

V. ANÁLISIS INTEGRADO DE LOS TRABAJOS EXPERIMENTALES

P. Rovira¹

CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO NATURAL

El campo natural durante el invierno (mayo a setiembre) registró en promedio 8,2% de proteína cruda (Figura 1). Dicho valor generalmente es considerado como umbral por debajo del cual existe respuesta a la suplementación proteica por una limitante de disponibilidad de nitrógeno en el rumen de los animales. Si bien se puede considerar que lo que efectivamente consume el animal presenta una mayor concentración proteica por la selectividad del pastoreo, también es cierto que el contenido de proteína del campo natural en pleno invierno, cuando el aporte de restos secos del forraje es máximo, fue menor que el promedio, correspondiendo a valores en el rango de 5,7 a 7,9%.

El alto contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) (Figura 1) determinó que exis-

tiera una limitante física en el consumo de forraje debido a la lenta tasa de digestión y llenado ruminal. De acuerdo al valor promedio obtenido (68,2%) y a la ecuación comúnmente utilizada para estimar el consumo diario de forraje ($120/\text{FDN}$), la ingestión de materia seca proveniente del campo natural fue cercana al 2% del peso vivo de los animales. Esto sucedió siempre y cuando la altura del tapiz no hubiera sido limitante para acceder al forraje. El promedio de altura del tapiz del campo natural en los experimentos fue de 8,2 cm, aunque se registraron valores por debajo de 5 cm los cuales son restrictivos para que el animal pueda acceder al estrato inferior del tapiz.

El alto contenido de fibra detergente ácido (FDA) está negativamente correlacionado con la energía y digestibilidad del forraje, ya que la fracción FDA incluye aquellos componentes altamente indigestibles de la planta (ej.: lignina). La baja variabilidad de los

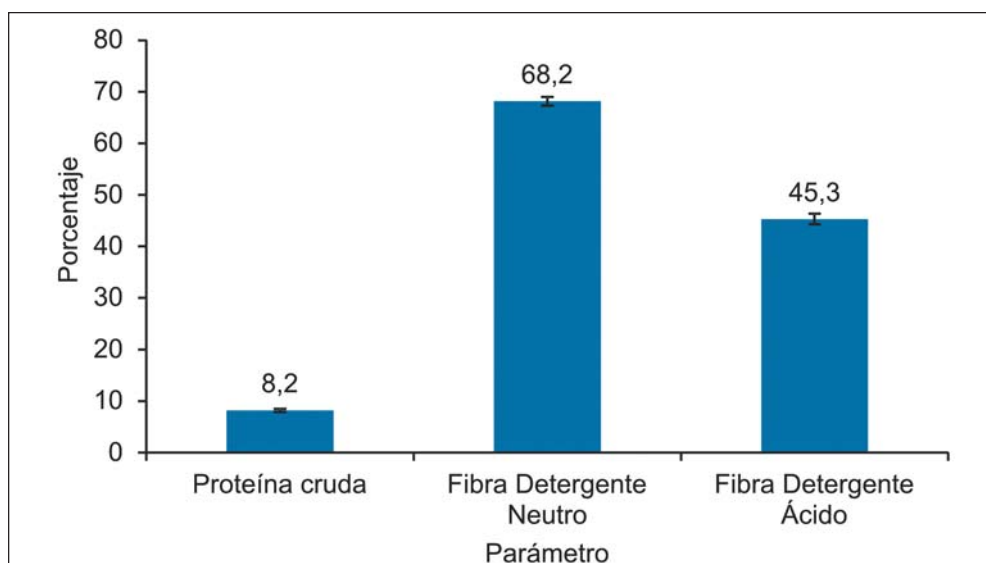


Figura 1. Valor nutritivo del campo natural durante el invierno (promedio de 5 años). Barras verticales en cada columna indican error estándar de la media.

¹INIA Treinta y Tres.

parámetros evaluados, expresada a través de las barras verticales en cada columna de la Figura 1, implica que la situación de bajo aporte proteico y energético del campo natural con un alto nivel de fibra es algo dable de esperar todos los años más allá de la manifestación de inviernos más o menos benignos.

DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE TERNEROS DURANTE LA SUPLEMENTACIÓN

Analizando en forma conjunta los 3 años en los que se trabajó con terneros sobre campo natural en invierno, aquellos animales que no fueron suplementados perdieron peso (-0,043 kg/a/d) (Figura 2). La suplementación con grano húmedo de sorgo permitió leves ganancias de peso (0,212 kg/a/d), mientras que la inclusión de una fuente proteica para subir la proteína del sorgo a 15-16% incrementó significativamente la ganancia de peso a 0,415 kg/a/d. La adición de una fuente de proteína no sólo mejoró la ganancia diaria promedio en los 90-100 días de suplementación, sino que también evitó la pérdida de peso vivo durante la etapa más crítica del invierno. Animales

suplementados únicamente con grano húmedo de sorgo perdieron peso en el periodo comprendido entre fines de junio y principios de agosto en los 3 años evaluados. El evitar la pérdida de peso vivo, aunque sea por periodos cortos, es muy importante para no comprometer el desarrollo y crecimiento futuro del ternero. Incluso niveles de ganancia de peso de 0,200 kg/a/d como los registrados con la suplementación con grano húmedo de sorgo son limitantes para una categoría en pleno crecimiento como el ternero. La lógica de producción implica que luego el crecimiento compensatorio en la primavera (> 0,800 kg/a/d) permite que el ternero llegue al año de edad con un crecimiento y desarrollo acorde. Sin embargo, cada vez son más comunes eventos climáticos adversos en la primavera (ej. sequías) que comprometen la producción de forraje y el desempeño de los animales. Por tal motivo, elevar la ganancia de peso (> 0,400 kg/a/d) de los terneros en invierno, sobre campo natural, mediante la adición de una fuente de proteína al grano húmedo de sorgo permite no sólo un mayor peso vivo del ternero a la salida del invierno sino también tener la seguridad que su crecimiento y desarrollo futuro no está en riesgo.

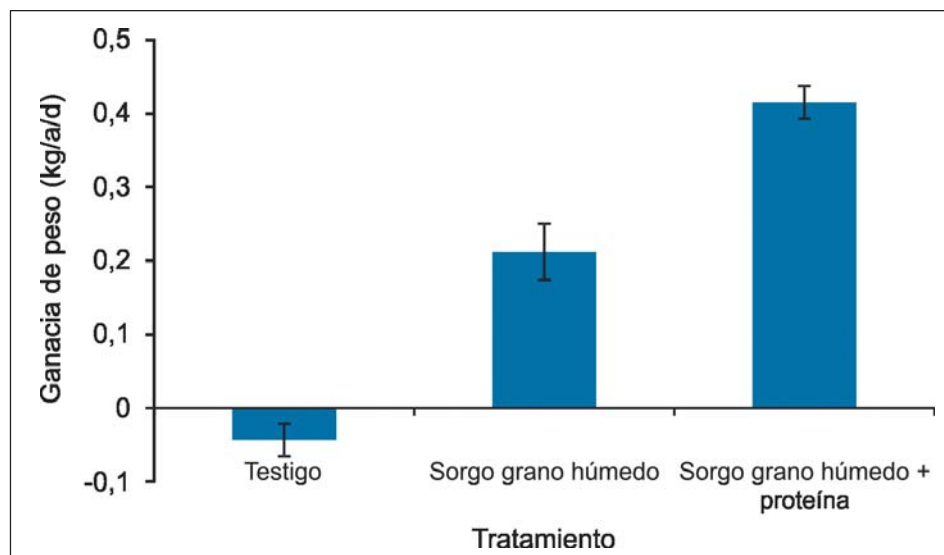


Figura 2. Análisis integrado de la ganancia de peso de los terneros en 3 años (2009, 2011, 2013) en donde el nivel de proteína del sorgo se elevó a 15-16% con distintas fuentes proteicas. Líneas verticales en cada columna indican error estándar de la media como indicador de la variación.

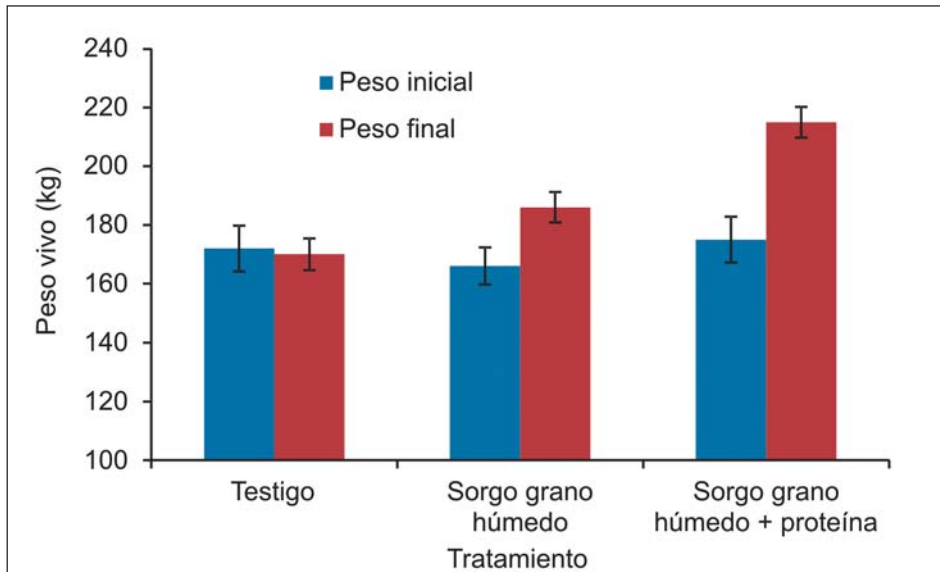


Figura 3. Análisis integrado del peso vivo inicial y final de los terneros en 3 años (2009, 2011, 2013) luego de 90-100 días de suplementación en donde el nivel de proteína del sorgo se elevó a 15-16% con distintas fuentes proteicas. Líneas verticales en cada columna indican error estándar de la media como indicador de la variación.

Promediando sobre los 3 años evaluados, el incremento de peso vivo en terneros luego de 90-100 días de suplementación fue de 22 kg (sólo sorgo) y 42 kg (sorgo + proteína), comparado con el grupo testigo que perdió peso durante el invierno (Figura 3). En el caso de los terneros suplementados únicamente con sorgo, hubo un año (2013) en donde el incremento de peso vivo fue de apenas 12 kg comparado con 37 kg de incremento cuando se agregó la fuente de proteína. La respuesta animal a la suplementación únicamente con sorgo es variable, ya que depende más del aporte de proteína del campo natural (asociado a la evolución de la relación verde/seco del forraje) y a las características intrínsecas del grano de sorgo utilizado. Con respecto a esto último hay al menos 3 factores relacionados: i) contenido de proteína del sorgo, puede variar de 7 a 10% aproximadamente; ii) nivel de procesamiento del grano, cuanto más grano entero haya menor va a ser el aprovechamiento de la proteína del sorgo; y iii) presencia de taninos en el grano, cuanto mayor sea el nivel menor será el aprovechamiento de la proteína en el rumen del animal.

El hecho de salir del invierno con un ternero de 170 kg (testigo), 190 kg (sorgo) o 215 kg (sorgo + proteína) no es lo mismo desde el punto de vista del impacto en el sistema de producción. Si es un esquema de engorde, mayor peso vivo al final del invierno permite mejorar la recría y acortar el largo del proceso de invernada, así como acceder a determinados nichos de producción que requieren sistemas más intensivos de crianza (ej.: corrales de engorde para la cuota 481 de carne de calidad para la Unión Europea). En caso de ser un sistema criador, la mejora de la tasa de ganancia de peso de la ternera durante el primer invierno está asociada a una reducción en la edad a la pubertad, con mayor probabilidad de quedar preñada en el primer servicio como vaquillona.

EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

En todos los años, el nivel de suministro diario de los suplementos fue 1% del peso vivo. La eficiencia de conversión de terneros (kg de suplemento para ganar 1 kg de peso vivo adicional comparado con el grupo testi-

go) mejoró de 7,3:1 (sólo sorgo, mín. 5,6:1; máx. 10,7:1) a 4,3:1 (sorgo + proteína, mín. 3,6:1; máx. 5,0:1), en todos los casos expresado en base seca. La mejora de la eficiencia de conversión se produjo por una relación energía/proteína más acorde en el suplemento ofrecido, mejorando fundamentalmente la disponibilidad de proteína (y por lo tanto nitrógeno) en el rumen de los animales.

En el año en el que se utilizaron novillos sobreañó, la eficiencia de conversión también mejoró al incluir proteína (urea) en el sorgo ofrecido a los animales (13,3:1 y 9,1:1 sin y con urea, respectivamente). Los valores numéricos de eficiencia de conversión fueron mayores en novillos que en terneros, debido a que el novillo es una categoría que ya comenzó a depositar grasa, tejido que requiere más energía para su deposición que el músculo (principal tejido de deposición en terneros). La diferencia en engrasamiento se vio reflejada en la medición del espesor de grasa subcutánea a través de ultrasonido en los animales al finalizar los trabajos experimentales, valores que promediaron 2,2 mm (2011) y 3,0 mm (2012) en terneros y novillos, respectivamente.

FUENTES DE PROTEÍNA

En la medida que se suministra sólo sorgo sobre campo natural a terneros, la disponibilidad de nitrógeno (expresado en forma de amonio) en el rumen no es suficiente para mantener un crecimiento activo de la masa microbiana, afectando negativamente el nivel de proteína microbiana que pasa luego a ser digerida en el tracto digestivo posterior del animal. Por tal motivo, debido a que la

Cuadro 1. Ejemplos de mezclas de grano húmedo de sorgo + fuentes de proteína para lograr una mezcla con una concentración de 16% de proteína cruda

	Nivel de cada suplemento en la mezcla (%) ¹		
	Proteína cruda (%) de la fuente proteica	Sorgo grano húmedo	Fuente proteica
Expeller de girasol	32	67	33
Expeller de soja	44	78	22
Urea agrícola	287	97	3
Núcleo proteico	50	81	19

¹En base seca, sorgo grano húmedo con 8% de proteína cruda.

principal limitante es el amonio a nivel ruminal, no existieron diferencias significativas en la eficiencia de conversión entre las distintas fuentes de proteína utilizadas (vegetal, sintética y/o mezcla de ambas). Lo importante es que dicha proteína, cualquiera sea su origen, se desglose en el rumen en amonio y otras formas nitrogenadas, y que pueda ser aprovechada por las bacterias para la síntesis de proteína microbiana, siempre y cuando el aporte de energía sea el adecuado (ej.: sorgo). Esta conclusión es válida para terneros de más de 150 kg y 6 meses de edad, como los utilizados en los trabajos experimentales. En animales más livianos, y sobre todo en terneros de destete precoz, la utilización de fuentes de proteína vegetal de alta calidad (ej. harina de soja) con proteína que escapa a la degradación ruminal debe ser priorizada sobre fuentes sintéticas (ej.: urea) debido a que la capacidad y/o funcionamiento del rumen de estos animales aún es limitada, y un exceso de amonio en el rumen puede causar síntomas de intoxicación.

El Cuadro 1 brinda ejemplos de distintas combinaciones de grano húmedo de sorgo + fuentes de proteína para lograr una mezcla con una concentración de 16% de proteína cruda. Suministrada la mezcla al 1% del peso vivo no existirían diferencias significativas en la respuesta animal debiendo considerar la disponibilidad, costo y riesgo asociado (intoxicación por urea) de la fuente de proteína. Suponiendo que la mezcla suministrada es 1/3 de la dieta (los restantes 2/3 sería campo natural con 8% de proteína cruda), la fuente de proteína utilizada aportaría alrededor de un 30% de la proteína total (el resto proviene del sorgo y de la pastura).

NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN PROTEICA

El nivel diario de suplementación proteica, expresado como el porcentaje del peso vivo (kg de proteína aportado por el suplemento/100 kg de peso vivo), fue de 0,08% (sorgo) y 0,14% (sorgo + proteína). Por cada 100 kg de peso, se suministraron entre 0,080 y 0,140 kg de proteína a través del suplemento (en adición a lo que suministró la pastura). Para lograr un nivel de ganancia de peso de 0,400 kg/a/d en terneros en el rango de 140-180 kg fue necesario suministrar en el suplemento diario alrededor de 0,300 kg de proteína por animal (Figura 4) con una concentración de energía metabolizable promedio de 2,82 Mcal/kg MS en el suplemento mezcla (sorgo + fuente de proteína).

RELACIÓN ENERGÍA – PROTEÍNA DEL SUPLEMENTO

Los trabajos analizados hasta el momento fueron todos con un nivel de proteína en la mezcla sorgo + fuente proteica de 15-16% y con un suministro diario de 1% del peso vivo. Adicionalmente, en el año 2011 existió un

grupo de animales al cual se le ofreció una mezcla con 21% de proteína, y en el año 2013 existió un tratamiento con un nivel de proteína de 15% en la mezcla, pero suministrado al 1,5% del peso vivo. En ambos casos la justificación fue incrementar la oferta de proteína al animal a través de 2 vías diferentes: incrementar la concentración proteica en la mezcla (2011) o incrementar el nivel de suplementación de la mezcla (2013). En ambos años se mantuvo como «testigo» el tratamiento tradicional de suplementación al 1% del peso vivo con 15-16% de proteína. El mayor impacto se logró al incrementar el nivel de suplementación al 1,5% del peso vivo de una mezcla con 15% de proteína, en donde la ganancia de peso se incrementó significativamente (barras rojas, Figura 5). Sin embargo, no hubo respuesta al subir la concentración de proteína de 16 a 21% en una mezcla suministrada al 1% del peso vivo (barras azules, Figura 5) debido a una relación energía/proteína demasiado baja en el suplemento (3,5:1; expresada como el cociente Nutrientes Digestibles Totales/Proteína Cruda, NDT/PC) cuando se subió la concentración de proteína a 21%. Es decir, si bien se levantó la limitante proteica, la energía pasó a ser el nuevo factor limitante.

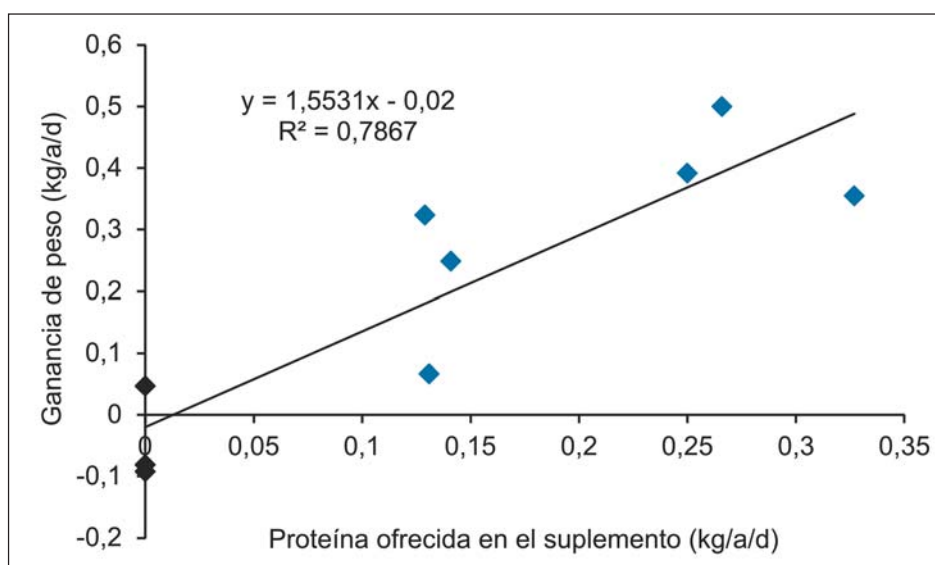


Figura 4. Relación entre la proteína ofrecida en el suplemento y la ganancia de peso de terneros suplementados sobre campo natural.

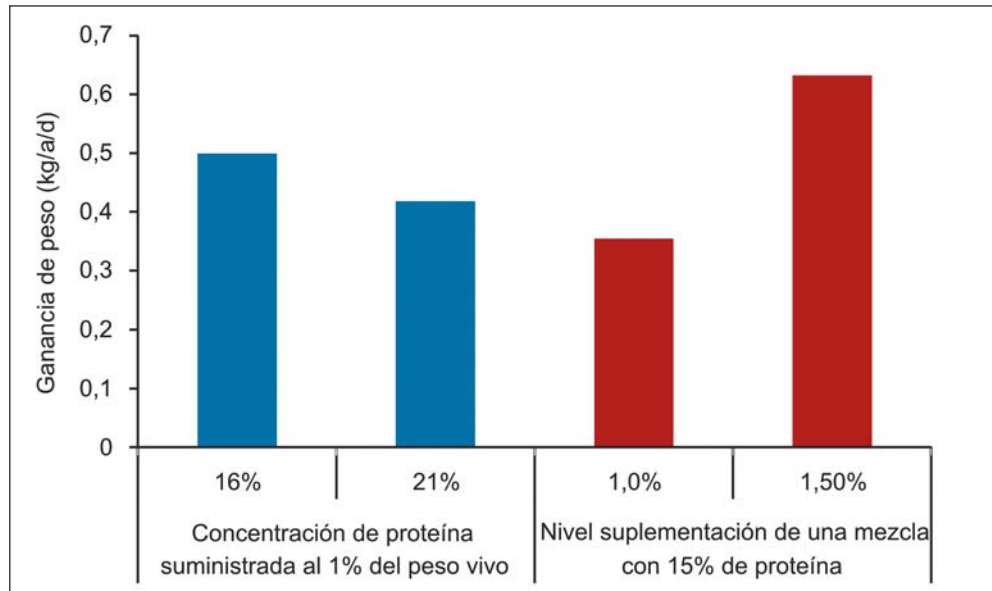


Figura 5. Respuesta animal al incremento de la oferta de proteína a través de un incremento de la concentración proteica en el suplemento (barras azules) o a través de un incremento en el nivel de suplementación (barras rojas).

Lo ideal es que en sistemas pastoriles, y en esta categoría, la relación de NDT/PC en el suplemento suministrado, se mantenga alrededor de 5:1 para optimizar la respuesta biológica. Esto se logra con valores del entorno de 76-78% de NDT (equivalente a 2,80-2,85 Mcal energía metabolizable/kg MS) y

15-16% de proteína cruda. Esto se observa más claramente en la Figura 6, en donde a medida que el cociente NDT/PC disminuye de 5:1 a 10:1, la ganancia de peso de los terneros suplementados sobre campo natural desciende de 0,400 kg/a/d a 0,200 kg/a/d. Una relación NDT/PC 10:1 equivale a suministrar únicamente

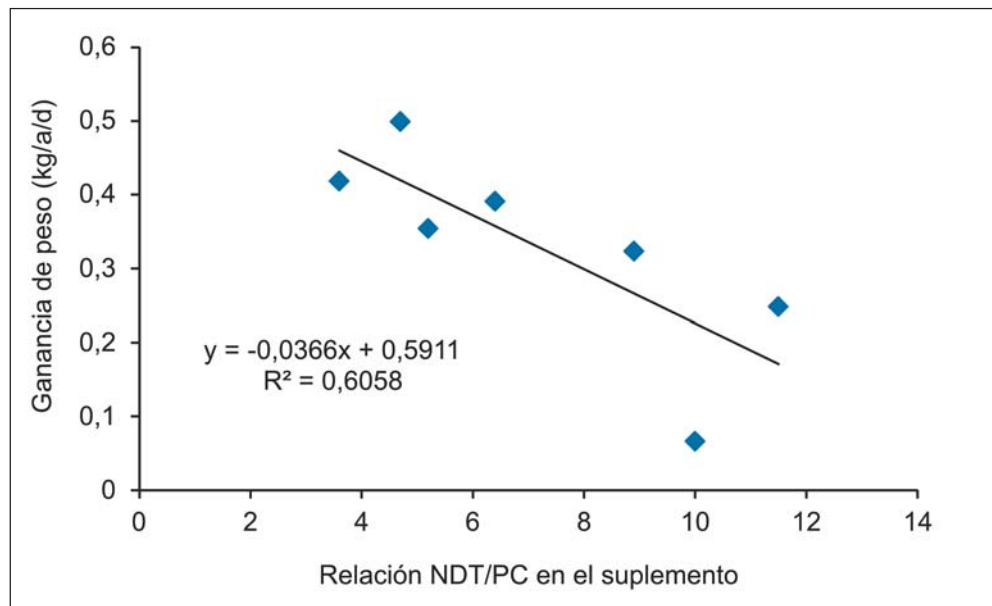


Figura 6. Relación entre el cociente NDT/PC (Nutrientes Digestibles Totales/Proteína Cruda) en el suplemento y ganancia de peso de terneros suplementados al 1% del peso vivo sobre campo natural.

sorgo con valores de 82% de NDT y 8% de proteína cruda, aproximadamente.

Desde otro punto de vista, el objetivo sería buscar una relación de aproximadamente 50 g de proteína cruda degradable/Mcal de energía metabolizable a nivel ruminal. Asumiendo una alta degradabilidad (90%) de la proteína implica que suplementos con una concentración energética de 2,8 Mcal energía metabolizable/kg MS deberían tener una concentración proteica cercana a 16% PC. De esta manera se estaría optimizando la captura de nitrógeno a nivel ruminal para la síntesis de proteína microbiana que luego será absorbida en el intestino delgado.

REGISTROS DE ULTRASONIDO

En los años en los que se registró mediante ultrasonografía el área de ojo de bife (AOB, cm²) y el espesor de grasa (EG, mm) no se encontró un efecto significativo en ambas variables asociado a la inclusión de proteína al grano húmedo de sorgo. Probablemente el nivel de suplementación de proteína adicional con la fuente proteica no fue lo suficientemente contrastante con el suministro único de sorgo como para detectar diferencias significativas. Hay que considerar que dicha proteína adicional de la fuente proteica se diluye en la dieta total si se asume que dos tercios de la misma continúa siendo a través del aporte del campo natural.

Tanto para terneros como para novillitos sobreano la suplementación al 1% del peso vivo con grano húmedo de sorgo (con o sin fuentes de proteína) durante 90-110 días incrementó el área de ojo de bife entre 13 y 16%. Por ejemplo, en el caso de terneros implicó pasar de 24,1 cm² a 27,9 cm². Del mismo modo, el periodo de suplementación incrementó numéricamente el espesor de grasa subcutánea de terneros entre un 6 y 7%, pasando en promedio de 2,29 mm (junio) a 2,44 mm (setiembre). El impacto de la suplementación en términos relativos fue mayor en AOB que en EG por la etapa de crecimiento y desarrollo en que se encuentran los terneros, básicamente depositando tejido muscular.



La suplementación de terneros y novillos al 1% del peso vivo sobre campo natural incrementó numéricamente el área de ojo de bife y espesor de grasa, asegurando un crecimiento y desarrollo acorde en categorías jóvenes.

RESULTADO ECONÓMICO DE LA SUPLEMENTACIÓN

Promediando sobre los 4 años en donde se realizaron experimentos de suplementación invernal de terneros, la estrategia de no suplementar determinó un margen bruto promedio de -13 U\$S/animal (mín. -36, máx. 12) en un periodo de 90-100 días (Figura 7). Surge de la valorización de los kg perdidos durante el invierno cuando no se suplementan los terneros. Al incorporar la suplementación con grano húmedo de sorgo sin y con fuentes de proteína el margen bruto se incrementó a 29 (mín. 4, máx. 65) y 55 (mín. 33, máx. 97) U\$S/animal, respectivamente. En ningún año el margen bruto de la suplementación fue negativo. La variabilidad en el margen bruto estuvo asociada fundamentalmente a la respuesta productiva, la cual fue

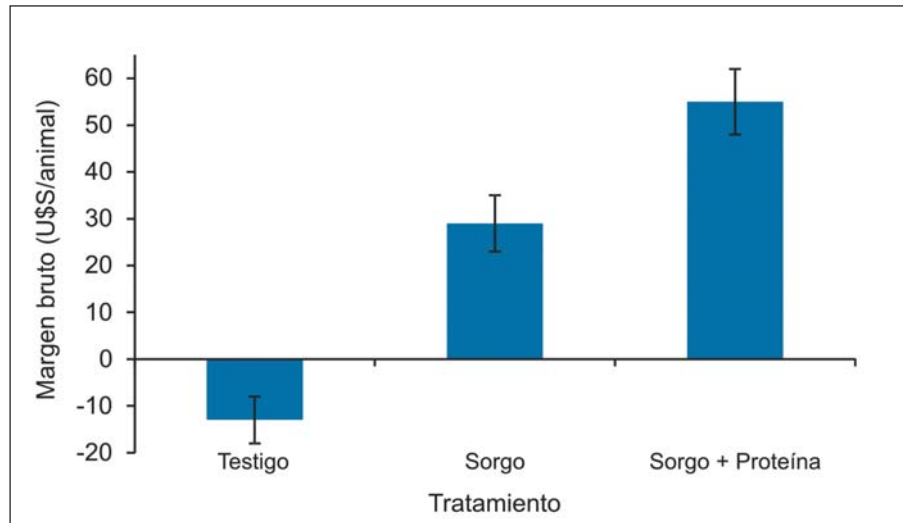


Figura 7. Margen bruto (media \pm error de la media) de la suplementación por ternero (promedio de 4 años).

afectada entre años por el periodo de evaluación y por las características climáticas y forrajeras de cada año en particular.

La respuesta económica positiva y alta a la suplementación se basó en los siguientes puntos:

- El ternero es una categoría altamente eficiente en la conversión de suplemento a peso vivo (3,5 a 4,5 kg de suplemento para ganar 1 kg de peso vivo adicional).
- El grano húmedo de sorgo es un suplemento de costo relativo bajo, variable según el rendimiento del cultivo al momento de la cosecha y embolsado. En la serie histórica el mismo varió de 92 a 180 U\$\$/tonelada en base seca).
- Si bien la fuente de proteína que se adiciona siempre es más cara que el grano húmedo de sorgo, la misma se incorpora en pequeñas cantidades diluyendo el impacto en el costo total de la mezcla.
- El ternero es una categoría con una alta respuesta a la suplementación proteica por la etapa de crecimiento y desarrollo en la que se encuentra depositando básicamente tejido muscular.
- Entre las categorías vacunas, el ternero es la que presenta mayor valorización. En la serie histórica varió de 1,28 a 2,5 U\$\$/kg de peso vivo.

DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE TERNEROS DURANTE LA ETAPA POST-SUPLEMENTACIÓN

En los 3 años en los que se trabajó con terneros sobre campo natural en invierno suplementados al 1% del peso vivo, todos los animales provenientes de los distintos tratamientos (testigo, sólo sorgo, sorgo + proteína) se manejaron en conjunto y bajo el mismo manejo sanitario y nutricional durante la primavera siguiente (octubre-diciembre). La base forrajera fue campo natural y praderas con una asignación de forraje diario variable entre el 5 y 8% del peso vivo. El objetivo fue evaluar si el manejo de la suplementación invernal afecta el desempeño futuro de los terneros en el mediano plazo, también denominado como efecto residual del tratamiento. En dicho periodo primaveral la ganancia de peso fue similar para los terneros provenientes de los distintos tratamientos (Figura 8), con un promedio (kg/a/d) de 0,635 (2009); 0,726 (2011) y 0,671 (2013).

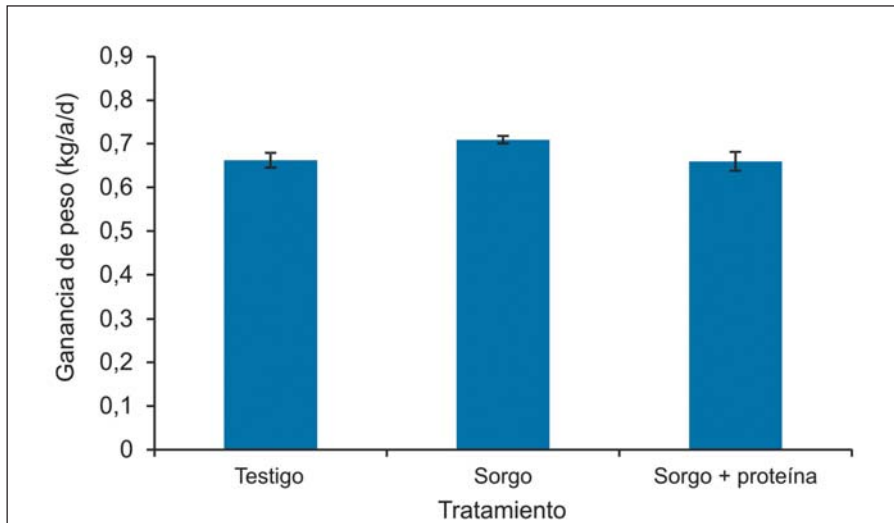


Figura 8. Ganancia de peso de terneros durante la primavera (octubre-diciembre) según manejo de la suplementación invernal. Líneas verticales en cada columna indican error estándar de la media como indicador de la variación.

Aquellos animales más livianos (grupos testigo) a la salida del invierno continuaron siendo más livianos y claramente diferentes en crecimiento y desarrollo a la salida de la primavera comparado con aquellos que habían sido suplementados al 1% del peso vivo durante el invierno. La misma tendencia se registró al comparar los grupos suplementados con sorgo o sorgo + proteína (estos últi-

mos se mantenían más pesados que los primeros en diciembre). No hubo un crecimiento compensatorio significativo en la primavera que «emparejara» los animales provenientes de los distintos manejos en invierno. Probablemente, la tasa de ganancia de peso registrada en la primavera no fue lo suficientemente alta como para permitir la manifestación del crecimiento compensatorio.