

SUPLEMENTACIÓN EN CONDICIONES DE PASTOREO

Ing. Agr. Ph.D. Juan C. Elizalde*. 2003. 1ª Jornada de Actualización Ganadera, Balcarce.

*Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, UNMDP.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Suplementación](#)

1. INTRODUCCIÓN

Los pasturas de alta calidad proveen una importante cantidad de nutrientes para satisfacer los requerimientos de los animales en pastoreo (Leaver, 1985) aunque la producción animal obtenida es ampliamente variable entre épocas y entre especies forrajeras o pasturas (Elizalde y Santini, 1992).

Esta variabilidad en la respuesta animal en condiciones de pastoreo puede atribuirse a cambios en la disponibilidad o en la calidad del forraje pero también existen casos en donde la oferta forrajera y la calidad (medida a través de la digestibilidad) es buena pero las respuestas animal son bajas. Aún cuando la utilización del forraje producido sea óptima, siempre existen variaciones condicionadas por la producción de forraje que afectan el ajuste de la carga o la ganancia de peso a obtener. Otra limitación importante derivada de la utilización del forraje es que el forraje producido por una pastura no es el mismo a través de los años y no es lo mismo el potencial de producción de una pastura nueva comparada con una pradera degradada. Este aspecto es bastante característico de la praderas de la pampa húmeda (sobre todo la que rotan con agricultura) y que las diferencia en gran medida de las características de las pasturas de otros países.

En relación a la alimentación en pastoreo, existen conceptos ampliamente difundidos que pueden servir de guía (más conceptual que práctica) para definir las estrategias de alimentación basadas en pasturas y verdeos de calidad. Por ejemplo, la relación positiva en disponibilidad de forraje y el consumo se ha verificado para muchas especies de pasturas y verdeos, que esta relación no se conoce para todas las especies que se utilizan en Argentina.

El conocimiento del valor nutritivo de los forrajes frescos es bastante limitado sobre todo en lo referente a su digestión, al aporte de nutrientes para el animal por kilogramo de materia seca consumida y a la respuesta animal a obtener (Fahey y Hussein, 1999). Este es un aspecto crítico que limita el conocimiento acerca de la predicción de la respuesta animal en esas condiciones así como el empleo de otras tecnologías tales como la suplementación o la fertilización de las pasturas (Galyean y Goetsch, 1993).

Existen alternativas que se pueden aplicar a los fines de atenuar las variaciones en la producción de forraje que se suceden aún para una misma estación a través de los años tratando a su vez de optimizar el uso del forraje en pastoreo. En este contexto, el uso de suplementos tiene como objetivo adicionar algo que falta ya sea en cantidad o calidad como para que la producción animal obtenida en pastoreo se mantenga o aumente a través de un aumento de la carga y/o de la ganancia de peso (Horn et al., 1998). Por otra parte, no siempre se pueden garantizar las condiciones de la pastura (o del animal) necesarias para obtener una respuesta económica favorable de la suplementación en pastoreo.

En el presente trabajo se analizarán los factores de la nutrición en pastoreo que condicionan las respuestas obtenidas a la suplementación y determinar sus posibles soluciones ya sea a través del manejo de pasturas o del uso de suplementos. También se hará referencia a los aspectos económicos de la suplementación que puedan llevar a una maximización del beneficio tanto técnico como económico. Previo al análisis de estos factores de calidad es conveniente recordar algunos procesos relacionados con la digestión de los alimentos.

2. UTILIZACIÓN DE LOS FORRAJES. VENTAJAS Y LIMITACIONES

2.1. Composición de los forrajes y digestión en condiciones de pastoreo

Antes de considerar la digestión de los forrajes es necesario analizar las variaciones en la composición química del mismo agrupadas en gramíneas y leguminosas (Cuadro 1).

Cuadro 1: Composición química (% MS) de gramíneas (raigrás, cebadilla, pasto ovillo) y leguminosas (trébol blanco y alfalfa)

	Gramíneas	Leguminosas
Proteína Bruta	8 - 24	15 - 30
Fibra Detergente Neutro	35 - 65	25 - 45
Fibra Detergente Acido	30 - 40	20 - 32
Carbohidratos Solubles	12 - 20	3 - 17
Cenizas	8 - 9	8 - 9
Calcio	0,50 - 0,75	1,1 - 1,3
Fósforo	0,30 - 0,50	0,30 - 0,50

Galvayan y Goetsch, 1993; Elizalde 1998

Existen importantes diferencias entre especies; en general las leguminosas tienen menor contenido de pared celular estimada a través de la Fibra Detergente Neutro (FDN) y ésta es menos digestible en el caso de la alfalfa pero no así en el caso de los tréboles (Buxton et al., 1994). Idéntica situación se observa cuando se compara a la alfalfa con gramíneas templadas.

El contenido proteico es muy variable en el caso de las gramíneas templadas (raigrás, pasto ovillo) y verdes. Las leguminosas en cambio, son menos variables a través del año o épocas de crecimiento (Elizalde et al., 1999a) pero con mayores contenidos proteicos que las gramíneas.

La composición del forraje está afectada no sólo por la especie forrajera y la parte de la planta sino también por el estado fisiológico al momento de pastoreo o corte (Elizalde et al., 1999a), la tasa de crecimiento, horas del día así como diferentes prácticas de manejo tales como la fertilización. Existen variaciones importantes en proteína y carbohidratos solubles a través del día y estos cambios pueden ser diferentes entre períodos del año (Van Vuuren et al., 1986). Las variaciones operadas en la calidad del forraje son una limitación a la utilización de los mismos porque en muchos casos son difíciles de predecir. Por otra parte las especies forrajeras que se incluyen en las pasturas en la Argentina (alfalfa, festuca, cebadilla, etc.) han demostrado tener importantes variaciones en la calidad para una misma estación de crecimiento en diferentes años (Hoffman et al., 1993; Elizalde et al., 1999a). El otro factor importante es la caída en la producción para las pasturas implantadas en la Argentina a través de los años de aprovechamiento.

El forraje fresco una vez consumido, es sometido a una intensa digestión ruminal en donde el 90 % de la materia orgánica digestible consumida es digerido en rumen (Corbett y Pickering, 1983; Elizalde et al., 1999b,c). Por otra parte, en los forrajes frescos gran parte de la digestión ruminal es atribuida a la digestión de la fibra mientras que en dietas de engorde a corral el principal componente degradado es el almidón. Por esto, es importante mantener alta calidad del forraje porque esto implica menores niveles de fibra y a su vez de mayor digestibilidad. Una elevada digestibilidad del forraje consumido aún cuando el forraje pueda ser corregido con suplementos es importante porque, en definitiva, siempre se puede optar por la alternativa más conveniente cual es no suplementar. Si el forraje es de alta calidad y se quieren lograr altas ganancias de peso, el suplemento deberá ser de una calidad compatible con la calidad del forraje. Si el forraje es de alta calidad pero es escaso en cantidad, un suplemento de menor calidad que la del forraje disponible, elevará la ganancia de peso pero nunca será tan elevada como la obtenida con el forraje sólo si estuviera disponible a voluntad o si se ofreciera un suplemento al menos de igual calidad que la del forraje disponible.

La proteína de los forrajes frescos es altamente degradable en rumen con un promedio del 75-85 % para las diferentes especies (Elizalde et al., 1999a,c). Debe existir una relación ente la digestión de la materia orgánica (90 % de la digestibilidad) como proveedora de energía y el contenido proteico del forraje para evitar desbalances de nutrientes. En forrajes frescos y determinadas épocas del año ocurren considerables pérdidas de nitrógeno en el rumen debido a que su contenido excede la disponibilidad de energía en rumen y que limita la capacidad de síntesis microbiana. Por ejemplo, en la avena de otoño la proteína consumida es inferior a la que llega a intestino cuando la presencia de grandes pérdidas ruminales que no ocurren en primavera. Esto es común en verdes dada que si bien la digestibilidad es más o menos constante (70 %) los contenidos de proteína pueden variar entre el 10 y el 30 % (Elizalde et al., 1996). La síntesis de proteína microbiana está limitada por el consumo de materia seca, bajos consumos de materia seca son condicionantes no sólo del aporte de energía sino también de proteínas para el animal. Las altas concentraciones de amoníaco ruminal son consecuencia de un exceso de proteínas del forraje mas que de una reducida eficiencia de síntesis de proteína microbiana. Por otra parte, las pérdidas de nitrógeno, pueden considerarse una ineficiencia en el uso del nitrógeno que es factible de mejorarse con el uso de suplementos energéticos. Altos niveles de carbohidratos solubles de los forrajes o elevados consumos de materia seca, reducen la

necesidad de uso de suplementos para balancear la composición de la dieta o mantener elevados consumos de materia seca.

3. ESTRATEGIAS PARA LOGRAR UNA UTILIZACIÓN EFICIENTE DE LOS FORRAJES

3.1. Definición del sistema de producción. Componentes

Para discutir la utilización eficiente del forraje es indudable que el primer aspecto a definir es, justamente, qué se entiende por utilización eficiente del forraje. En otras palabras, ¿comer más forraje conduciría a mejorar el resultado técnico-productivo o económico de las empresas?. Una utilización óptima del forraje implica tratar de aprovechar el máximo de lo disponible o de lo crecido???. Esta utilización óptima es similar para todos los sistemas de engorde a pasto???. A priori, parecería ser que toda mejora en la utilización del forraje podría atribuirse a modificaciones de la carga animal o de la ganancia de peso y que esto redundará en mayor producción de carne. Sin embargo, como la producción de forraje no es constante el aumento de la carga animal para aprovechar el forraje, obligaría a utilizar suplementaciones o encierres para cubrir períodos de déficit en la producción de forraje. Sin embargo, en muchos casos se podría llegar a la conclusión de que no es necesario suplementar o encerrar animales en un corral porque no va a contribuir a mejorar el resultado técnico-económico del sistema. Esto se debe a que no se provoca una mejora en el aprovechamiento del forraje porque, por ejemplo, la carga sigue siendo reducida y ocurrirán efectos de sustitución del suplemento por el forraje. Un aumento de la carga animal per se no es sinónimo de mayor producción de carne si por otra parte no se tienen en cuenta otros aspectos del sistema de producción. En general, puede obtenerse un aumento de la producción de carne manteniendo la carga (en kilogramos por ha) pero disminuyendo el peso medio de los animales que pastorean, es decir, disminuyendo el peso final de terminación (Elizalde y Duarte, 1994; Elizalde, 1999). Disminuir el peso final de terminación implica reducir el frame y en definitiva aumentar el número de cabezas por hectárea (aún cuando la carga en kg por ha se mantenga constante). Un animal terminado más liviano no necesariamente es producto del aumento de la ganancia de peso si no mas bien de la disminución del tamaño corporal. El disminuir el peso medio de la existencia puede implicar también el encierre de animales en un corral lo cual en definitiva, redundará en una disminución del peso medio de los animales que pastorean (Parra y otros, 2002 a y b). Como se aprecia, un aumento de la producción de carne puede lograrse con situaciones tan extremas con utilización exclusiva de forraje o con utilización de granos para terminación. Todo depende de la carga de la cual se inicie todo proceso de intensificación y de las modificaciones que se realicen en el tipo de animal a utilizar. Por otra parte, el mantener carga durante el invierno no necesariamente implica suplementar.

En algunas situaciones es más fácil manejar la superficie ganadera a través del uso de verdes de invierno que agregar grano. Una vez que se han ajustado las variables antes mencionadas, tanto la suplementación en pastoreo como el encierre a corral pueden ser herramientas útiles en aumentar la utilización del forraje tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo.

Dentro de los planteos de suplementación en pastoreo, es bastante difícil obtener máximos beneficios de la suplementación si ésta no contribuye a cumplir con los objetivos de la empresa (carga animal, ganancia de peso, venta en una época definida, calidad de carne, etc.). En muchos casos es necesario suplementar animales porque no se han corregido o manejado otros factores (peso y momento de compra, etc.). En otros casos, se suplementan animales que pueden manejarse en otro plano nutricional porque de todas formas ya no van salir en un momento predeterminado. En otros casos, se considera la calidad del suplemento a utilizar pero no se analiza si los animales consumirán el resto de la dieta en la cantidad requerida dando origen a interacciones forraje-suplemento (Simeone y otros, 2002a y b, Beretta y otros 2003 a y b). Por esto es necesario considerar que las prácticas de suplementación y/o encierre a corral son un medio (y no un fin en sí mismo) para lograr una mejora en la utilización del forraje.

3.2. Suplementación en condiciones de pastoreo

3.2.1 La decisión de suplementar como alternativa tecnológica. El sistema de producción como condicionante de la suplementación

Es evidente que un aumento de la producción lleva a un incremento de los costos de alimentación medidos por unidad de superficie. Esto es así porque la mejora en la utilización del forraje obedece a rendimientos decrecientes, es decir, el margen de la actividad puede aumentar con cualquier intensificación pero a tasas decrecientes. Es evidente que el uso de grano puede llevar a un aumento de los costos de alimentación. Mientras los costos de alimentación por unidad de superficie se incrementen pero el costo por kg producido no lo haga en la misma proporción, es dable esperar que todo aumento de producción debido a la suplementación tenga sustento económico. Esto no implica que intensificar usando granos o silajes sea siempre un sinónimo de bajar los costos no porque no sea cierto, sino porque el costo por kg producido no sólo depende del uso de un suplemento por sí mismo sino mas bien del manejo de otros componentes del sistema de producción donde se incorporan granos y silajes (carga animal, edad de los animales, base forrajera, gasto de personal y suministro, etc.).

Las respuestas a la suplementación en pastoreo también deben analizarse en un contexto más amplio que la mera conversión de grano en carne durante la etapa de suministro (mayor para carga para consumir el forraje primaveral, mayor disponibilidad de superficie para agricultura, etc.). Cuando se considera este aspecto, las respuestas a la suplementación pueden mejorar en un 20 - 30 % (llegar a 4 a 1) por haber aumentado el aprovechamiento de forraje de primavera. En este contexto, es lógico que la proporción de forraje en la dieta del animal disminuya en la medida que aumenta el aprovechamiento del forraje por unidad de superficie.

3.2.2. Suplementación y digestión del forraje

3.2.2.1. Calidad del forraje y tipo de suplementación. Efectos sobre la digestión de la fibra. Sustitución.

En general, cuando se realiza una suplementación con grano en pastoreo existen dos aspectos importantes que deben ser analizados. Uno de ellos está relacionado con el efecto del suplemento sobre la digestión del forraje, básicamente de los componentes de la fibra, y el otro efecto importante es el de la sustitución del forraje por el suplemento. Aunque relacionados entre si, no siempre existe una clara tendencia del efecto de uno sobre el otro. Por ejemplo, en los forrajes de baja calidad los suplementos energéticos en general causan una depresión de la digestión de la fibra en mayor proporción que en los forrajes de alta calidad. Sin embargo, la depresión en el consumo de forraje por el uso de suplementos es menor en los forrajes de baja calidad que en los de alta calidad.

Cuando se ofrece grano, existe una depresión parcial en la digestión de la fibra del forraje que puede atentar contra el beneficio de agregar un alimento más digestible respecto del forraje base. Pero éste es un concepto demasiado generalista. Porque también es cierto que esto ocurre cuando el forraje es de baja calidad (con excesos de fibra y deficiencias de proteínas) pero no en situaciones de forrajes de alta calidad (fibra más digestible y excesos de proteína). En condiciones de forrajes de baja calidad, el proceso digestivo es más lento porque la estructura compleja de la fibra obliga a una secuencia de eventos gobernados por diferentes especies de bacterias en el rumen (Galyean y Goetsch, 1993). Cualquier interferencia por el agregado del grano (a través de una reducción del pH ruminal; Caton and Dhuyvetter, 1997) o porque las bacterias que digieren la fibra prefieran el almidón, tendrá un efecto depresivo sobre el proceso de digestión de la fibra (incluso para suplementaciones del orden del 1 % del peso vivo; Cochran, 1998). En forrajes de baja calidad el agregado de granos ha sido más perjudicial sobre la digestión de la fibra que sobre la reducción en el consumo de forraje (Jones et al., 1988). Como estos forrajes también son deficientes en proteína, el agregado de suplementos proteicos ha sido más efectivo que el grano porque además de mejorar la digestión de la fibra se han registrado aumentos en el consumo de forraje y en la ganancia de peso.

En los forrajes de alta calidad comúnmente utilizados en los planteos de invernada corta, el proceso fermentativo es muy diferente al que ocurre con los forrajes de baja calidad. El forraje tiene un exceso de proteína, tiene menor contenido de fibra de gran complejidad y de más fácil ataque por parte de las bacterias del rumen que en un forraje de baja calidad. Bajo estas condiciones y, para los niveles de suplementación normalmente utilizados (1 % del peso vivo), es bastante difícil que ocurra una depresión de la digestión de la fibra por el agregado de granos (Sanson y Clanton, 1989). En estos forrajes el efecto de la suplementación será mayor sobre la reducción en el consumo de forraje que sobre el proceso digestivo (Bowman y Sanson, 1996; Elizalde et al. 1999). Por esto, es importante que cuando se decide suplementar se logre a través del manejo del pastoreo, un forraje de alta calidad. Antes de suplementar forrajes de alta calidad, hay que conocer bastante acerca de producción y manejo de pasturas. Son procesos que están muy ligados y que no encuentran un límite definido. Para comer mejor el pasto de primavera y lograr buenos engordes hay que comer el forraje en el momento oportuno. Si no se reduce la superficie ganadera de primavera hay que aumentar la carga, para aumentar la carga con invernada corta, hay que suplementar y, para que el suplemento tenga el máximo beneficio, hay que tener forraje de buena calidad en el invierno. Es consecuencia, el manejo del pasto es el gran condicionante de la práctica de la suplementación en pastoreo.

Cuando se suplementa un forraje de alta calidad y en condiciones no limitantes de disponibilidad, el consumo de pasto disminuye en mayor proporción que el aumento del consumo total de materia seca provocado por la suplementación. Este efecto se denomina sustitución. Normalmente los efectos de sustitución son mayores cuanto mayor es la calidad del forraje. Este es un aspecto importante en los planteos de terminación que buscan a través de pasturas de alta calidad y suplementación con granos, lograr altas ganancias de peso. Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad varían entre 0,5 a 1 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido (Tyler y Wilkinson, 1972). Los valores obtenidos de sustitución obtenidos en novillos alimentados con alfalfa fresca y suplementados con niveles crecientes de maíz partido fue de 0,69 kg de materia seca de alfalfa por cada kg de maíz ofrecido (Elizalde et al., 1999). En forrajes de baja calidad (menos de 60 % de digestibilidad) la sustitución varía entre 0,20 a 0,50 kg de forraje por kg de suplemento ofrecido (Sanson y Clanton, 1989).

Si el forraje disponible es escaso, el suplemento adicionará nutrientes al animal y la ganancia de peso obtenida será un reflejo de la calidad del forraje base y de la calidad del suplemento (Bowman y Sanson, 1996). Pero si hay forraje disponible, el animal dejará de consumir pasto (ocurre sustitución) y las respuestas al suplemento serán un

reflejo de la calidad del suplemento en relación a la calidad del forraje. En condiciones de sustitución, cuanto más calidad tenga el forraje base, menor será la respuesta al suplemento en términos de ganancia de peso (Horn y McCollum, 1987). Cuando no ocurre sustitución se podrán mantener la ganancias de peso que se hubiesen logrado con forraje ofrecido a voluntad (que no es el caso del invierno donde existe altísima calidad pero baja disponibilidad). Por ésto, en forrajes de alta calidad, es fundamental controlar la disponibilidad del pasto para manejar la sustitución (a través de la variación de la carga) y no desperdiciar suplementos.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos de la suplementación en pastoreo provenientes de la mayoría de los ensayos realizados en el mundo con forrajes de alta calidad y suplementos energético-proteicos. Por lo tanto, son el resumen de una gran cantidad de experimentos de suplementación (55 comparaciones).

Cuadro 2: Resumen de los valores medios obtenidos de 55 comparaciones de tratamientos entre lotes testigos y suplementados en animales en pastoreo de pasturas de alta calidad (más de 16 % de proteína y 65 % de digestibilidad) con suplementos energético y/o proteicos (kg suplemento/kg de carne/ha = respuesta conjunta de la mejora en la ganancia de peso y del ajuste de carga).

Consumo de suplemento, % Peso Vivo	Ganancia de peso (kg/d)	Eficiencia de conversión	
		Kg supl./ kgcarne	kg supl./ kg carne/ha
0	710	-	-
0.5	861	19.5	5.19
1.0	1.011	34.7	5.94
1.5	1.161	49.9	6.68
2.0	1.311	65.1	7.42
2.5	1.461	80.3	8.16

Elizalde, datos no publicados

En estos ensayos se evaluaron la ganancia de peso y la eficiencia de conversión obtenidas con la utilización de distintos tipos de suplementos energético-proteicos en pasturas de alta calidad. La eficiencia de conversión de grano en carne puede expresarse como los kg de grano necesarios para lograr un kg de carne. Esta eficiencia puede variar de acuerdo a si se corrige o no por el aumento de carga necesaria para consumir el forraje que queda en el campo por el agregado de grano (efecto de sustitución). Si no se corrige por el aumento de la carga, la mayor producción (en kg de carne/ha) de los lotes suplementados se deberá exclusivamente a la diferencia en ganancia de peso entre los animales testigos y suplementados. Si se corrige aumentando la carga, la mayor producción es producto de la diferencia en ganancia de peso entre los animales testigos y los suplementados y de la mayor carga del lote suplementado. La primer columna representa la eficiencia de conversión obtenida cuando se tiene en cuenta sólo la diferencia en la ganancia de peso entre los animales testigos y los suplementados. Por ejemplo, el valor medio de eficiencia de conversión para suplementaciones del 1 % del PV es de 19,5 kg de grano por kg de carne con un rango de 11,7 a 27,3 kg/kg. Para los casos en que se aumenta la carga para consumir el forraje que queda en el campo por dar grano, la respuesta obtenida es de 5,2 kg de grano/kg de carne con un rango de entre 4,5 y 5,9 kg/kg. En este rango se encuentra la respuesta probable que se prevé obtener cuando se decida suplementar. La eficiencia de conversión del suplemento es peor (mas kg de grano por kg de carne) y más variable cuando no se considera el ajuste de la carga por sustitución.

3.2.3. La decisión de suplementar como alternativa tecnológica.

Para incorporar la suplementación, el productor necesita información del efecto que ésta genera en términos productivos, debe realizar algún tipo de análisis técnico-económico y consecuentemente, elegir aquella que le sea más conveniente (Cuadro 3).

Cuadro 3: Resultados probables en el proceso de adopción de una tecnología de acuerdo a la relación costo-beneficio estimada a partir de la información previa que se posea y de acuerdo a la respuesta real obtenida al haberla adoptado

DECISIÓN EN BASE A LA INFORMACIÓN PREVIA	BENEFICIO ECONÓMICO OBTENIDO AL USAR LA TÉCNICA	
	SUPERIOR AL COSTO	INFERIOR AL COSTO
USAR LA TÉCNICA	1 DECISIÓN CORRECTA El beneficio supera al costo	2 DECISIÓN INCORRECTA El costo supera al beneficio
NO USAR LA TÉCNICA	3 DECISIÓN INCORRECTA Se pierde de obtener un beneficio	4 DECISIÓN CORRECTA No se usa porque el costo es superior al beneficio

Un productor decide correctamente cuando adopta una técnica cuyo beneficio supera al costo de la misma (sector 1 del Cuadro 4) y también decide correctamente cuando no adopta una tecnología cuyo costo supera al beneficio obtenido (sector 4 del Cuadro 4).

Cuadro 4: Relaciones entre los kg de grano de maíz que equivalen al valor de un kg de novillo para distintas relaciones de precio del precio del novillo y del maíz. Los valores reflejan el precio neto de venta (sin gastos de comercialización) y no se ha considerado el costo del suministro.

Maíz, \$/Ton.	Novillo, \$/kg					
	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1
60	12.5	13.3	14.2	15.0	15.8	16.6
70	10.7	11.4	12.1	12.9	13.6	14.3
80	9.4	10.0	10.6	11.3	11.9	12.5
90	8.3	8.9	9.4	10.0	10.6	11.1
100	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
110	6.8	7.3	7.7	8.2	8.6	9.1

Pero se puede decidir incorrectamente cuando se adoptó una tecnología cuyo costo superó al beneficio económico obtenido (sector 2). También, un productor puede decidir incorrectamente (perder la posibilidad de ganar dinero) si no aplica una tecnología cuando el beneficio económico obtenido supera al costo de aplicar la tecnología.

Las respuestas a la suplementación en condiciones de excesos de forraje de alta calidad han sido tan malas como de 50 kg de suplemento para lograr un kg extra de carne cuando no se ajusta la carga para aprovechar el exceso de forraje que queda disponible al sustituir pasto por suplemento (Cuadro 2). Pero han sido tan buenas como de 5 a 7 kg de grano por kg extra de carne si se ajusta la carga para evitar sustitución (kg de suplemento por kg extra de carne producido por hectárea) derivado de la mayor ganancia de peso y/o de la mayor carga (Cuadro 2).

La información que dispone un técnico o un productor es la relación precio del grano: precio del novillo como elemento de referencia para decidir suplementar. En el Cuadro 4 se presenta la relación del valor en kg de grano de maíz que equivalen al valor de un kg de novillo para diferentes relaciones de precios del maíz y del novillo. Así, por ejemplo, para un precio del grano de 60\$ la tonelada y un novillo de 0,75\$/kg; 12,5 kg de grano equivalen a un kg de novillo. Este es el punto de indiferencia para esta combinación de precios. Si se necesita menos de 12,5 kg de grano para hacer un kg de novillo, sería conveniente dar grano. Pero si la eficiencia de conversión supera los 12,5 kg de grano por kg logrado, el productor habrá perdido dinero suplementando sus novillos. Ahora se debe determinar la probabilidad de que la eficiencia de conversión esté por abajo o por arriba de los 12,5 kg de grano por kg de novillo. En otras palabras, basado en el rango de las eficiencias de conversión obtenido en los ensayos de suplementación (Cuadro 2) se debe determinar qué porcentaje de veces la respuesta estará por debajo o por encima de los 12,5 kg. Con el rango de la eficiencia de conversión para las suplementaciones al 1 % del PV sin corregir por carga (9.1 a 56.3 kg de grano/kg de carne, Cuadro 2), se calculó la probabilidad de que la conversión esté por debajo del punto de indiferencia en kg de grano por kg de novillo para distintas relaciones de precios. Los resultados se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Probabilidad de obtener un resultado económico superior al costo con la suplementación al 1% del peso vivo en base al rango de eficiencia de conversión cuando no se considera el ajuste de carga (9.1 a 56.3 kg de grano/kg de carne) para diferentes relaciones de precio del grano y del novillo.

Maíz, \$/Ton.	Novillo, \$/kg					
	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1
60	45.0	46.0	47.0	49.0	50.0	51.0
70	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0
80	41.0	42.0	43.0	44.0	44.0	45.0
90	40.0	40.0	41.0	42.0	43.0	43.0
100	39.0	39.0	40.0	41.0	41.0	42.0
110	38.0	38.0	39.0	39.0	40.0	41.0

Se observa que cuando se ofrece suplemento sin ajustar la carga la probabilidad de obtener una respuesta favorable en términos económicos es baja y se ubica entre un 38 y un 51 %. Es decir, sólo entre 38 y 51 % de las veces que se suplemente se prevé ganar dinero (costo es inferior al beneficio). Por otra parte, la probabilidad de ob-

tener un resultado económico positivo no varía en forma importante ante amplias fluctuaciones en el precio del grano o del novillo.

Entonces, es lógico no suplementar si el grano está caro o si el novillo está barato. Pero resulta más ilógico dar grano sólo porque está barato porque la probabilidad de ganar dinero no mejora sustancialmente. Por ejemplo a un valor del novillo de 0,85\$, una caída del precio del maíz de 100\$ a 60\$/ton aumenta la probabilidad de ganar dinero en sólo 8 % (del 39 al 47 %).

Un análisis similar para el rango de eficiencia de conversión obtenido cuando se ajusta la carga por el uso de suplementos (5,4 a 6,4 kg/kg, columna 2 Cuadro 2) se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6 :Probabilidad de obtener un resultado económico superior al costo de la suplementación al 1% del peso vivo en base a la eficiencia de conversión cuando se considera el ajuste de carga (5,4 a 6,4 kg de grano/kg de carne) y para distintas relaciones de precios del grano de maíz y del novillo.

Maíz, \$/Ton.	Novillo, \$/kg					
	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1
60	45.0	46.0	47.0	49.0	50.0	51.0
70	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0
80	41.0	42.0	43.0	44.0	44.0	45.0
90	40.0	40.0	41.0	42.0	43.0	43.0
100	39.0	39.0	40.0	41.0	41.0	42.0
110	38.0	38.0	39.0	39.0	40.0	41.0

Del Cuadro 6 se concluye que cuando se ajusta la carga, la probabilidad de ganar dinero para diferentes condiciones de precios, aumenta sustancialmente respecto de la misma combinación de precios sin ajuste de carga (Cuadro 6). Por otra parte, existe una tendencia más lógica ante variaciones del precio del grano. A medida que aumenta el precio del maíz, la probabilidad de un resultado económico positivo disminuye en forma notoria.

Esto determina que bajo condiciones de ajuste de carga, el costo del suplemento tiene un efecto muy importante. No es lo mismo producir grano propio que se impute como costo de producción que comprar grano caro. No es lo mismo producir grano barato aunque de menor calidad que comprar un grano de mayor calidad pero caro. Por otra parte, a bajos precios del grano la probabilidad de ganar dinero se hace independiente del precio del novillo. Por ejemplo, con maíz a 60\$/ton la probabilidad de ganar dinero es alta para precios del novillo que varía entre 0,75 a un 1\$/kg. Esto determina que sea posible utilizar suplementos aún a bajos precios del novillo si el grano está barato y si la eficiencia de conversión es buena. Del Cuadro 6 se deduce también ante precios elevados del grano se puede obtener una respuesta positiva a la suplementación si se elige una categoría de animal que a la venta tenga un muy buen precio. Pero ante bajos precios del novillo (novillo pesado o de menor calidad) la probabilidad de obtener una respuesta disminuye si el precio del grano es elevado. Por ejemplo, con maíz a 110\$/ton la probabilidad de ganar dinero disminuye un 30 % (del 93 al 63 %) si el precio de venta del novillo cambia de 1\$ a 0,75\$/kg.

Por qué sucede este comportamiento menos errático de la suplementación con ajuste de carga?. Es porque las eficiencias de conversión son mejores (menos kg de grano por kg de carne) y menos variables que cuando no se ajusta la carga (Perry et al., 1971; 1972). Es importante destacar que el análisis de la suplementación se puede realizar porque se dispone de una gran cantidad de información para estimar respuestas y relacionarlas con su costo. La mayoría de la tecnología que se usa en nutrición animal se encuentra dentro de la condición anterior, es decir los resultados a obtener varían en un rango donde se puede perder o ganar dinero. Se requiere entonces, del control de las condiciones bajo las cuales se aplica, de una buena estimación de la respuesta y también de un análisis constante de la relación costo beneficio. Es lógico pensar que algunas tecnologías son más fáciles de evaluar que otras porque sus efectos son complejos y no siempre se pueden medir a través de una única variable. Por ejemplo, en el caso de la suplementación podríamos incluir el valor económico-financiero de acelerar la salida del novillo, y/o el efecto que causa sobre el aumento o la posibilidad de hacer más agricultura, etc. etc.

4. CONCLUSIONES

El análisis de las variables del sistema determinan, en definitiva, la necesidad y el éxito de cualquier práctica tecnológica tendiente a maximizar la utilización del forraje disponible. Muchos sistemas podrían obviar el uso de suplementos o al menos reducirlos y obtener un beneficio económico por hacerlo, si pudiesen controlar aspectos tales como el peso final de terminación o la ganancia de peso.

Otros sistemas pueden aumentar la producción de carne sin hacer uso de suplementos pero controlando la carga a través de los momentos de compra-venta. Toda mejora en el aumento de carga y/o en la ganancia de peso debe responder a un objetivo definido del sistema y para ésto es necesario manejar la variables del mismo. Una

vez controlados los factores que afectan la producción de carne, la suplementación en pastoreo y/o el encierro a corral pueden constituirse en una herramienta muy importante para lograr dichos objetivos.

En condiciones limitantes de cantidad y/o calidad de forraje, la cantidad y calidad del suplemento son los condicionantes de la respuesta a la suplementación. En condiciones no limitantes de disponibilidad, la calidad del forraje es el principal determinante de la respuesta probable a la suplementación con un determinado suplemento. A su vez, la calidad del suplemento es el determinante de la respuesta a obtener si el forraje es de alta calidad y si ocurren efectos de sustitución. Las respuestas a la suplementación en forrajes de alta calidad son dependientes del control del efecto de sustitución del forraje por el suplemento.

Las estrategias de engorde a corral deberán responder a maximizar la utilización del forraje. La mejora de este factor será el determinante en utilizar el encierro de animales en los sistemas basados en forraje. Por los sistemas que incorporen el engorde a corral, es importante diagramar estrategias para maximizar la ganancia de peso y/o la producción física durante la fase de pastoreo.

BIBLIOGRAFÍA

- Beretta, V., Simeone, A., Elizalde, J.C. y Baldi, F. 2003a. Summer response of grazing cattle to varying forage allowance and supplementation of mixed grass and legumes pastures. Enviado para su publicación en Proceedings Word Animal Congress. Porto Alegre, Brasil.
- Beretta, V., Simeone, A., Elizalde, J.C., Elizondo, L., Gil, A., and Rubio, L. 2003b. Forage intake of Hereford steers grazing a ryegrass pasture at two forage allowances and supplemented with whole or ground maize. Enviado para su publicación en Proceedings Word Animal Congress. Porto Alegre, Brasil.
- Bowman, J.P., and D.W. Sanson. 1996. Starch- or fiber- based supplements for grazing ruminants. En: M.B. Judkins, and F.T. McCollum, III (Ed.) Proc. 3rd Grazing Livestock Nutrition Conference. Proc. West Sect. Am. Soc. Anim. Sci. 47(Suppl.1):118.
- Buxton, D.R., D.R. Mertens, and K.J. Moore. 1994. Forage quality for ruminants: Plant and animal considerations. Prof. Anim. Sci. 11:121.
- Caton, J.S., and D.V. Dhuyvetter. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants. Requirements and responses. J. Anim. Sci. 75:533-542.
- Cochran, B. 1998. Supplemental protein sources for grazing cattle. pp 123-137. Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium. University of Florida, Gainesville, FL.
- Elizalde J.C. y F.J. Santini. 1992. Algunos factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño-invierno. Bol. Técnico 104. INTA EEA Balcarce. 27 pp.
- Elizalde, J.C. y Duarte, G.A. 1994. Algunos factores que afectarían la producción de carne en empresas de invernada en el oeste de la provincia de Buenos Aires. Nota Técnica. Rev. Arg. Prod. Anim. 14:97-103.
- Elizalde, J., F. Santini, and A. Pasinato. 1996. The effect of stage of harvest on the process of digestion in cattle fed winter oats indoors. II. Nitrogen digestion and microbial protein synthesis. Anim. Feed Sci. and Technol. 63:245.
- Elizalde, J.C. 1998. Nitrogen utilization in ruminants consuming high quality forages. Ph. D. Thesis. Graduate College. University of Illinois at Urbana – Champaign. 183 pp.
- Elizalde, J.C. 1999. Analisis de tres sistemas ganaderos de la Zona Oeste de AACREA. Congreso CREA Zona Oeste. Mar del Plata, 12 y 13 de agosto. 14pp.
- Elizalde, J.C., N.R. Merchen, and D.B. Faulkner. 1999a. Effects of species and stages of maturity of fresh forages on in situ dry matter and crude protein degradation. J. Dairy Sci. (en prensa).
- Elizalde, J.C., N.R. Merchen, and D.B. Faulkner. 1999b. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: I. Effects on digestion of organic matter, fiber, and starch. J. Anim.Sci. 77:457.
- Elizalde, J.C., N.R. Merchen, and D.B. Faulkner. 1999c. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: II. Protein and amino acid digestion. J. Anim.Sci. 77:467.
- Elizalde, J.C. y Duarte, G.A. 2000. Resultados de encierros de animales a corral en campos de productores con o sin la utilización de grano entero de maíz. Enviado para su publicación a la Revista de los CREA.
- Fahey, G.C., Jr., and H.H. Hussein. 1999. Forty years of forage quality research: Accomplishments and impact from an animal nutrition perspective. Crop Sci. 39:4.
- Galyean, M.L., and A.L. Goetsch. 1993. Utilization of forage fiber by ruminants. En: H.G. Jung, D.R. Buxton, R.D. Haltfield, and J. Ralph (Ed.) Forage Cell Wall Structure and Digestibility. Pp 34-72. ASA-CSSA- SSSA, Madison, WI.
- Hoffman, P. C., S. J. Sievert, R. D. Shaver, D. A. Welch, and D. K. Combs. 1993. In situ dry matter, protein, and fiber degradation of perennial forages. J. Dairy Sci. 76:2632-2643.
- Horn, G.W., and F.T. McCollum, III. 1987. Energy supplementation of grazing ruminants. En: M.B. Judkins, D.C. Clanton, M.K. Petersen, and D.J. Wallace (Ed.) Proc 1st Graz. Liv. Nutr. Conf., Jackson, WY, pp. 125-130.
- Horn, G.W., and S.I. Paisley. 1998. Supplementation strategies for growing cattle grazing small grain winter pastures. J. Anim. Sci. 76(Suppl. 2):22.
- Jones, A. L., A. L. Goetsch, S. R. Stokes, and M. Colberg. 1988. Intake and digestion in cattle fed warm- or cool-season grass hay with or without supplemental grain. J. Anim. Sci. 66:194-203.
- Leaver, J.D. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. J. Dairy Res. 52:313.
- Parra, V. F., Elizalde, J.C. y Duarte, G.A. 2002a. Producción de carne en empresas agropecuarias del oeste bonaerense. Rev. Arg. Prod. Animal. 22 (Supl. 1) 56-57. 337.

- Parra, V.F, Elizalde, J.C. y Duarte, G.A. 2002b. Resultados de engordes a corral de vacunos en diferentes sistemas de producción. *Rev. Arg. Prod. Animal.* 22 (Supl. 1) 60-61.
- Perry, T.W., D.A. Huber, G.O. Mott, C.L. Rhykerd, and R.W. Taylor. 1971. Effect of level of pasture supplementation on pasture, drylot and total performance of beef cattle. I. Spring pasture. *J. Anim. Sci.* 32:744.
- Perry, T.W., D.A. Huber, G.O. Mott, C.L. Rhykerd, and R.W. Taylor. 1972. Effect of level of pasture supplementation on pasture, drylot and total performance of beef cattle. II. Spring plus summer pasture. *J. Anim. Sci.* 34:647.
- Sanson, D.W., and D.C. Clanton. 1989. Intake and digestibility of low-quality meadow hay by cattle receiving various levels of whole shelled corn. *J. Anim. Sci.* 67:2854.
- Simeone, A., Beretta, V., Rowe, J., Nolan, J. and Elizalde, J.C. 2002 a. Getting cattle to grow faster on lush autumn pastures. *Anim. Prod. Aust.* 2002 Vol. 24: 213-216
- Simeone, A., Beretta, V., Rowe, J., Nolan, J. and Elizalde, J.C. 2002 b. Degradability of forages in the rumen of cattle grazing lush autumn pastures and supplemented with maize. *Anim. Prod. Aust.* 2002 Vol. 24: 217-220
- Tyler, J.C., and J. M. Wilkinson, 1972. The influence of level of concentrate feeding on voluntary intake of grass on live weight gain by cattle. *Anim. Prod.* 14:85.
- Van Vuuren, A. M. , C. J. Van der Koelen, and J. Vroons de Bruin. 1986. Influence of level and composition supplements on rumen fermentation patterns of grazing cows. *Neth. J. Agric. Res.* 34:457.

[Volver a: Suplementación](#)