,2	8,9
Proteína bruta (%)	24,2		22,4		20,9	18,9

AY= antes aparición yemas, IY= aparición yemas, IF= iniciación floración,
PF= plena floración, MO= materia orgánica, EM= energía metabolizable.

La mayoría de los autores están de acuerdo en que el valor alimenticio de las leguminosas pratenses es superior al de las gramíneas, tanto para vacuno de leche (Randby, 1992), como para el crecimiento y engorde de terneros (Younie, 1992; Steen y McIlmoyle, 1992; Zea *et al.*, 1996b).

En general, las leguminosas se ingieren en mayor cantidad que las gramíneas (Minson, 1990). Thornton y Minson (1973), encontraron que las ingestiones voluntarias de las leguminosas resultaban un 28 % más altas que las de las gramíneas a la misma digestibilidad, lo que asociaron a un menor tiempo (17 %) de permanencia en el rumen. Sin embargo, Thomson y Beever (1980), concluyeron que no existen diferencias significativas para el lugar de digestión de la materia orgánica de las gramíneas o las leguminosas. Waldo (1985) en una revisión informó que la ingestión del ensilado de alfalfa elaborado con la mezcla fórmico/formalina fue 102 g/kg^{0,75} comparado con 77 g/kg^{0,75} para el dactilo. Diferencias parecidas fueron encontradas por Thomson *et al.* (1991), y para el trébol violeta en relación al raigrás inglés por Thomas *et al.* (1981). Zea y Díaz (1993a, 1994), también observaron que los ensilados de leguminosas se ingieren en mayor cantidad que los de gramíneas. El aumento de la ingestión fue siempre seguido de mejoras en las ganancias de peso, como puede verse en la Tabla 3.

TABLA 3

Comparación de ensilado de prado F-6, (raigrás inglés y trébol blanco) con el de dos leguminosas para el crecimiento de terneros.

Comparison between pasture silage and legume silage for growth young bulls.

	Alfalfa	Trébol violeta	Prado
(1) 2 kg pienso/cab/día			
Peso vivo inicial (kg)	284	283	284
Digestibilidad MO ensilado (%)	61,1	68,0	63,2
Ingestión ensilado (kg MS/día)	4,87	5,15	4,64
Ganancia peso vivo (g/día)	967	1128	901
(2) 1 kg pienso/cab/día			
Peso vivo inicial (kg)	250	-	251
Digestibilidad MO ensilado (%)	65,8	-	69,6
Ingestión ensilado (kg MS/día)	6,6	-	5,2
Ganancia peso vivo (g/día)	813	-	735

MO= materia orgánica, MS= materia seca

Ulyatt *et al.* (1976) pudieron observar como la adición de trébol blanco a una ración a base de gramíneas mejoraba la ingestión y las ganancias diarias de peso vivo en ovejas y terneros y Zea y Díaz (1995a), a pesar de la disminución de la DMO de la dieta, encontraron mejoras al incluir cantidades crecientes de ensilado de trébol violeta en el ensilado de una pradera de raigrás inglés con un 10 % de trébol blanco, como se indica en la Tabla 4.

TABLA 4

Efecto del nivel de inclusión de ensilado de trébol violeta en una ración a base de ensilado de prado(1) en el rendimiento de terneros.

Effect of red clover silage level in the diet of pasture silage on the performance of young bulls.

Nivel de ensilado de trébol violeta (%)	25	50	75
Peso inicial (kg)	129,5	129,8	128,7
Digestibilidad MO de los ensilados (%)	67,8	64,9	62,3
Ingestión ensilado (kg MS/día)	3,86	3,98	4,32
Ganancia peso vivo (g/día)	862	917	921

(1) Pradera de raigrás inglés con el 10 % de trébol blanco, MO= materia orgánica, MS= materia seca, Suplemento: 1 kg de pienso por cabeza y día.

En general, la presencia del trébol en los ensilados de gramíneas mejora el rendimiento del ganado cuando se incluye hasta un determinado nivel, no habiéndose encontrado beneficios claros cuando las inclusiones de trébol son muy altas (Day *et al.*, 1978; Zea y Díaz, 1995a).

Si las mejoras en las ganancias de peso son consecuencia del aumento de la ingestión no parece que la eficiencia de utilización de las leguminosas sea mejor que la de las gramíneas. Estudios calorimétricos no detectaron diferencias significativas en la retención de energía cuando la misma cantidad de energía fue suministrada por alfalfa (Waldo y Tyrrel, 1983) o por dactilo (Waldo y Tyrrel, 1980) ensilados por corte directo con o sin fórmico o formaldehído. Sin embargo, Waldo (1985) cita casos en que la eficiencia energética del ensilado de leguminosas resulta mejor que el de gramíneas. Zea y Díaz (1993a, 1994) siempre obtuvieron mejores índices de transformación de la materia seca con las leguminosas (alfalfa y trébol violeta) que con las gramíneas, excepto en un caso con alfalfa.

Factores extrínsecos que afectan al valor alimenticio

La producción del pasto varía a lo largo del año con un máximo en primavera, que supone el 70 % de la producción, otro máximo menor en otoño, con el 20 % y dos mínimos correspondientes al invierno y verano, que son reflejo de la temperatura, luz y humedad del suelo y que a su vez afectan al valor nutritivo del pasto. La digestibilidad y el nivel de carbohidratos solubles están influenciados por la temperatura, intensidad de luz y suministro de agua, así como por el manejo del pasto. La fertilización nitrogenada aumenta la síntesis de proteína bruta, pero cuando se relaciona con el incremento de la producción de materia seca, los cambios en el contenido de proteína bruta son a menudo mínimos (Gill *et al.*, 1989).

Raimond (1969) da digestibilidades más bajas para el verano, cuando las temperaturas son más altas. Por su parte, Bryant y Hutton (1977) obtuvieron con vacas en pastoreo, sobre raigrás inglés y trébol blanco, una curva caracterizada por una lenta pero continua caída de la digestibilidad desde el invierno hasta el verano, en que presenta un mínimo, para luego recuperarse otra vez en otoño. Zea *et al.* (1982) observaron con terneros en pastoreo rotacional, que la digestibilidad del pasto disminuyó de marzo a julio en 7 puntos.

El método de pastoreo es otro factor que puede afectar al valor nutritivo del pasto al hacerlo sobre el período de crecimiento. Por ejemplo, en el caso de pastoreo rotacional en la zona costera de Galicia, las rotaciones cortas (30 días) suministran pasto más digestible, pero con rotaciones largas (36 días) la producción de pasto es mayor, lo que puede compensar la reducción de la digestibilidad si ésta no es muy acentuada, como

TABLA 5

Efecto de la duración de la rotación de pastoreo en el pasto en oferta, digestibilidad y ganancia de peso de terneros (carga 2300 kg pv/ha).

Effect of the grazing interval on herbage allowance, pasture digestibility and liveweight gain of young bulls.

Rotación pastoreo (días)	30	36
Pasto en oferta (kg MS/kg pv)	1,17	1,30
Digestibilidad materia orgánica pasto (%)	77,8	75,9
Ganancia peso vivo (g/día)	881	992

Pastoreo de marzo a julio, sobre 6 parcelas, pv = peso vivo.

ocurrió en los experimentos de la Tabla 5 (Zea y Díaz, 1990) con mejores ganancias de peso de los terneros sometidos a rotaciones largas al disponer de más pasto.

Aunque la eficiencia de utilización del pasto coincide en líneas generales con la digestibilidad, parece que es más eficiente para engorde el pasto de primavera que el de otoño (Reed, 1978). Lonsdale y Taylor (1971) observaron, con ganado joven alimentado al mismo nivel de ingestión y con pasto de primavera u otoño recogido con la misma digestibilidad, que la eficiencia de conversión de la hierba de primavera resultaba un 22 % mejor que la de otoño, cuando se determinaba a partir del peso vivo, y un 24%, cuando se calculó a partir de las ganancias diarias de peso vivo vacío.

Las razones que explican este hecho no están claras, aunque pueden ser debidas a las mejores condiciones que para la fermentación ruminal tiene la hierba de primavera y a la probable mayor degradabilidad ruminal de la proteína del pasto de otoño (Zea y Díaz, 1993b). McRae *et al.* (1985) encontraron diferencias favorables al pasto de primavera en la eficiencia de utilización de la energía metabolizable y en la de absorción en el intestino delgado de N-aminoacídico y de aminoácidos totales.

Finalmente no debemos olvidar que las enfermedades de las plantas pratenses, especialmente las producidas por hongos, pueden reducir el valor D (materia orgánica digestible con respecto a la materia seca, en %), en varias unidades.

INGESTIÓN DEL PASTO

Se admite que los principales factores que limitan la ingestión de forrajes son la capacidad del rumen y la rapidez con que el contenido digestivo lo abandona. Consecuentemente, la velocidad de digestión determina, en gran parte, la cantidad que un animal puede comer.

Es sabido que a medida que las plantas se hacen menos digestibles, los microorganismos del rumen las digieren con mayor lentitud, permaneciendo más tiempo en el aparato digestivo con la consiguiente disminución de la ingestión. Esto condujo a generalizar el problema y establecer que la ingestión de un forraje se podría predecir a partir de su digestibilidad, lo cual, como veremos, no es completamente cierto.

Ingestión y digestibilidad

Pruebas realizadas en establo demostraron que la ingestión disminuye a medida que el pasto se hace más maduro y menos digestible y que esta relación varía entre especies y variedades. Para Demarquilly y Jarrige (1971) o Walters (1971), la relación

entre digestibilidad e ingestión es lineal hasta que D alcanza valores del 80 %, siendo esta relación más acusada para los animales más jóvenes (Hodgson, 1968). Por otra parte es sabido que, para una misma digestibilidad, la ingestión de leguminosas es mayor que la de gramíneas.

Aunque la situación no es tan clara en pastoreo, Hodgson (1977) encontró que, para ganado de carne, la digestibilidad es el factor más influyente en el nivel de ingestión, no así con vacas de leche, porque cuando el valor D supera el 70 % la relación ingestión/digestibilidad puede no ser tan estrecha.

Por su parte, Freer (1981) indica que la ingestión para digestibilidades D del pasto por encima del 67 % se controla por mecanismos energéticos y no por factores físicos, y Osoro y Cebrián (1986), encuentran que en los pastos del CIAM con predominio de especies sembradas, y para digestibilidades de la materia seca (DMS) inferiores al 70 %, existe una correlación elevada (0,81) entre la ingestión de materia seca (IMS) y su digestibilidad:

$$\text{IMS}(\text{g/kg pv}^{0,73}) = - 5,81 + 1,22 \text{ DMS } (\%)$$

Cuando la digestibilidad de la hierba es superior al 70 %, la cantidad de materia seca ingerida se correlaciona mejor con la proporción de materia seca del pasto (Osoro y Cebrián, 1986).

La importancia relativa que tiene la ingestión voluntaria y el valor nutritivo en el valor alimenticio de un pasto no es fácil de determinar, ya que estos elementos están muy correlacionados. Ulyatt (1973) sugiere que la ingestión explicaría por lo menos el 50 % de la variación observada en el valor alimenticio del pasto.

Condiciones del pasto

Además de la digestibilidad, en el caso del pastoreo, otros factores controlan con mayor o menor intensidad la ingestión voluntaria. Entre estos, el pastoreo selectivo, dentro y entre especies, la facilidad de recolección o la aceptabilidad, determinada por el sabor, olor y estímulos táctiles (Freer, 1981), son los más importantes.

Dado que la ingestión de pasto es el producto de la ingestión/bocado por el número de bocados/unidad de tiempo y por tiempo de pastoreo, es fácil comprender la importancia que tiene en la ingestión la cantidad de pasto y sus características físicas, como altura y densidad. A medida que la disponibilidad de pasto decrece, bien porque la hierba sea más corta o porque el pasto esté más abierto, disminuye la ingestión por bocado y aumenta el número de bocados y el tiempo dedicado a pastar. Pero como hay un

límite, tanto para el tiempo dedicado a pastar como para el número de bocados, se llega a un punto en que la ingestión disminuye.

Según Hafez y Bousson (1975), en un pasto bien estructurado, la ingestión máxima se produce cuando la altura del pasto es de 15 cm. Allder y Whittaker (1970) observaron que, cuando la materia seca por hectárea de un prado pasa de 3000 a 500 kg, la tasa de ingestión puede reducirse hasta cuatro veces, mientras que el tiempo empleado en pastar, aún doblándose, raramente excederá de 10 -12 horas al día. Zea y Díaz (1990) pudieron observar como la reducción de la cantidad de pasto en oferta afecta negativamente a las ganancias diarias de peso vivo de terneros (Tabla 6).

TABLA 6

Efecto de la disponibilidad de pasto en el rendimiento de terneros de 200 kg de peso vivo.

Effect of pasture allowance on the performace of young bulls of 200 kg liveweight.

Pasto (t materia seca/ha)	2.4	3.2
Disponibilidad (kg materia seca / cab / día)	7.4	9.8
Digestibilidad materia orgánica pasto (%)	77.2	77.6
Ganancia peso vivo (g/día)	830	971

Lo mismo que en el caso de la digestibilidad, los animales más pequeños son más sensibles a la cantidad de pasto. Hodgson *et al.* (1971) con terneros de 90 kg obtuvieron reducciones de 240 g/d en las ganancias de peso al pasar el pasto en oferta de 2,09 a 1,92 t de materia orgánica/h.

Pastoreo selectivo

En el pastoreo selectivo influye más la tasa de digestión que la palatabilidad. Un animal cuando pasta tiende a comer material hojoso y joven (Arnold, 1981) y, en caso de praderas mixtas, la ingestión de trébol es mayor que la que le corresponde por la cantidad en que está presente (Clark y Harris, 1985). El pastoreo selectivo es más intenso con animales jóvenes y aumenta cuando hay mucha diferencia en el estado de madurez de las plantas o en sus características físicas o bioquímicas. Por ello, la calidad de la dieta de los animales en pastoreo es mejor que la de la pradera en su conjunto

ya que tienden a consumir el material más digestible. Este efecto se pone de manifiesto en la Tabla 7 (datos de Jamieson y Hodgson, 1979).

TABLA 7

**Relación entre la digestibilidad del pasto y la de la hierba ingerida
(seleccionada) por corderos y terneros.**

*Relationship between pasture digestibility and pasture intake
by lambs and calves.*

Digestibilidad MO pasto (%)	55	65	75
Digestibilidad MO de las extrusas (%):			
en corderos	72	81	84
en terneros	69	78	81

MO= Materia orgánica.

Se puede concluir que los factores más importantes que determinan la ingestión de los animales en pastoreo son la cantidad de hierba y la digestibilidad. Autores como Hodgson y Rodríguez (1971) observan ingestiones máximas para digestibilidades de la materia orgánica del 81 %, y Wilkinson y Tayler (1973) establecen como objetivo que la hierba en oferta no debe bajar de 3500 a 4000 kg de materia orgánica por hectárea. Sin embargo, Hodgson *et al.* (1971) encuentran que las ganancias de peso vivo están más estrechamente relacionadas con la cantidad de pasto rechazado que con el ofertado, de modo que para no deprimir las ganancias de peso vivo, la hierba sobrante no deberá bajar de los 2000 kg de materia seca por hectárea, medida a ras de suelo. Y Wilkinson y Tayler (1973) establecen que, en una pradera bien estructurada, la altura del rechazo post-pastoreo no debe ser menor de 8 cm, si no se quieren ver restringidas la ingestión y las ganancias de peso.

En consecuencia, ganancias de peso vivo elevadas están en contradicción con la eficiente utilización del pasto debido a la estrecha correlación que hay entre ingestión y cantidad de pasto.

SUPLEMENTACION DEL PASTO

Son varias las razones por las que se suplementa a los animales en pastoreo. Por ejemplo, cuando la disponibilidad de pasto es un factor limitante parece claro que la su-

plementación puede mantener el ritmo productivo de los animales. Sin embargo, no debe olvidarse que la suplementación produce un efecto de sustitución en la ingestión del pasto, dependiendo su intensidad de varios factores, como la disponibilidad de pasto y de sus características intrínsecas o extrínsecas. Este efecto de sustitución puede servir para elevar la carga ganadera sin que decaiga el rendimiento de los animales.

Sin embargo, las respuestas a la suplementación, tanto para animales de leche como de carne, resulta a la vista de los resultados experimentales muy variable, por lo que para poder predecir las respuestas es necesario comprender mejor las interrelaciones entre animal, pasto y suplementación.

El objetivo de la suplementación en el pastoreo es mantener o aumentar la ingestión de materia seca o energía metabolizable, lo que depende básicamente de las condiciones de la pradera y de la cantidad y tipo del suplemento.

Efecto sobre la ingestión

Cuando la disponibilidad de pasto es abundante, la tasa de sustitución por concentrados puede ser muy alta con poca o nula respuesta a la suplementación. Sin embargo, cuando la cantidad de hierba disponible disminuye, lo hace también la tasa de sustitución con el consiguiente aumento de la ingestión total de materia seca o energía metabolizable, lo que se traduce en aumento de las ganancias de peso de los animales en pastoreo como puede verse en la Tabla 8 (en todos los experimentos realizados en el

TABLA 8

Efecto de la disponibilidad del pasto y de la suplementación en las ganancias de peso vivo de terneros.

*Effect of pasture allowance and supplementation on liveweight gain
of grazing cattle.*

Pienso kg (kg/cab/día)	0	1
(1) Pasto en oferta 3 t MS/ha (2,36 kg MS/kg pv)		
ganancia peso vivo (g/día)	1038	1063
(2) Pasto en oferta 2 t MS/ha (1,60 kg MS/kg pv)		
ganancia peso vivo (g/día)	592	858

(1) Peso vivo inicial 354 kg, Carga 1270 kg peso vivo/ha,

(2) Peso vivo inicial 437 kg., Carga 1537 kg peso vivo/ha, pv= peso vivo.

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) por Zea y Díaz aquí reseñados, se entiende por pasto en oferta el existente en cada parcela cuando el ganado entra a pastar, medido a ras de suelo. Los animales se cambiaban de parcela cuando la altura del pasto, sin contar las zonas contaminadas por heces, bajaba a 8-10 cm de altura).

Con ganado de leche, Meijs y Hoekstra (1984), según que las disponibilidades de pasto fuesen altas o bajas, obtuvieron tasas de sustitución de 0,50 y 0,11 kg MS pasto/kg MS concentrado respectivamente. Del mismo modo, la tasa de sustitución del pasto disminuye cuando lo hace su altura (Phillips y Leaver, 1985a) y en general, está influenciada por la estructura del pasto, disminuyendo cuando éste está más abierto. La reducción de la ingestión de hierba como consecuencia de la suplementación se manifiesta principalmente a través de la reducción del tiempo empleado en pastar, con poco efecto en la tasa de bocados o en el tamaño de los mismos (Jennings y Holmes, 1984).

Con ganado estabulado, hay una clara correlación entre la tasa de sustitución y el nivel de suplementación, de modo que cuanto más aumenta la cantidad de concentrados más disminuye la ingestión de hierba. Sin embargo esta relación no es tan clara o marcada con ganado en pastoreo (Meijs y Hoekstra, 1984).

Raymond (1969) estudió las posibles razones que justifican la ausencia de una auténtica suplementación, cuando se suministran concentrados a animales consumiendo forraje. Es posible que la bajada del pH del rumen que sigue a la ingestión de cereales (Zea, 1978) altere la población microbiana en el mismo, haciendo que disminuya la tasa de digestión de la celulosa (Terry *et al.*, 1969) y reduzca la tasa de paso de la digesta (Campling, 1966). Esta reducción de la digestibilidad provocaría una disminución de la ingestión del pasto, que sería tanto mayor cuanto mayor fuera el consumo de cereales. Los experimentos de Milne *et al.* (1981) confirmaron que la digestibilidad de la hierba disminuye cuando se suplementa con cereales.

Efecto sobre el rendimiento animal

Con ganado de carne en pastoreo, se han realizado muchos experimentos sobre la suplementación con concentrados en el pasto con resultados poco satisfactorios en términos de ganancias de peso vivo, siempre que la carga ganadera no sea demasiado alta, no se fuerce la intensidad de pastoreo y la digestibilidad de la materia orgánica del pasto se mantenga elevada (del orden del 70-75 %, dependiendo del tipo de animal). La falta de respuesta a la suplementación durante el pastoreo de primavera, cuando el pasto es abundante y de calidad, se confirma por los resultados de los experimentos reali-

zados por Zea y Díaz en el CIAM y resumidos en la Tabla 9, donde se puede comprobar que no hubo respuestas hasta niveles de 4 kilogramos de pienso con terneros entre 150 y 300 kg.

TABLA 9

**Efecto de la suplementación en el pastoreo de primavera
en el crecimiento de terneros.**

Effect of supplementation on liveweight gain of spring grazing cattle.

Pienso (kg/cab/día)	0	1	2	4
(1) Pasto en oferta (kg MS/kg pv)	2,25	2,36	-	-
ganancia peso vivo (g/día)	1043	1061	-	-
(2) Pasto en oferta (kg MS/kg pv)	2,04	2,06	-	-
ganancia peso vivo (g/día)	914	906	-	-
(3) Pasto en oferta (kg MS/kg pv)	2,96	-	-	2,88
ganancia peso vivo (g/día)	1216	-	-	1213
(4) Pasto en oferta (kg MS/kg pv)	2,57	-	2,33	-
ganancia peso vivo (g/día)	1099	-	1163	-

(1) y (2), terneros de 160 kg, (3) y (4) terneros de 300 kg, pv= peso vivo, MS= materia seca.

Todos estos experimentos se dieron por terminados al final de la primavera, antes de que comenzase a disminuir la cantidad y calidad de pasto.

En el caso de terneros muy jóvenes las respuestas a la suplementación pueden ser distintas a las obtenidas con animales mayores. Se sabe que los terneros jóvenes son muy selectivos y consecuentemente más sensibles a la relación ingestión/pasto en oferta, así como a la calidad del mismo, por lo que es normal encontrar respuestas al pienso. Zea y Díaz (1990) observaron con terneros de 70 kg de peso respuestas al pienso en pastos del 70 % de digestibilidad de la materia orgánica. En las condiciones del CIAM (zona costera de A Coruña) y sobre praderas a base de raigrás inglés, dactilo y trébol blanco, con cantidades de hierba en oferta del orden de 3-4 t de MS/ha y cargas de 20 a 30 terneros/ha de unos 70-80 kg de peso vivo, se obtuvieron respuestas de 13 g de ganancia de peso vivo por cada 100 g de concentrado. Otros autores como, Donnelly (1977) dan respuestas algo mayores, del orden de 19 g/día de peso vivo por 100 g de pienso.

La disminución de la cantidad de hierba disponible puede hacer que se presenten importantes respuestas al concentrado, como de hecho ocurre en Mabegondo (CIAM) en el verano, cuando además de disminuir la digestibilidad de la materia orgánica del pasto a niveles del 60 % o menos, disminuye el pasto en oferta a 1,0-1,5 t de MS/ha. Con terneros de 180-200 kg que recibieron cantidades crecientes de pienso (1 a 3 kg/cab/día) se obtuvieron respuestas lineales de la forma:

$$\text{Ganancia peso vivo (g/día)} = 137 \times \text{Pienso (kg/día)} + 415$$

En el otoño es normal que se produzcan respuestas a la suplementación, debido principalmente a la variabilidad de la producción de pasto, como se deduce de los resultados de una serie de experimentos (Zea y Díaz, 1990) cuyos resúmenes aparecen en la Tabla 10.

TABLA 10

**Efecto de la suplementación con concentrado en el pastoreo de otoño
sobre el crecimiento de terneros.**

*Effect of concentrate supplementation on liveweight gain of young bulls
grazing autumn pastures*

Pienso (kg/cab/día)	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
(1) Pasto en oferta (kg MS/kg pv)	2,52	-	2,62	2,54	-
ganancia peso vivo (g/día)	709	-	762	721	-
(2) Pasto en oferta (kg MS/kg pv)	-	-	-	1,68	1,61
ganancia peso vivo (g/día)	-	-	-	967	1155
(3) Pasto en oferta (kg MS/kg pv)	-	3,21	3,1	-	-
ganancia peso vivo (g/día)	-	870	862	-	-
(4) Pasto en oferta (kg MS/kg pv)	1,69	-	-	1,82	-
ganancia peso vivo (g/día)	789	-	-	994	-

(1) y (3), en terneros de 200 kg; (2) y (4), terneros de 300 kg, MS= materia seca, pv= peso vivo.

De la observación de estos resultados se deduce que las respuestas dependen de la disponibilidad de hierba. En los casos en que el pasto en oferta superó los 2 kg de materia seca por kilogramo de peso vivo no se produjeron, mientras que el suministro de pienso incrementó las ganancias diarias de peso vivo cuando el pasto presente no llegó a los 2 kg materia seca/kg peso vivo.

En cualquier caso, el comportamiento del ganado no es el mismo en el pastoreo de primavera que en el de otoño ni, como acabamos de ver, las respuestas a la suplementación con pienso son las mismas en aquella estación que en primavera y, además, no son explicables únicamente por la menor disponibilidad de pasto.

Son varios los autores que indican que en el pastoreo de otoño no se alcanzan las ganancias de peso que se obtienen en primavera (Leaver, 1974; Reid, 1986) incluso partiendo de la misma disponibilidad de pasto (Marsh, 1975). Algunos autores achacan estas diferencias a la digestibilidad (Clark y Brougham, 1979), sin embargo, Reid (1986), no asocia estas diferencias ni a la digestibilidad ni al contenido en proteína bruta del pasto, que a veces es más elevado que el de primavera, y, concluye que las necesidades de pasto para mantenimiento o para ganancias diarias de peso vivo son más altas con el pasto de otoño que con el de primavera.

Otras veces se ha supuesto que el peor resultado del pasto de otoño se debe a su menor ingestión (Marsh, 1975), aun cuando la disponibilidad y la digestibilidad de este pasto sea similar al de primavera. Ya en 1971, Lonsdale y Tayler, observaron, con ganado joven alimentado al mismo nivel de ingestión con pasto de primavera u otoño y recogido a la misma digestibilidad, que la eficiencia de conversión con la hierba de primavera resultaba un 22 % mejor que con la de otoño cuando se determinaba a partir de las ganancias de peso vivo, y un 24 % cuando se calculó a partir de las ganancias diarias de peso vivo vacío.

Morris *et al.* (1993) observaron que, para la misma digestibilidad y disponibilidad de pasto, los terneros crecen más con el pasto de primavera, concluyendo que para obtener las máximas ganancias diarias de peso bajo pastoreo continuo, la altura del pasto en primavera se debe mantener entre 8-10 cm mientras que en otoño debe permanecer entre 12 y 15 cm.

Dado que la proteína bruta del pasto es altamente degradable en el rumen y que el pasto tiene una limitada capacidad de síntesis de proteína microbiana, se podría pensar que la suplementación con proteína poco degradable podría mejorar el comportamiento de los animales en pastoreo, como de hecho observaron con raigrás inglés Donaldson *et al.* (1989) o con raigrás italiano, Stock *et al.* (1981). Sin embargo, Grigsby *et al.* (1991) con terneros en pastoreo, y Petit y Yu Yu (1993) con novillas alimentadas con hierba fresca cortada en primavera y suplementada con proteína, no obtuvieron los efectos esperados. No obstante, Petit y Flipot (1992) sugieren que las respuestas a la suplementación proteica dependen del tipo de forraje, en especial de la degradabilidad de su componente proteico. No cabe duda que el pasto de otoño y primavera pueden diferir en éste y en otros aspectos. En efecto, el mayor tiempo que el pasto de otoño permanece

en el retículo-rumen podría ser la razón de su menor ingestión (Thorton y Minson, 1973) y explicar su menor eficiencia. Con la hierba de primavera, la proporción de la ingesta, incluida la proteína que escapa a la fermentación ruminal y llega al intestino delgado, es mayor (Corbett *et al.* 1976), lo que mejoraría la eficiencia de utilización de su componente proteico. Esta sugerencia fue confirmada por MacRae *et al.* (1985), quienes encontraron diferencias entre el pasto de primavera y de otoño en la eficiencia de utilización de la energía metabolizable para la producción y en la absorción de N-aminoacídico y aminoácidos totales en el intestino delgado.

De este modo, aunque aparentemente la riqueza proteica del pasto de otoño es suficiente, podrían producirse respuestas a la suplementación proteica para compensar las pérdidas a nivel rumen, como se puso de manifiesto en una serie de experimentos que se resumen en la Tabla 11 (Zea y Díaz, 1993b) y en los que se dispuso de suficiente pasto de calidad en oferta.

TABLA 11

**Efecto de la suplementación proteica en pastoreo de otoño
en el crecimiento de terneros.**

*Effect of protein supplementation on liveweight gain
of young bulls grazing autumn pasture.*

Proteína bruta del pienso (%)	9	15
Pasto en oferta (kg materia seca/kg peso vivo)	2,86	2,83
Ingestión (kg materia seca/cab/día)	8,11	8,42
Ganancia peso vivo (g/día)	798	939

Terneros de 295 kg, suplementación con 2 kg de pienso.

Proteína bruta del pasto: 18,42 - 20,21 %.

Digestibilidad materia orgánica del pasto: 69,0-74,5 %.

Así, la mayor eficiencia del pasto de primavera podría explicarse porque una mayor proporción de la ingesta, incluida la proteína, escapa a la fermentación ruminal y se digiere en el intestino delgado.

El ensilado se puede utilizar como suplemento, pero cuando hay suficiente pasto la ingestión es muy baja, aunque, cuando hay escasez de hierba o esta no es de buena calidad, la ingestión total aumenta y se pueden obtener buenos resultados, como comprobaron Phillips y Leaver (1985b) con vacas lecheras. Sin embargo Zea y Díaz

(1990), con terneros en crecimiento pastando en otoño, no obtuvieron respuestas demasiado buenas a pesar de disponer los animales de poco pasto (Tabla 12).

TABLA 12

Efecto de la suplementación con ensilado en pastoreo de otoño.
Effect of supplementation with silage on the performance of young bulls grazing autumn pastures.

Ensilado (kg/cabeza/día)	0	13,5
Pasto en oferta (kg materia seca/kg peso vivo)	1,53	1,59
Ganancia peso vivo en (g/día)	841	929

Terneros de 300 kg.

Cuando se utiliza ensilado como suplemento, la intensidad de las respuestas dependerán de la calidad relativa del ensilado, así como también del pasto y del tiempo disponible para el consumo de cada alimento. El ensilado de maíz, por su característica de alta ingestión, puede dar mejores resultados, pero siempre que haya escasez de hierba.

VALOR ALIMENTICIO DEL ENSILADO

El aumento que se ha producido en los últimos años en la utilización de ensilados, junto a los nuevos conocimientos de los procesos de fermentación y conservación, han puesto al descubierto la existencia de una serie de limitaciones nutricionales que es preciso comprender para poder obtener todo su potencial productivo.

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 (MS) o materia orgánica (MO), pero no hay que olvidar que durante la fermentación se producen profundos cambios, tanto en los carbohidratos como en la fracción nitrogenada de los forrajes, lo que va afectar 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 (EM) 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 así como los cambios que se producen en la ingestión voluntaria, se analizan a continuación.

Ingestión voluntaria

La ingestión de MS del ensilado es menor que la del mismo forraje fresco. El grado de reducción es muy variable, dependiendo, entre otros factores, de la fecha de corte o de la digestibilidad, del contenido en MS 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 13 (Keady y Murphy, 1993), destacando por su importancia, en primer lugar, los que experimentan los carbohidratos solubles, que se transforman en gran parte en ácido láctico y ácidos grasos volátiles (AGV) y, en segundo lugar, el que afecta 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.

TABLA 13

Cambios químicos producidos en el proceso del ensilaje (medias de 6 experimentos).

*Chemical compositional changes which occur during the ensiling process
(mean of 6 experiments).*

	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.

El aumento de la digestibilidad de la fracción nitrogenada de los ensilados observada por diferentes autores (Donaldson y Edwards, 1976; Cushnahan y Gordon, 1995) se atribuye a la proteólisis y a la desaminación de las proteínas que aumenta la solubilidad del N en el rumen.

Cushnahan y Gordon (1995), al estudiar la tasa de desaparición de la MS del ensilado en el rumen, encuentran que aumenta la solubilidad inicial de la MS (valor-a) sin afectar a la fracción potencialmente disponible (valor-b), a la tasa de degradación de la fracción "b" o a la degradabilidad efectiva de la MS. Esta falta de efecto sobre la degradabilidad efectiva de la MS contrasta con otros trabajos. Por ejemplo, Cushnahan *et al.* (1995) dan valores más bajos para b y c y más altos para la degradabilidad efectiva de la MS de los ensilados que los del material fresco, pero concuerdan con los de López *et al.* (1991), que no observan efectos importantes del proceso de ensilaje en las tasas de degradación de la fracción potencialmente disponible de la MS o de la degradabilidad efectiva total de la MS.

Todos estos cambios afectan profundamente a la ingestión voluntaria y por ello al valor alimenticio de los ensilados. La reducción promedio de la ingestión ha sido fijado por Mayne y Cushnahan (1995) en un 27 %, después de analizar los datos de 13 experimentos en los que estuvieron involucrados 432 ensilados, aunque con una gran variación ya que la reducción osciló entre un 1 y un 64 %.

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. Recientemente, Mayne y Cushnahan (1995) relacionan 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. Encontrando, a su vez, que 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. Para estos autores la mejor ecuación que relaciona la ingestión (en ovejas) (Y, kg MS/día) con parámetros fermentativos es:

$$Y = 2,59 - 0,002 \times \text{N-amoniacal} - 0,008 \times \text{ácido n-butírico} - 0,003 \times \text{FADM} \quad (r = 0,98 \quad p < 0,001)$$

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 au-

mento del N-amoniaco, de los ácidos lácticos y n-bútrico (Cushnahan *et al.*, 1995). 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 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 14 se puede observar como la ingestión del ensilado aumenta con la digestibilidad y con la calidad de fermentación.

TABLA 14

Ingestión máxima de ensilado (kg materia seca/día) por ternero entre 320 y 500 kg, según valor "D" y calidad de fermentación del ensilado. (M.L.C., 1979).

Maximun silage dry matter intake by finishing cattle from 320 to 500 kg liveweight according to digestibility and quality of silage fermentation.

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.

La energía del ensilado

Aproximadamente el 85 % de la energía metabolizable que suministra el ensilado está en forma de ácidos grasos volátiles (AGV) 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 mucho más rápida, con lo que puede afectar a la síntesis de proteína microbiana y a la utilización de la energía.

Para Prates *et al.* (1986), la fermentación ruminal del ensilado comienza 0,27 horas después de la ingestión, mientras que la del heno empieza al cabo de 3 horas. Por ello la sincronización entre la disponibilidad de energía y proteína en el rumen, necesaria para el crecimiento microbiano, puede que no sea la mejor. Esto puede explicar, 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 la que producen los de los forrajes, como consecuencia de las importantes transformaciones que sufren durante el proceso de ensilaje (Thomas, 1982). Por todo ello, la producción de proteína microbiana por unidad de energía metabolizable puede ser menor que la que se produciría con 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, como vamos a ver, la forma en la que se encuentra el nitrógeno.

La proteína del ensilado

La baja eficiencia que presentan 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 que tiene su proteína.

Según el ARC (1984), la capacidad de síntesis de proteína microbiana que tienen 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 raciones de heno o pasto, aunque autores como Beever (1986) llegan a dar cifras para la hierba fresca de 50 g N/kg MODR. Con ovejas alimentadas con pasto, ensilado, o con ensilados más concentrados, el ARC (1984) 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 nitrógeno, respectivamente. Sin embargo, la capacidad de los ensilados para el desarrollo microbiano del rumen es muy variable. Thomas *et al.* (1980) dan cifras de 10,3 g N/kg MODR, mientras que Beever *et al.* (1987) citan síntesis proteicas de 36,5 g N/kg MODR.

Esta gran variabilidad (dejando aparte las posibles diferencias entre laboratorios) 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, Chamberlain *et al.* (1982) observaron que esta proteína era muy susceptible de ser atacada rápidamente en el rumen, como consecuencia de los altos niveles de degradabilidad que alcanzaba en el rumen (74-83 %). La elevada degradabilidad ruminal

de la proteína del ensilado contribuye a la rápida desincronización entre la energía y la proteína a disposición de los microorganismos del rumen, lo que puede llevar a que la eficiencia de la síntesis de proteína microbiana en el rumen disminuya. Pero no debe olvidarse que la degradabilidad en el rumen de la proteína de los ensilados puede ser muy variable. Thomas y Thomas (1988) encuentran, para ensilados de gramíneas preparados sin conservantes, degradabilidades de la proteína del 78 - 86 % y entre 54 - 81 % para ensilados preparados con ácido fórmico. Cuando para la preparación de los ensilados se utiliza como conservante el formaldehído o mezclas de fórmico-formaldehído, los valores de la degradabilidad proteica en el rumen disminuyen a 31 - 51 %. Sin embargo, niveles de formaldehído superiores a 2 L/t de materia verde disminuye la síntesis de proteína microbiana en el rumen. Para ensilados de raigrás inglés y trébol blanco, elaborados sin conservantes, se encontraron valores de la degradabilidad ruminal de la proteína de 71 - 72 % (Zea y Díaz, 1995b).

Autores como Thomas y Thomas (1988) establecen que procesos como la descarboxilación o la desaminación que afectan a los componentes de los forrajes al ensilarlos pueden tener más importancia de lo que se creía hasta ahora, y concluyen que, aunque las razones de la baja eficiencia para la síntesis microbiana no están completamente explicadas, pueden ser en gran parte reflejo de la baja producción de ATP que tienen los productos de la fermentación del ensilado en el rumen. En efecto, Thomas (1982) observó que en los alimentos fermentados, como son los ensilados, hasta el 15 % de la energía metabolizable se presenta en forma de componentes volátiles, de limitado o nulo valor para la síntesis de proteína microbiana en el rumen, y Gill *et al.* (1986) concluyen que casi el 30 % de la materia orgánica fermentable de los ensilados se metaboliza en el rumen vía ácido láctico sin liberación de energía para el desarrollo microbiano. Por su parte, Chamberlain (1987) observó que la mayor parte de los azúcares presentes en el forraje original se convierten en producto de fermentación en el ensilado 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.

Parece claro, entonces, que predecir la cantidad de proteína, que las dietas de ensilado ponen a disposición de los tejidos animales, no es tarea fácil, pero en cualquier caso, es imprescindible para ello conocer previamente las tasas relativas de proteína y energía disponibles para los microbios del rumen.

Ensilados de leguminosas

Los ensilados de leguminosas de corte directo preparados sin conservantes promueven un bajo uso del nitrógeno (Waldo, 1985), con retenciones que pueden llegar a ser ne-

gativas y pérdidas de peso (Joyce y Brunswick, 1975). Sin embargo, parece que se puede conseguir buenos ensilados de leguminosas con un presecado que eleve la MS hasta un 35 %, pero con resultados variables (Waldo, 1985). No obstante, no todas las leguminosas presentan el mismo grado de dificultad, ya que el trébol violeta con un presecado del 20-25 % de MS se puede ensilar sin aditivos (Sheldrick *et al.*, 1987; Giovanni, 1992).

El presecado, por efecto del calor y al facilitar la fermentación (disminuye la humedad), puede reducir algo la degradabilidad proteica (Antongiovanni y Bruni, 1994). Alfalfa ensilada, previamente predesecada con 29; 40 y 60 % de MS contenía 15; 15 y 36 % de nitrógeno no degradable en el rumen, respectivamente (Merchan y Satter, 1983). En cualquier caso, el empleo de conservantes parece inevitable para ensilar leguminosas. Entre estos son eficaces los conservantes químicos como el ácido fórmico, solo o en mezcla con formaldehído. El interés por la formalina como aditivo surge de su acción bacteriostática y por la capacidad de proteger a la fracción proteica de la planta de la degradación durante el ensilaje y en el rumen.

Nagel y Broderick (1992) ensilaron alfalfa con el 37 % de MS sin conservantes, o con 2,8 g de ácido fórmico, o 0,31 g de formaldehído, por 100 g de MS de hierba. El ácido fórmico produjo el pH más bajo y la concentración más baja de N no proteico y amoniacal y de aminoácidos libres. La degradabilidad de la proteína disminuyó con los dos tratamientos, pero la proteína que sobrepasa el rumen resultó mayor con el ácido fórmico. Resultados parecidos, los obtuvieron Marshall *et al.* (1993) con alfalfa ensilada con el 21 y 17 % de MS. Sin embargo, son muchos los autores (Waldo y Tyrrel, 1983; Zea *et al.*, 1996a y 1996e) que obtuvieron mejores resultados con la mezcla de fórmico/formalina, al aprovechar la capacidad que tiene el formaldehído para proteger a la proteína del ataque de las bacterias del ensilado y del rumen, disminuyendo su degradabilidad (Broderick *et al.*, 1991). El objetivo de disminuir la degradabilidad, sin afectar a la digestibilidad del N en el intestino delgado, parece que se cumple utilizando el formaldehído, a dosis adecuada, en mezcla con el ácido fórmico (Waldo 1985). De ahí se deduce, que el suministro a los animales de alto rendimiento de ensilado de leguminosas con un 35-50 % de proteína no degradable es posible utilizando mezclas con el formaldehído a dosis adecuada y que por otra parte, el presecado no es capaz de proveer suficiente protección (Waldo, 1985).

Cuando Mayne y Steen (1990) investigaron los resultados de 21 experimentos, en los que se estudió el efecto de utilización del ácido fórmico en la fermentación del ensilado y el rendimiento de los animales, concluyeron que se producía una mejora notable en la fermentación del ensilado, así como en la digestibilidad e ingestión, lo que se refleja en el mejor comportamiento de los animales.

El empleo de la cebada molida como conservante, a 50 o más kilogramos por tonelada de materia verde, mejora consistentemente la fermentación del ensilado de alfalfa o trébol violeta (Zea *et al.*, 1996b), bajando el pH y el nivel de acetato, además del de nitrógeno amoniacal (Harrison *et al.*, 1994) y disminuyendo la producción de efluentes (Jones *et al.*, 1990). Zea y Díaz (1995c) y Zea *et al.* (1996c), con el empleo de cebada a 50 kg/t MV, obtuvieron reducciones en la producción de efluentes entre un 25 y un 50 %. Una ventaja añadida es que produce un alimento más completo al aumentar el valor nutritivo del ensilado resultante. Desde el punto de vista de la ganancia de peso vivo, da lo mismo emplear la cebada al preparar el ensilado que dársela a los animales en adición al ensilado en el comedero (Zea y Díaz, 1995c; Zea *et al.*, 1996c), por lo que el inconveniente que pudiera ser el elevado precio de la cebada, queda compensado con el ahorro que se producirá, posteriormente, en el suministro de pienso en el comedero que lógicamente deberá reducirse (Jones *et al.*, 1990; Davies y Perrot, 1991).

La adición de bacterias ácido lácticas mejora la fermentación de los ensilados de leguminosas, con presecado, al disminuir la concentración de acetato y nitrógeno amoniacal, mejorando el valor nutritivo al hacerlo la digestibilidad de la materia seca (Harrison *et al.*, 1994), sin afectar a la producción de efluentes, aunque los resultados son muy variables (Antongiovanni y Bruni, 1994). Algunos inoculantes bacterianos han producido mejoras en el comportamiento de los animales al aumentar la ingestión del ensilado, la digestibilidad o la eficiencia de utilización de la energía digestible (Keady y Murphy, 1993); y en otros casos, las bacterias lácticas han producido mejoras en las ganancias de peso vivo, sin que de los análisis convencionales de laboratorio se pudiera deducir este efecto, esto es, sin que mejoraran las características fermentativas del ensilado (O'Kiely, 1996).

Los resultados obtenidos con animales alimentados con ensilados de leguminosas no fueron en un principio muy alentadores. Mientras que Lancaster *et al.* (1977) con ensilados de alfalfa de corte directo sin aditivos, obtienen ganancias de peso vivo de 60 g/día, Waldo (1988) cita ganancias medias de 963 g/día para animales Holstein de 300 kg de peso, alimentados con ensilado de alfalfa de corte directo y utilizando como conservante una mezcla de ácido fórmico y formaldehído. Thomson *et al.* (1991) estimaron el valor nutritivo del ensilado de alfalfa (con fórmico y formaldehído), con terneros Holstein en crecimiento, comparándolo con el ensilado de dactilo; las ganancias de peso vivo para el ensilado de alfalfa fueron el 132 % (158 % para ganancia de peso vacío) de los alcanzados con el ensilado de dactilo, la retención de energía fue el 180 % y la de nitrógeno 140 % para la alfalfa en relación a las del dactilo. Del mismo modo Thomas *et al.* (1981), o Steen y McIlmoyle (1982), siempre obtuvieron mejores ganancias

de peso con el ensilado de trébol violeta que con el de gramíneas. Zea y Díaz (1996b) obtuvieron mejores ganancias de peso en terneros con ensilado de alfalfa o trébol violeta elaborado con ácido fórmico que con el de pradera (raigrás inglés y 10 % de trébol blanco). Ulyat *et al.* (1976) pudieron observar como la adición de trébol blanco a una ración a base de gramíneas mejoraba la ingestión y las ganancias de peso de terneros, y Zea y Díaz (1995a) encontraron mejoras al incluir cantidades crecientes de trébol violeta en el ensilado de una pradera a base de raigrás inglés.

La eficiencia de utilización de la proteína de las leguminosas se puede ver reducida en distinta proporción dado que no todas las leguminosas tienen el NNP en la misma cantidad y forma (Nagel y Broderick, 1992). El ensilado de trébol violeta tienen significativamente menos NNP que el de alfalfa (Albrecht y Muck, 1991). Un sistema enzimático del trébol violeta, polifenol oxidasa, convierte varios fenoles que están presentes en el trébol violeta en quinonas (Jones *et al.*, 1995). Estas quinonas actúan rápidamente sobre las proteasas, que son las enzimas que hidrolizan las proteínas del ensilado, de ahí que el ensilado de trébol violeta tenga menos NNP que el de alfalfa. Los resultados de Zea *et al.* (1996f) con terneros en crecimiento y Broderick y Maignan (1996) con vacas lecheras sugieren que la energía y la proteína del ensilado de trébol violeta se utiliza más eficientemente que la del ensilado de alfalfa.

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 (ARC, 1984).

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. En efecto, ya hemos visto como el aporte de aminoácidos es bajo en relación a la energía. Precisamente, algunos autores (Gleen *et al.*, 1987) atribuyen el aumento de la eficiencia de los ensilados de leguminosas al mayor aporte de aminoácidos. Sin embargo, estos mismos autores, también encontraron que la relación en el rumen de los AGV acético/propiónico era menor con raciones de ensilado de leguminosas que con las de

gramíneas, y sabemos que cuanto menor es esta relación mayor es la eficiencia energética. Es, por tanto, difícil concluir que la baja eficiencia de utilización de la energía metabolizable de los ensilados sea debido únicamente a la falta de sincronización en la disponibilidad de energía y nitrógeno para los microorganismos del rumen.

En cualquier caso, con un ensilado bien conservado, la digestibilidad es el factor más importante del valor alimenticio. En la Tabla 15 (Zea, 1993), se puede observar como cuando la digestibilidad de la materia orgánica del ensilado pasa del 60 al 70 %, la ingestión aumenta en un 12,5 % y las ganancias diarias de peso vivo de los terneros lo hacen en un 46 %. En consecuencia, cuanto más elevada es la digestibilidad más crecen los animales y más eficientemente utilizan el ensilado.

TABLA 15

Relación entre la digestibilidad del ensilado, la ingestión y las ganancias diarias de peso vivo en terneros de 250-300 kg de peso, recibiendo ensilado a voluntad y 1,75 kg de pienso al día.

*Relation between silage digestibility and young bulls performance
(liveweight: 250-300 kg, concentrate: 1,75 kg/head/day).*

Digestibilidad MO ensilado (%)	55	60	65
Ingestión (kg MS/día)	5,6	6,0	6,3
Ganancia peso vivo (g/día)	650	850	950
Indices conversión ensilado (kg MS/kg gpv)	8,61	7,06	6,63
Incremento peso vivo (kg/t MS ingerida)	116	141	151

MO= materia orgánica, MS= materia seca, gpv= ganancia peso vivo.

Los resultados obtenidos en distintos experimentos indican que los efectos de la digestibilidad del ensilado se hacen más patentes en los animales mayores. McIlmoyle y Steen (1979) estudiaron la interacción entre la digestibilidad del ensilado y el peso de los animales con los resultados que se indican en la Tabla 16.

Como puede observarse, a medida que los animales crecen, utilizan el ensilado más eficientemente; y esto ocurre a pesar de disminuir la ingestión relativa de materia seca con el aumento de peso del animal.

Thomas *et al.* (1988) o Steen y Robson (1995) establecen que la eficiencia de utilización de la energía metabolizable mejora con la inclusión de concentrados en las raciones de ensilados.

TABLA 16

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.

Liveweight gain of young bulls of different liveweights offered silage of two digestibilities.

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 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.

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. Esta, aunque muy variable, fue fijada por Zea (1975) (con terneros que recibieron además de ensilado entre 1,5 y 6,0 kg de cebada) en 0,66. Esto es, la ingestión de materia seca del ensilado disminuye en 0,66 gramos por cada gramo de aumento en la ingestión de materia seca de la cebada. Esta cifra coincide con la de Raymond (1969) al obtener, en una serie de 28 pruebas, la misma tasa media de sustitución.

En general, las tasas de sustitución disminuyen con la digestibilidad del ensilado y el peso de los animales y aumentan con el nivel de suplementación y la calidad de la conservación, siendo menores para las leguminosas que para las gramíneas.

Las consecuencias del efecto de sustitución son que la suplementación convencional con alimentos ricos en almidón reemplaza más que suplementa al ensilado y que las ventajas de obtener ensilados de alta digestibilidad y de alta capacidad de ingestión quedan en parte disminuidas. Por ello, se ha tratado de buscar suplementos específicos que influyan menos negativamente en la ingestión de ensilado, como pueden ser los suplementos proteicos poco degradables en el rumen.

Para estudiar los efectos de la suplementación distinguiremos entre la energética y la nitrogenada.

Suplementación energética

Las ganancias de peso obtenidas con distintas suplementaciones van a depender de la calidad del ensilado, del nivel de suplementación, de la naturaleza del suplemento y del tipo de animal.

La relación entre las respuestas a los concentrados y la digestibilidad del ensilado se pone de manifiesto en la Tabla 17, resultados medios de cuatro experimentos de Zea y Díaz (1990) en los que se utilizaron 80 terneros de 375 kg de peso medio. Como puede observarse, a medida que mejora la digestibilidad del ensilado disminuyen las respuestas a los concentrados, 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. Otros autores (Drennan, 1986; Steen y McIlmoyle, 1982), dan efectos reductores de la digestibilidad, en las respuestas al concentrado, algo mayores.

TABLA 17

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

Effect of silage digestibility and energy supplementation on liveweight gain of cattle.

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

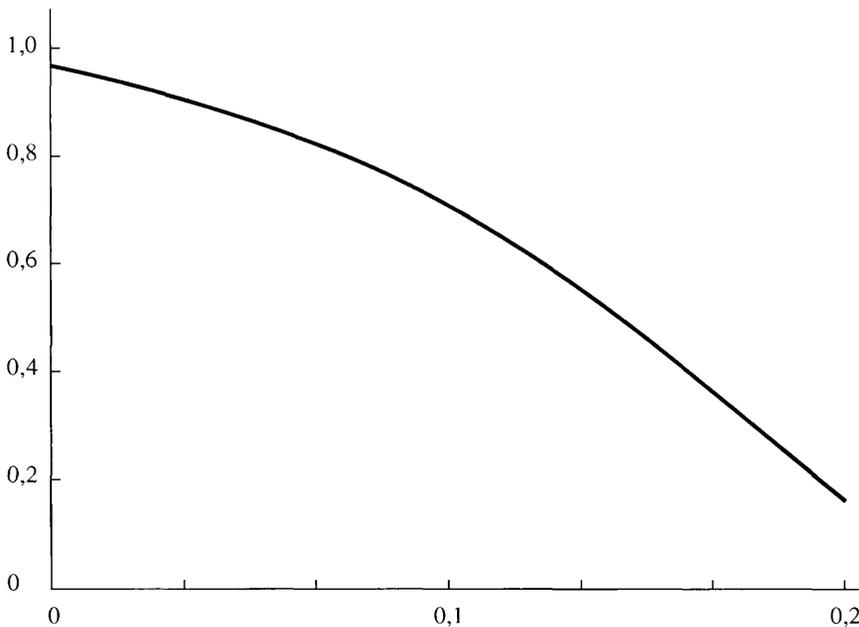
MO= materia orgánica, gpv= ganancia peso vivo (g/día).

Dicho de otra manera, las respuestas al aumento de concentrados en la ración dependen en gran medida de las ganancias de peso que se pueden alcanzar con el ensilado sin suplementar; esto es, de su calidad, como se indica en la Figura 1 (Wilkinson, 1983).

FIGURA 1

Relación entre las ganancias diarias de peso vivo alcanzadas únicamente con ensilado y las respuestas al concentrado. Las abscisas representan las ganancias de peso vivo (kg/día) alcanzadas con ensilado sólo y son una medida de la calidad del ensilado. Las ordenadas muestran las respuestas al concentrado en termino de ganancia de peso vivo alcanzado por kilogramo de concentrado extra suministrado (Wilkinson, 1983).

Effect of the level of live-weight gain achieved from silage alone on the response in gain to additional concentrates. The vertical axis shows the live-weight gain achievable from silage alone and is a measure of silage quality. The horizontal axis shows the response to added concentrates in terms of the live-weight gain (kg/day) achieved per kilogram of extra concentrate given (Wilkinson, 1983).



En efecto, cuando las ganancias de peso que se obtienen con ensilado sólo son elevadas (más de 0,75 kg/día), las respuestas a los concentrados son mínimas, mientras que con ensilados de peor calidad, que solo producen ganancias de 0,20 kg/día, las respuestas llegan hasta 0,20 kg/kg de concentrado adicional (Figura 1).

A pesar de que la tasa de sustitución disminuye con el aumento de peso de los animales (Steen y McIlmoyle, 1982), las respuestas a la suplementación energética también decrecen con el aumento del peso de los terneros, como muestra la Tabla 18 (Zea y Díaz 1990).

TABLA 18

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

Liveweight gain per kilogramme of concentrate increase in the diet of silage offered to young bulls of different liveweight.

Intervalo Pienso (kg)	Peso terneros (kg)			
	100	200	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

En la misma Tabla 18 puede observarse cómo las respuestas a los aumentos de pienso van siendo decrecientes. Drennan (1986) encontró respuestas de este tipo en experimentos en los que las tasas de sustitución más altas correspondieron a los niveles más elevados de pienso. Los índices de sustitución fueron 0,32 y 0,69 cuando el suministro de pienso pasó de 0 a 3 kg y de 3 a 6 kg, respectivamente. Zea (1978), con ensilados de 60 % de MOD y animales de 425 kg de peso, también encontró que la tasa de sustitución aumentaba con el nivel de concentrados en la ración, al pasar ésta de 0,46 a 0,92 al tiempo que el concentrado pasaba de 2,5 a 4,5 y de 4,5 a 6 kg, respectivamente.

A diferencia de lo que ocurre con los ensilados de gramíneas, la extensión a la cual la suplementación con concentrados altera la ingestión voluntaria de los ensilados de leguminosas, y consecuentemente las respuestas en la ganancia de peso, no está bien documentada. Steen y McIlmoyle (1982) encontraron que la suplementación con cebada reducía la ingestión del ensilado de trébol violeta en mayor proporción que la del ensilado de raigrás inglés con una tasa de sustitución muy elevada (0,77 kg MS/kg MS concentrados). Sin embargo, Zea y Díaz (1993a) observaron las mismas respuestas en terneros alimentados a base de ensilado de alfalfa o raigrás inglés (10 % de trébol blanco) cuando se suplementó con concentrados, a pesar de que las respuestas en el caso de

la alfalfa fueron más independientes de la digestibilidad del ensilado que en el de pradera (Zea y Díaz, 1992).

Suplementación proteica

Dado que, como vimos anteriormente, 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 podrían mejorar el rendimiento de los animales, especialmente de aquellos que tienen necesidades altas de proteína, por el fuerte ritmo de crecimiento del tejido muscular. Por ello, hay un considerable interés en conocer la magnitud de las respuestas a la suplementación proteica.

En los últimos años se realizaron gran cantidad de experimentos, básicamente con terneros castrados, en los que se obtuvieron respuestas incluso en la fase de acabado, suplementando el ensilado con cebada y soja o harina de pescado (Steen, 1989; Moloney, 1991), aunque no siempre fue así (Drennan *et al.*, 1994). Waterhouse (1985) observó que las respuestas a la suplementación proteica dependían de la calidad del ensilado y que tales respuestas disminuían cuando el valor D de los ensilados pasaba del 65 %. Sargeant *et al.* (1994) solo obtuvieron respuestas con ensilados de baja digestibilidad. 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 soluble, 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. Lowman *et al.* (1985) encontraron que la inclusión de harina de pescado en dietas de ensilado y cebada mejoraba el comportamiento general de los terneros castrados implantados cuando ganaban 1,1 kg/día de peso vivo, pero no afectaba a los animales no implantados que ganaban solo 0,9 kg/día, y Steen (1988) empleando soja como suplemento proteico sólo obtuvo respuestas cuando implantó a los terneros castrados con promotores del crecimiento. El mismo Steen (1991), al suplementar ensilado bien conservado, de alta digestibilidad, con cebada y soja, en lugar de sólo cebada (200 ó 400 gramos de soja por kilogramo de suplemento), no observa respuestas en terneros enteros de 400 kg cuando ganan un kilogramo día, pero sí cuando el crecimiento era de 1,2 kg/día.

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 (Gill y England, 1984). Thomas *et al.* (1980) observaron que la ingestión de ensilado, al suplementarlo con harina de pescado, aumentaba

más cuando el contenido en lactato del ensilado era de 176 g/kg MS que cuando era de 131 g/kg de MS, y el ARC (1984) establece que la baja producción de proteína microbiana de las raciones de ensilado es debido a que la materia orgánica fácilmente fermentable está ya degradada a ácido láctico y a ácidos grasos volátiles. Estos ácidos pueden representar el 0,17 de la materia seca y probablemente se absorben en el rumen sin que puedan suministrar energía apreciable para el crecimiento microbiano.

En el análisis de 12 experimentos (Tablas 19 y 20) realizados en el CIAM por Zea y Díaz en la década de los 90, con animales de distintos pesos, en 4 de los cuales se utilizó la soja y en 8 harina de pescado como suplementación proteica, la complementación resultó en un efecto positivo sobre las ganancias de peso vivo en todos los experimentos, excepto en uno en el que se había empleado soja como suplemento proteico. Si bien en este último también mejoraron las ganancias de peso, estas mejoras no resultaron significativas (Tabla 19). En la mayoría de los casos 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.

TABLA 19

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

Effect of protein supplement (soya) on young bulls performance receiving pasture silage.

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	
(1) 190 kg	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	-	-	-
(2) 250 kg	PB ingesta	-	11,02	-	11,98	-	-	-	-	-
	Ingestión	-	5,45	-	5,25	-	-	-	-	-
	Ganancia pv	-	863	-	920	-	-	-	-	-
(3) 260 kg	PB ingesta	14,57	-	16,16	-	-	-	19,30	-	-
	Ingestión	3,77	-	3,94	-	-	-	3,90	-	-
	Ganancia pv	723	-	852	-	-	-	882	-	-
(4) 350 kg	PB ingesta	10,03	-	-	-	-	-	-	14,73	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.

TABLA 20

Efecto de la suplementación proteica con harina de pescado en las ganancias de peso vivo (g/día) de terneros de distintos pesos alimentados a base de ensilado.

Effect of protein supplement (fish meal) on young bulls performance receiving pasture silage.

Peso vivo Inicial	Harina de pescado (kg/cab/día)							
	0,0	0,10	0,20	0,25	0,30	0,60	1,20	
(1) 120 kg	PB ingesta	10,61	-	-	-	13,42	-	-
	Ingestión	4,05	-	-	-	4,69	-	-
	Ganancia pv	304	-	-	-	601	-	-
(2) 120 kg	PB ingesta	10,60	-	-	-	-	16,32	-
	Ingestión	3,64	-	-	-	-	4,42	-
	Ganancia pv	379	-	-	-	-	901	-
(3) 160 kg	PB ingesta	12,77	-	-	16,63	-	-	-
	Ingestión	4,39	-	-	4,46	-	-	-
	Ganancia pv	502	-	-	757	-	-	-
(4) 160 kg	PB ingesta	12,28	-	14,82	-	-	-	-
	Ingestión	3,31	-	3,96	-	-	-	-
	Ganancia pv	692	-	985	-	-	-	-
(5) 250 kg	PB ingesta	-	11,05	-	12,02	-	-	-
	Ingestión	-	5,30	-	5,10	-	-	-
	Ganancia pv	-	840	-	983	-	-	-
(6) 350 kg	PB ingesta	10,61	-	-	-	-	13,42	-
	Ingestión	9,33	-	-	-	-	9,53	-
	Ganancia pv	585	-	-	-	-	953	-
(7) 350 kg	PB ingesta	10,60	-	-	-	-	-	16,07
	Ingestión	9,16	-	-	-	-	-	9,34
	Ganancia pv	877	-	-	-	-	-	1052
(8) 375 kg	PB ingesta	13,86	-	-	-	14,55	-	-
	Ingestión	7,97	-	-	-	8,45	-	-
	Ganancia pv	1036	-	-	-	1145	-	-

Consumo por cabeza y día: (1)= 0,3 kg, (2)= 0,6 kg, (3)= solo suplementación proteica, (4) 2 kg, (5)= 2 kg, (6)= 0,6 kg, (7)= 120 kg, (8)= 1,20 kg. En su caso el pienso incluye la parte proporcional de harina de pescado. PB= proteína bruta (en % sobre materia seca), pv= peso vivo.

Las respuestas medias resultaron de 26 g/día de peso vivo por cada 100 g de soja y de 80 g de peso vivo/día por cada 100 g de harina de pescado. 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 y de 106 g de peso vivo/día por 100 g de harina de pescado. Estas mismas respuestas, para animales de más de 250 kg de peso, resultaron de 12 y 37 g peso vivo/día para 100 g de soja y de harina de pescado, respectivamente.

Las respuestas se producen aunque los niveles de proteína bruta en la ingesta superen los que hasta ahora se consideraban como suficientes y que, en general, lo siguen siendo para raciones basadas en pasto o heno. La explicación estaría, como ya hemos comentado, en el elevado grado de degradabilidad ruminal que presenta la proteína del ensilado y en la limitada capacidad de síntesis de proteína microbiana en el rumen que tiene el ensilado. Esto explicaría, a su vez, el porqué de las mayores respuestas cuanto menor es la degradabilidad ruminal de la proteína del suplemento. En los experimentos citados anteriormente, por cada 100 g de proteína bruta de soja (degradabilidad media) en el suplemento, las ganancias diarias de peso vivo mejoraron en 65 g/día, mientras que por cada 100 g de proteína bruta de la harina de pescado (baja degradabilidad) las mejoras fueron de 140 g peso vivo/día. Parece entonces que las ganancias de peso son mayores cuanto mayor es el contenido en proteína "by-pass" del suplemento, por lo que las respuestas pueden atribuirse al aumento de la proteína que escapa a la degradación ruminal y se digiere en el intestino delgado (England y Gill, 1985). Esta idea parece confirmarse con los resultados obtenidos por Zea y Díaz (1995b) en un experimento en el que se compararon, en raciones isoproteicas, suplementos proteicos de distintas degradabilidades (soja normal, soja "expeller", soja "mealpass" o harina de pescado). La inclusión de proteína de degradabilidad decreciente (o aumento de la proteína "by-pass") en la dieta incrementó las ganancias diarias de peso vivo en 34; 90 y 113 g en la primera fase del experimento, cuando los animales recibían 2 kg de concentrado, además de ensilado, y en 68; 99 y 141 g en la segunda fase, cuando recibían 1 kg de pienso (Tabla 21).

Estas respuestas a la proteína más o menos degradable están en línea con las obtenidas por Steen (1989), Zea y Díaz (1996d) o Steinwider y Leigteb (1993). Otros autores, como Garstang (1981), obtuvieron respuestas mucho mayores y Gill y England (1984) mucho menores al utilizar ensilados no muy bien fermentados y conservados.

Las diferencias de la magnitud de las respuestas podrían deberse a los niveles de suplementación proteica. Gill y Beever (1982) condicionan las respuestas al nivel de suplementación. Estos autores encontraron que con 50 g de harina de pescado por kilogramo de MS de ensilado no aumentaba el flujo de proteína en el duodeno, mientras que sí lo hacía cuando el nivel de suplementación subía a 100 g/kg de MS del ensilado. Esto explicaría el porque de las mejores respuestas obtenidas en la 2ª fase del experimento de Zea y Díaz (1995b) de la Tabla 21, cuando se elevó el nivel de inclusión de

los suplementos proteicos. Zea y Díaz (1991), con soja y harina de pescado, solo obtuvieron respuestas a la harina de pescado cuando se suministró en el nivel alto de suplementación proteica (1,5 kg/día de pienso de cebada y soja o harina de pescado del 14 ó 18 % de proteína bruta).

TABLA 21

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

Effect of protein degradability of the supplement on liveweight gain of young bulls receiving pasture silage.

	Soja			Harina Pescado
	Normal	Expeller	Mealpass	
PB by-pass del suplemento	48,2	55,3	65,5	72,9
1ª Fase:				
Peso inicial (kg)	249,9	248,7	250,2	250,6
PB dieta (% s/MS)	13,8	13,8	13,9	13,8
Ganancia pv (g/día)	868	902	958	981
2ª Fase:				
Peso inicial (kg)	322,8	324,5	330,7	333,3
PB dieta (% s/MS)	15,6	15,5	15,5	15,6
Ganancia pv (g/día)	829	897	928	970

PB= proteína bruta, PB by-pass en % s/PB, 1ª fase: 300 g de cada tipo de soja y 1700 de cebada y 200 g de harina de pescado y 1800 de cebada. 2ª fase: 500 g de cada soja y 500 de cebada o 350 de pescado y 650 de cebada.

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 eleve el nivel de concentrados en la ración (Cottrill y Osbourn, 1977), de aquí que la mayor cantidad de cebada suplementaria en la primera fase del experimento comentado (Zea y Díaz, 1995b) 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 (Steen, 1989). Zea *et al.* (1996d) cuando comparan soja y harina de pescado, atribuyen

las mejores respuestas a favor de esta última (de 159 y 257 g/día para la proteína de la soja o de la harina de pescado, respectivamente), a la mala calidad fermentativa del ensilado deducida del pH y de la relación N-amoniaco/N-total, así como a la baja digestibilidad de la materia orgánica del ensilado.

La necesidad de suplementar con proteínas más o menos degradables puede reducirse disminuyendo la degradabilidad de la proteína del ensilado, lo que puede conseguirse utilizando en las dosis apropiadas el formaldehído como conservante en la preparación del ensilado (el exceso de formaldehído puede hacer totalmente indigestible a la proteína). En la Tabla 22 se indican los resultados obtenidos con terneros en crecimiento alimentados con ensilado de alfalfa (Zea *et al.*, 1996a) o trébol violeta (Zea *et al.*, 1996e) preparados con ácido fórmico (5 L/t forraje fresco) o con mezcla de fórmico y formalina (3 L de fórmico y 2 L de formalina/t forraje fresco). Como puede observarse, las ganancias diarias de peso vivo más bajas corresponden a los animales que consumieron el ensilado preparado únicamente con ácido fórmico y que no recibieron harina de pescado como suplemento proteico, mientras que los animales con las ingestiones y ganancias de peso mayores corresponden a los alimentados con el ensilado preparado con fórmico y formalina y con suplemento proteico.

TABLA 22

Efecto de la suplementación proteica en ensilado de alfalfa o trébol violeta preparado con ácido fórmico o fórmico más formalina.

Effect of protein supplementation to diets of alfalfa silage or red clover silage with formic acid or formic acid plus formaline.

Ensilado elaborado con Harina de pescado (g/cab/día)	Fórmico		Fórmico + formalina	
	0	200	0	200
Ensilado de alfalfa				
Peso vivo inicial (kg)	245	243	246	244
Ingestión ensilado (kg MS/cab/día)	6,85	7,02	7,38	7,80
Ganancia peso vivo (g/día)	1048	1282	1270	1335
Ensilado de trébol violeta				
Peso vivo inicial (kg)	139	141	140	140
Ingestión ensilado (kg MS/cab/día)	6,35	6,58	6,41	6,47
Ganancia peso vivo (g/día)	949	1072	1040	1089

Fórmico: 5 L/t de materia verde, mezcla fórmico+formalina: 3+2 L/t de MV, MS= materia seca, Total concentrado 1,5 kg/cab/día.

Es muy interesante observar cómo las ganancias de peso de los terneros que recibieron ensilado preparado con la mezcla fórmico/formalina sin harina de pescado aumentaron prácticamente igual que los alimentados con ensilado preparado con fórmico y 200 g de harina de pescado, aunque aparentemente ingirieron menos proteína.

La explicación podría estar en que los animales dispusieron en la práctica de más proteína que la aparente, al estar más protegida de la degradación ruminal y llegar al intestino delgado, lo que por otra parte les induciría a incrementar el consumo de ensilado con el consiguiente aumento de la ingestión de energía metabolizable.

Se podría, por consiguiente, decir que, para la velocidad de crecimiento de los terneros del ensayo, el efecto de suplementar con 200 g de harina de pescado es similar al que produce la formalina al sustituir parcialmente al fórmico como conservante del ensilado de alfalfa.

Por otra parte, el efecto de la formalina se hace más patente cuando el ensilado se suministra sin suplementación proteica, lo que parece lógico si, como hemos supuesto, el efecto de la formalina es proteger a la proteína del ensilado de la degradabilidad en el rumen.

Como acabamos de ver, los ensilados de leguminosas, aunque son más ricos en proteína bruta que los de gramíneas, también pueden responder a la suplementación proteica, dependiendo de la dieta y del grado de suplementación proteica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, K.A.; MUCK, R.E., 1991. Proteolysis in ensiled forage legumes that vary in tannin concentration. *Crop. Sci.*, **31**, 464-469.
- ALDER, F.E.; WHITTAKER, I.A.M., 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Austr. J. Agric. Res.*, **21**, 755-766
- ANTONGIOVANNI, M.; BRUNI, R., 1994. Quality and utilization of perennial lucerne as animal feed. *REVR. Tech. Sr. (FAO)*, **36**, 26-124. Roma.
- A.R.C. (Agricultural Research Council), 1984. *The nutrients requirements of ruminants livestock. Supplement n° 1*. Commonwealth Agricultural Bureaux. The Gresham Press. Uld Woking, Surrey (R.U.).
- ARNOLD, G.W., 1981. Grazing behaviour. En: *Grazing Animals*, 79-104. Ed. F.H.W. MORLEY. Elsevier. Amsterdam (Holanda).
- BEEVER, D.E.; DHANOA, M.S.; LOSADA, H.R.; EVANS, R.T.; CAMMELL, S.B.; FRANCE, J., 1986. The effect of forage species and stage of harvest on the processes of digestion occurring in the rumen of cattle. *B. J. of Nutrition*, **56**, 43-454.
- BEEVER, D.E.; THOMSON, D.J.; CAMMELL, S.B.; HARRISON, D.G., 1977. The digestion by sheep of silage made with and without the addition of formaldehyde. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, **88**, 61-70.
- BRODERICK, G.A.; MAIGNAN, S., 1996. Alfalfa silage versus red clover silage as the sole forage for lactating dairy cows. *Research Summaries 1996*, 97-99. U.S. Dairy Res. Centre

- BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOV, E.P., 1991. Control of rate and extent of protein degradation. En: *Physiological aspect of digestion and metabolism in ruminants*, 541-592. Ed. T. TSUDA, Y. SASAKI, R. KAWASHIMA. Proc. of VII Inter. Symp. on Ruminant Physiology. Academic Press Inc., San Diego (EEUU).
- BRYANT, A.M.; HUTTON, J.B., 1977. Citado por Ulyatt. 1981.
- CAMPLING, R.C., 1966. The intake of hay and silage by cows. *Br. J. of Nutrition*, **21**, 41-48.
- CHAMBERLAIN, A.G., 1987. Silage fermentation in relation to the utilization of nutrients in the rumen. *Process Biochemistry*, **22**, 60-63
- CHAMBERLAIN, D.G.; THOMAS, P.C.; WAIT, M.K., 1992. The rate of addition of formic acid to grass at ensilage and the subsequent digestion of the silage in the rumen and intestines of sheep. *Grass and Forage Sci.*, **37**, 159-164.
- CLARK, D.A.; BROUGHAM, R.W., 1979. Feed intake of grazing Frisian bulls. *Proc. of N. Z. Soc. Anim. Prod.*, **39**, 265-274.
- CLARK, D.A.; HARRIS, P.S., 1985. Composition of the diet of sheep grazing sward of different white clover content and spatial distribution. *N. Z. of Agric. Res.*, **28**, 233-240.
- CORBETT, J.L.; FURNIVAL, E.P.; INSKIP, M.W.; PEREZ, C.T.; PICKERING, F.S., 1976. Nutrition and growth lambs grazing lucerne or phalaris. *Proc. of Austr. Soc. Anim. Prod.*, **11**, 329-332.
- COTTRILL, B.R.; OSBOURN, D.F., 1977. The effect of source of nitroge and energy supplementation on the utilization of maize silage by calves. *Anim. Prod.*, **24**, 127 (Abstr).
- CUSHNAHAN, A.; GORDON, F.G., 1995. The effect of grass preservation on intake, apparent digestibility and rumen degradation characteristics. *Anim. Sci.*, **60**, 429-463.
- CUSHNAHAN, A.; MAYNE, C.S.; UNSWORTH, E.F., 1995. Effect of ensilage of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle. 2. Nutrient metabolism and rumen fermentation. *Anim. Sci.*, **60**, 347-359.
- DAVIES, O.D.; PERROT, J.G., 1991. The effect of silage ensiling molassed sugar but feed with grass on dairy cow performance. *Anim. Prod.*, **52**, 588-589 (Abstr.)
- DAY, N., HARKESS, R.D., HARRISON, D.M., 1978. A note on red clover silage for cattle finishing. *Anim. Prod.*, **26**, 97-100.
- DEMARQUILLY, C.; JARRIGE, R., 1971. The digestibility and intake of forage from artificial and natural grassland. *Proceeding of the 4th. General Meeting. European Grassld. Federation (EGF)*, 34-41.
- DONALSON, E.; EDWARDS, R.A., 1976. Feeding value of silage: Silages made from freshly cut grass, wilted grass and formic acid treated wilted grass. *J. of Sci. of Food and Agriculture*, **27**, 536-544.
- DONALSON, R.S.; MCCANN, M.A.; AMOS, H.E.; HOVELAN, C.S., 1989. Effects of implants and protein supplementation on steers grazing winter annuals. *J. Anim. Sci.*, **67** (Suplent 2), 34 (Abstr.)
- DONNELLY, P.E., 1977. The effect of level of meal allowance on the growth of early-weaned calves at pasture. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, **37**, 20-24.
- DRENNAN, M., 1986. Responses to supplementary an concentrates for fattening cattle fed silage. *Grassland and Anim. Prod. Res.*, **19**, 132-136.
- DRENNAN, M.J.; MOLONEY, A.P.; KEANE, M.G., 1994. Effect of protein and energy supplements on performance of young bulls offered grass silage. *Irish J. Agric. and Food Res.*, **33**, 1-10.
- ENGLAND, P.; GILL, M., 1985. The effect of fish meal and sucrose supplementation on the voluntary intake of grass silage and live-weight gain of young cattle. *Anim. Prod.*, **40**, 259-265.

- FLORES, G.; DIAZ, M^a D., 1996. Comunicación personal.
- FREER, M., 1981. The control of feed intake by grazing animals. En: *Grazing Animals*, 105-124 Ed. F. H. W. MORLEY. Elsevier. Amsterdam (Holanda).
- GARSTANG, J. R., 1981. Silage supplements for calves. *Anim. Prod.*, **35**, 355 (Abstr.).
- GILL, M.; BEEVER, D.E., 1982. The effect of protein supplementation on digestion and glucose metabolism in young cattle fed silage. *Br. J. Nutrition*, **48**, 37-47.
- GILL, M.; BEEVER, D.E.; OSBOURN, D.F., 1989. The feeding value of grass and grass products. En: *Grass production and utilization* (2^a Edition), 89-129. Ed. W. HOLMES. Publ. Br. Grassland. Soc. Blackwell Scientific Publications. Oxford (R.U.).
- GILL, M.; ENGLAND, P., 1984. Effect of degradability of protein supplements on voluntary intake and nitrogen retention in young cattle fed grass silage. *Anim. Prod.*, **39**, 31-36.
- GILL, E.M.; SIDDON, R.C.; BEEVER, D.E.; ROWE, J.B., 1986. Metabolism of lactic acid isomers in the rumen of silage fed sheep. *Br. J. of Nutrition*, **55**, 399-407.
- GIOVANNI, R., 1992. Valeur alimentaire du trèfle violet utilisé en vert et selon trois modes d'ensilage. *Fourrages*, **131**, 251-269.
- GLEEN, P.B.; WALDO, D.R.; VARGA, G.A.; HUNTINGTON, G.B., 1987. Duodenal nutrient flow in growing steers fed alfalfa and orchard grass silage at two intakes. *Proceedings of the 8th Silage Conference*, 67-68. IGAP. Hurley (R. U.).
- GRIGSBY, K.N.; ROUQUETTE, F.M.; ELLIS, W.C.; HUTCHESON, D.P., 1991. Use of self-limiting fish meal and corn supplements for calves grazing ryegrass pasture. *J. Prod. Agric.*, **4**, 476.
- HAFEZ, E.S.E.; BOUSSOU, M.F., 1975. The behaviour of cattle. En: *The behaviour of domestic animals*, 95-115. Ed. E.S.E. HAFED. Bailliere and Tindall. Londres (R. U.).
- HARRISON, J.H.; KINCAID, R.L.; LONEY, K.A.; RILEY, R.E.; CRONRATH, J., 1994. Fermentation and nutritive value of *Zea mays* and lucerne forage ensiled with added rolled barley. *Grass and Forage Science*, **49**, 130-137.
- HODGSON, J., 1968. The relationship between the digestibility of sward and the herbage consumption of grazing calves. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, **70**, 47-51.
- HODGSON, J., 1977. Factors limiting herbage intake by grazing animals. *Proceed. of Inter. Meeting on Animal Production from Temperate Grassland*, 70-78, Dublin (Irlanda).
- HODGSON, J.; RODRÍGUEZ, J.M., 1971. The herbage intake of grazing calves. *J. Br. Grassld. Soc.*, **26**, 189 (Abstr.).
- HODGSON, J.; TAYLER, J.C.; LONSDALE, C.R., 1971. The relationship between intensity of grazing and herbage consumption and growth of calves. *J. Br. Grassld. Sci.*, **26**, 231-237.
- JAMIESON, W.S.; HODGSON, J., 1979. The effect of variation in sward characteristic upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. *Grass and Forage Sci.*, **34**, 273-282.
- JENNING, P.G.; HOLMES, W., 1984. J. Supplementary feeding of dairy cows on continuously stocked pasture. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, **103**, 161-170.
- JONES, B.A.; MUCK, R.E.; HATFIELD, R.D., 1995. Red clover extracts inhibit legume proteolysis. *J. Sci. Food Agric.*, **67**, 329-333.
- JONES, D.I.H.; JONES, R.; MOSELEY, G., 1990. Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, **115**, 399-408.

- JOYCE, J.P.; BRUNSWICK, L.C.F., 1975. Effect of stage growth season and conservation method on the nutritive value of lucerne. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, **35**, 152-158.
- KEADY, T.W.J.; MURPHY, J.J., 1993. The effect of ensiling on dry matter intake and animal performance. *Ir. Grassland and Anim. Prod. Assoc. J.*, **27**, 19-28.
- LANCASTER, R.J.; BRUNSWICK, L.C.F.; WILSON, R.K., 1977. Evaluation of formic acid as additive for lucerne silage. *N. Z. Exp. Agric.*, **5**, 107-111.
- LEAVER, J.D., 1974. Rearing of dairy cattle. I. The effect of stocking rate on animal and herbage production in a grazing system for calves heifers. *Anim. Prod.*, **18**, 273-284.
- LONSDALE, C.R.; TAYLER, J.C., 1971. The effect of season of harvest and of milling on the nutritive value of dried grass. *Anim. Prod.*, **13**, 384 (Abstr.).
- LOPEZ, S.; CARRO, M.D.; GONZALEZ, J.S.; OVEJERO, F.J., 1991. The effect of method of forage conservation and harvest season on the rumen degradation of forages harvested from permanent mountain meadows. *Anim. Prod.*, **53**, 177-182.
- LOWMAN, B.G.; NEILSON, D.R.; HUNTER, E.A., 1985. The effect of growth promoters of fattening cattle: growth, intake and carcasse composition. *Anim. Prod.*, **40**, 538 (Abstr.).
- MACRAE, T.C.; SMITH, T.S.; DEWEY, P.J.S.; BREWER, A.C.; BROWN, D.S.; WALKER, A., 1985. The efficiency of utilisation metabolisable energy and apparent absorption of aminoacids in sheep given spring-and-autumn-harvested dried grass. *Br. J. of Nutrition.*, **54**, 197-209.
- MARHS, R., 1975. A comparison between spring and autumn pasture for beef cattle at equal grazing pressures. *J. Br. Grassld. Soc.*, **30**, 165-170.
- MARSHALL, S.A.; CAMPBELL, C.R.; BUCHANNAN-SMITH, J.G., 1993. Proteolysis and rumen degradability of alfalfa silage preserved with microbial inoculant, spent sulphate liquor, formic acid or formaldehyde. *Canadien. J. Anim. Sci.*, **73**, 559-570.
- MAYNE, C.S.; CUSHNAHAN, A., 1995. The effect of ensilage on animal performance from the grass crop. *68th Animal Repport Agricultural Research Institute of Northern Irland*, 34-41. Hillsborough. Co. Down (R. U.).
- MAYNE, C.S.; STEEN, R.W.J., 1990. Recent research on silage additives for milk and beef production. *63th Animal Repport Agricultural Research Institute of Northern Irland*, 31-42. Hillsborough. Co. Down (R. U.).
- MCILMOYLE, W.A.; STEEN, R.W.J., 1979. The potential of conserved forage for beef production. En: *Forage Conservation in the 80's*, 31-32. Ed. THOMAS. BGS Occ. Symp. n° 11. Brighton (R. U.).
- MEIJS, J.A.C.; HOEKSTRA, J.A., 1984. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 1. Effect of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. *Grass and Forage Sci.*, **39**, 59-66.
- MERCHEN, N.L.; SATTER, I.A., 1983. Changes in nitrogenous compounds and sites of digestion alfalfa harvested at different moisture contents. *J. Dairy Sci.*, **66**, 789-801.
- MILNE, J.A.; MAXWELL, T.J.; SOUTER, W., 1981. Effect of supplementary feeding and herbage mass on the intake and performance of grazing ewes in early lactation. *Anim. Prod.*, **32**, 185-195.
- MINSON, D.J., 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press. Inc., 321 pp. San Diego. CA (EEUU).
- M.L.C. (Meat and Livestock Commission), 1979. *Beef Improvement Services. Data summaries on beef production and breeding*. Milton Keynes (R. U.)
- MOLONEY, A.P., 1991. Growth, digestibility and nitrogen retention in young frisian steers offered grass silage and concentrates with differed in protein concentration and degradability. *Procd. 6th Inter. Symp. on Protein Metabolism and Nutrition*, 93-98. EAAP Public. n° 59.

- MORRIS, S.T.; HIERSCHBERG, S.W.; MICHEL, A.; PARKER, W.J.; MACCUTCHEON, S.N., 1993. Herbage intake and liveweight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward height during autumn and spring. *Grass and Forage Sci.*, **48**, 109-117.
- NAGEL, S.; BRODERICK, G.A., 1992. Effect of formic acid or formaldehyde treatment of alfalfa silage on nutrient utilization by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **75**, 1562-1570.
- O'KIELY, P., 1996. Performance beef cattle offered grass silage made using bacterial inoculants, formic acid or sulphuric acid. *Ir. Agric. and Food Res.*, **35**, 1-15.
- OSORO, K.; CEBRIAN, M., 1986. Predicción de la digestibilidad e ingestión de la materia seca del pasto por parametros químicos. *Inv. Agr. Prod. Sanid. Anim.*, **1(3)**, 187-199.
- PETIT, H.V.; FLIPOT, P.M., 1992. Source and feeding level of nitrogen on growth and carcasse characteristics of beef steer fed grass as hay or silage. *J. Anim. Sci.*, **70**, 867-876.
- PETIT, H.V.; YU YU, 1993. Use of protein supplements for dairy heifers fed fresh grass. *J. Dairy Sci.*, **76**, 798-802.
- PHILLIPS, C.T.C.; LEAVER, J.D., 1985a. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. I. offering hay to dairy cows at high and low stocking rates. *Grass and Forage Sci.*, **40**, 183-192.
- PHILLIPS, C.T.C.; LEAVER, J.D., 1985b. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. II. Offering grass silage in early and late season. *Grass and Forage Sci.*, **40**, 193-199.
- PRATES, E.R.; THIAGO, L.R.S.; GILL, M.; THEODORON, M.K., 1986. The effect of conservation method and frequency of feeding on rumen microbial activity. *Proceeding of the Nutrition Soc.*, **45**, 95A.
- RANDBY, A.T., 1992. Grass clover for dairy cows, 272. *Proceedings of the 14th General Meeting of the European Grassland Federation*, 272-275. Lahti (Finlandia)
- RAYMOND, W. F. 1969. The nutritive value of forage crops. *Advances in Agronomy*, **21**, 1-108.
- REED, K. F. M., 1978. Effect of season of growth on the feeding value of pasture. *J. Br. Grassld. Soc.*, **33**, 227-234.
- REID, T.C., 1986. Comparison of autumn/winter with spring pasture for growing beef cattle. *Proceed. of N. Z. Soc. Anim. Prod.*, **46**, 145-147.
- SARGEANT, A.; DANIEL, G.; MCCALLAN, A.B., 1994. Fish meal as supplement of different silage for growing steers. *BSAP Jubilee Winter Meeting. Prog. and Summa*, 128-130. Scarborough (R.U.)
- SHELDRIK, R.; THOMSON, A.; NEWMAN, G., 1987. *Legumes for milk and meat*. Chalcombe Publications, 234 pp. Marlow Botton (R.U.).
- STEEN, R.W.J., 1988. The effect of supplementing silage based diets with soya bean and fishmeal for finishing beef cattle. *Anim. Prod.*, **46**, 43-51.
- STEEN, R.W.J., 1989. A comparison of soya bean, sunflower and fish meal as protein supplements for yearling cattle offered grass silage based diets. *Anim. Prod.*, **48**, 81-89.
- STEEN, R.W.J., 1991. The effect of level of protein supplementation on performance and carcasse composition of young bulls given grass silage ad libitum. *Anim. Prod.*, **52**, 465-475.
- STEEN, R.W.J.; MCILMOYLE, W.A., 1982. A evaluation of red clover silage for beef production. *Anim. Prod.*, **34**, 95-101.
- STEEN, R.W.J.; ROBSON, E.A., 1985. Effect of forage concentrate ration in diet and protein intake on the performance and carcass composition of beef heifers. *J. Agric. Sci. (Camb.)*, **125**, 125-135.
- STEINWIDDER, A., LEITGEB, R., 1993. Use of soybeans for growing bulls. *44th Meeting EAAP*, 329-331. Aarhus (Dinamarca).

- STOCK, R.; MERCHEN, N.; KLOPFENSTEIN, T.; POOS, M., 1981. Feeding value of slowly degraded proteins. *J. Anim. Sci. (Camb.)*, **53**, 1109-1121.
- TERRY, R.A.; TILLEY, J.M.A.; OUTEN, G.E., 1969. Effect of pH on cellulose digestion under in vitro conditions. *J. Sci. Pd. Agric.*, **20**, 317-320.
- THOMAS, P. C., 1982. Utilization of conserved forages. En: *Forage Protein in Ruminant Animal Production*, 67-77. Ed P.J. THOMSON; D.E. BEEVER; GUNN, R.G. B.S.A.P. Occ. Publication n° 6. B.S.A.P. Thames Ditton. (R U.)
- THOMAS, P.C.; CHAMBERLAIN, D.G.; KELLY, N.C.; WAIT, M.K., 1980. The nutritive value of silages. Digestion of nitrogenous constituents in sheep receiving diets of grass silage and grass silage and barley. *Br. J. of Nutrition*, **43**, 469-479.
- THOMAS, P.C.; GIBBS, B.G.; BEEVER, D.E.; THURNHAN, B.R., 1988. The effect of date of cut and barley substitution on gain and on the efficiency of utilization of grass silage by growing cattle. I. Gain in live weight and its components. *Br. J. Nutrition*, **60**, 297-306.
- THOMAS, P.C.; GIBBS, B.G.; TAYLER, J.C., 1981. Beef production from silage. 2. the performance of beef cattle given silage of either perennial ryegrass or red clover. *Anim. Prod.*, **32**, 149-153.
- THOMAS, C.; THOMAS, P.C., 1988. Factors affecting the nutritive value of grass silage. En: *Recent Developments in Ruminant Nutrition*, 274-307. Ed. W. HARESING, D.J.A. COLE. Butterworths. Londres. R.U.
- THOMSON, D.J.; BEEVER, D.E., 1980. The effect of conservation and processing on the digestion of forage by ruminants. En: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*, 291-308. Ed. P. THIVEN. AVI. Publishing Co., Wesport, C.T. (R.U.)
- THOMSON, D.J.; WALDO, D.R.; GOERING, H.K. TYRRELL, H.T., 1991. Voluntary intake, growth rate and tissue retention by Holstein steers fed formaldehyde and formic acid treated alfalfa and orchard-grass silages. *J. Anim. Sci.(Camb.)*, **69**, 4644-4659.
- THORTON, R.F.; MINSON, D.J., 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legume and grass diets in sheep. *Austr. J. Agric. Res.*, **24**, 889-898.
- ULLYATT, M.J., 1973. The feeding value of herbage. En: *Chemistry and Biochemistry of Herbage*, **3**, 131-178. Ed. G.W. BUTLER, R.W. BAILEX. Academic Press. Londres (R.U.)
- ULLYATT, M. J., 1981. The feeding value of temperate pasture. En: *Grazing Animals*, 125-141. Ed. F. H. W. MORLEY. Elsevier. Amsterdam (Holanda).
- ULLYATT, M.J.; LANCASHIRE, J.A.; JONES, W.J., 1976. The nutritive value of legumes. *Proc. N. Z. Grassld. Assoc.*, **38**, 107-118.
- WALDO, D.R., 1985. Nutritional value of legumes preserved as silage. En: *Forage legumes for energy-efficient Animal Production*, 220-224. *Procd. of a Trilateral Workshop Held in Palmerston North. New Zealand. April 30- May 4. 1984. U.S. Dept. Agriculture. Agricultural Research Service.*
- WALDO, D.R.; TYRRELL, H.F. 1980. The relation of insoluble nitrogen intake to gain, energy retention and nitrogen retention in holstein steers. *Procd. EAAP Simp. Protein Metabolism Nutrition*, (**3d**), 572-577.
- WALDO, D.R.; TYRRELL, H.F., 1983. The relation of nitrogen fractions in alfalfa silage to gain, energy and nitrogen retention in Holstein steers. *Procd. IVth Int. Symp. Protein Metabol. Nutrition*, **2**, 137-140.
- WATERHOUSE, A., 1985. Responses to protein supplements in silage fed finishing steers: Effect silage quality and supplementation type. *Anim. Prod.*, **40**, 538 (Abstr.).
- WALTERS, R.J.K., 1971. Variation in the relationship between *in vitro* digestibility and voluntary dry matter intake of different grass varieties. *J. of Agric. Sci. (Camb.)*, **76**, 243-252.

- WILKINSON, J.M., 1983. *Beef Production from silage*. Longman, 140 pp. Londres (R. U.).
- WILKINSON, J. M.; TAYLER, J. C., 1973. *Beef Production from grassland*. Butterworth, 118 pp. Londres (R. U.).
- YOUNIE, D., 1992. Potential output from forage legumes in organic system. *C.E.D. Workshop on Organic Farming*. Louvaine-le-Neuve (Bélgica).
- ZEA, J., 1975. *Effect of frequency of feeding and ratio of barley to grass silage on rumen fermentation, digestibility and performance of growing and fattening cattle*. M. Sc. Thesis. University of Aberdeen (Escocia).
- ZEA, J., 1978. *Utilización de forrajes en la alimentación intensiva para la producción de añajos de la raza Rubia Gallega*. Colección Tesis Doctorales INIA. Madrid. (España).
- ZEA, J., 1993. Los pastos para la producción de carne. En: *II Jornadas Prateses*, 131-158. Ed. J. PIÑEIRO. Lugo, 25-28 Abril, 1992. Public. Dip. Provincial de Lugo (España).
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1990. *Producción de carne con Pastos y Forrajes*. Ed. Mundi Prensa, 387 pp. Madrid (España).
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1991. Efecto de la suplementación proteica a dietas a base de de ensilados para terneros en crecimiento. *Memoria CIAM 1991*, 162-163. Apartado 10. A Coruña (España).
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1992. Efecto de la digestibilidad del ensilado de alfalfa y la suplementación energética en el comportamiento de terneros. *Memoria CIAM 1992*, 177-179. Apartado 10. A Coruña (España)
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1993a. Comparación entre el ensilado de pradera y el de alfalfa para el crecimiento de terneros. *Memoria CIAM 1993*, 146-148. Apartado 10. A Coruña (España).
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1993b. Efecto de la carga y de la suplementación proteica en el pastoreo de otoño con terneros. *Pastos*, **23**(2), 129-139.
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1994. Datos sin publicar.
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1995a. Efecto de la suplementación con melazas y de la relación ensilado de trébol rojo/ ensilado de hierba en el comportamiento de terneros. *Actas XXXV Reunión Científica de la SEEP*, 317-320. Tenerife (España).
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1995b. Efecto de la degradabilidad de la proteína del suplemento en el comportamiento de terneros alimentados a base de ensilado. *Actas XXXV Reunión Científica de la SEEP*, 313-316. Tenerife (España).
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD., 1995c. Efecto del absorbente (pulpa o cebada) sobre la producción de efluentes del ensilado y el rendimiento de terneros. *VI Jornadas sobre Producción Animal, ITEA (Vol. extra)*, **16**, 102-104. Zaragoza (España).
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD.; GARCIA DE SILES, J.L.; DIAZ, N., 1982. Producción de carne con base en pastos. I. Efecto de la suplementación en el pasto sobre el crecimiento y acabado de terneros frisones. *An. INIA Ser. Ganadera*, **16**, 75-87.
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD.; LARANJO, M., 1991. Valor nutritivo y pastoreo de alfalfa. *Memoria CIAM 1991*, 135-160. Apartado 10. A Coruña (España).
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD.; LARANJO, M.; PENA, M^oJ., 1996a. Efecto del conservante en el ensilado de alfalfa y de la suplementación proteica sobre el crecimiento de terneros. *Actas XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 353-357. Logroño (España)
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD.; PENA, M^oJ., 1996b. Comparación entre ensilado de leguminosas o pradera para la alimentación de terneros. *Actas XXXVI Reunión Científica de la SEEP*, 288-292. Logroño (España)
- ZEA, J.; DIAZ, M^oD.; PENA, M^oJ., 1996c. Efecto del nivel de absorbente (cebada) en la producción de efluentes del ensilado y el comportamiento de terneros. *Buiatría Española*. En prensa.

- ZEA, J.; DIAZ, M^D.; PENA, M^J., 1996d. *Comportamiento de terneros en crecimiento alimentados con ensilado a voluntad y suplementados con cebada y soja y/o harina de pescado*. Pendiente publicación.
- ZEA, J.; DIAZ, M^D.; PENA, M^J., 1996e. *Efecto de la formalina como protector de la proteína de trébol violeta en el crecimiento de terneros*. Pendiente publicación.
- ZEA, J.; DIAZ, M^D.; PENA, M^J., 1996f. *Comparación entre ensilados de alfalfa y trébol violeta como base de la ración de terneros en crecimiento y cebo*. Pendiente publicación.

THE USE OF GRASSLANDS AND SILAGES ON BEEF PRODUCTION

SUMMARY

Recent advances in the use of pastures and silages in beef production are reviewed.

Pasture nutritive value is defined as the potential to promote animal production, being digestibility and voluntary intake the most relevant parameters to define the nutritive value. Other parameters, with influence on the digestibility and voluntary intake, such as chemical composition, stage of maturity, pasture structure and allowance are also reviewed. Nevertheless, the use of concentrates is sometimes needed because the pasture cannot meet animal demand and has to be supplemented. The response to concentrates will depend mainly on the type of animal and on pasture quality and allowance.

Silage nutritive value is influenced by pasture species, digestibility, fermentation quality and conservation. Intake and liveweight gain tend to improve as digestibility increases but there is a high variation on this relationship, depending on the species ensiled, level of supplement, animal type and fermentation quality.

The energy/protein relationship is of great importance in silages as compared with other diets because of the special relevance of its nitrogen fraction. Silage metabolizable energy, located mainly in the carbohydrates, and nitrogen intake determine the level of available protein. Its influence on digestion and voluntary intake is also considered. Energy supplementation with starch rich feeds and with protein of low degradability can help in overcoming the silage nutritive deficiencies.

Key words: Supplementation, bull growth.