



# Suplementación proteica

## Alimentación con Silajes

■ Ing. Agr. Mg. Sc.  
Marcelo De León  
INTA Manfredi,  
Córdoba

■ Ing. Agr. José María  
Simondi  
Becario CONICOR

*Las principales características de estos recursos forrajeros son su alta producción de materia seca por unidad de superficie, con una elevada concentración energética y alta digestibilidad, que sumados a la posibilidad de ser utilizados en épocas de déficit de otros forrajes, los convierten en una excelente herramienta para mejorar la eficiencia de producción de los sistemas ganaderos*

- El uso de silajes de maíz y sorgo es una de las herramientas fundamentales para los actuales procesos de intensificación de los sistemas de invernada bovina. Su utilización se ha visto notablemente incrementada en los últimos años con perspectivas de seguir aumentando. De acuerdo al relevamiento del Proyecto Integrado PROPEFO la superficie dedicada a la confección de silos de estos cultivos en el país pasó de 80.000 ha en la campaña 93/94 a 350.000 ha en 97/98, estimándose una proyección de 700.000 ha para el año 2001/02.

### SUPLEMENTAR CON PROTEÍNA

Estos silajes son deficitarios en su aporte proteico para cubrir los requerimientos de bovinos, especialmente en animales jóvenes, debido a sus elevadas necesidades de proteína. Esto se debe a que su contenido de proteína normalmente fluctúa en promedio entre un 6 y 9%, presentando además una variabilidad muy amplia. Es por ello que en primer lugar, es necesario conocer en cada caso cuál es el valor obtenido de PB para poder tener adecuadamente caracterizado a cada uno de ellos y así planificar correctamente su utilización.

Las deficiencias de proteína se presentan particularmente cuando los silajes de maíz y sorgo son usados como único alimento o con la adición de granos, situación en la que son utilizados frecuentemente. Esto provoca no sólo restricciones para una adecuada nutrición animal, sino que esta

situación se refleja en los resultados productivos y económicos. Por estas razones, normalmente es necesaria la adición de concentrados proteicos cuando estos silajes son utilizados como dieta base.

### TIPO DE SUPLEMENTO Y LA CANTIDAD A SUMINISTRAR

Para lograr una eficiente utilización de los nutrientes por parte de los rumiantes, se requiere de un adecuado balance energético-proteico de la dieta, tanto a nivel ruminal como metabólico. Además de éste balance, se necesita que las disponibilidades de energía fermentecible a nivel ruminal y de amoníaco proveniente de la degradación de las proteínas estén adecuadamente acopladas en cuanto a sus tasas de degradación para maximizar la síntesis de proteína microbiana. Los distintos concentrados proteicos que pueden ser utilizados para este propósito poseen, no sólo diferentes concentraciones de PB, sino también diferencias en sus sitios y velocidades de digestión y por lo tanto varían sus aportes a la Proteína Metabolizable (PM). Se entiende por PM a los aminoácidos disponibles a nivel intestinal para ser utilizados por el animal, siendo esto el resultado del aporte proveniente de la degradación de la PB de la dieta en el rumen (transformada en proteína microbiana) y de la proteína no degradada a nivel ruminal (proteína by-pass).

La forma de caracterizar los distintos concentrados proteicos se realiza mediante la



cuantificación de sus distintas fracciones según su cinética de digestión ruminal y para ello se calcula la fracción a: proteína soluble; b: potencialmente degradable y un coeficiente c: que indica la velocidad de degradación de la proteína (%/hora).

En la Argentina se dispone de muchos productos que pueden ser utilizados como suplementos proteicos, pero no se cuenta con información completa respecto a sus características, en cuanto a la degradabilidad ruminal de su proteína, lo que dificulta la planificación confiable del balance proteico de raciones sobre la base de silajes.

Según esta caracterización de los diferentes concentrados proteicos se puede lograr un adecuado balance dietario, que tendrá un efecto importante no sólo sobre la respuesta animal sino también sobre el resultado económico, debido al costo relativamente alto de estos productos.

Los resultados obtenidos de las evaluaciones realizadas en la Estación Experimental Agropecuaria Manfredi del INTA para caracterizar los distintos concentrados proteicos disponibles en la región y obtener los parámetros de la cinética de la digestión de la proteína bruta que permitan calcular

los aportes de Proteína Metabolizable y realizar un adecuado balance de las dietas basadas en silajes de maíz y sorgos se presentan en la Tabla 1.

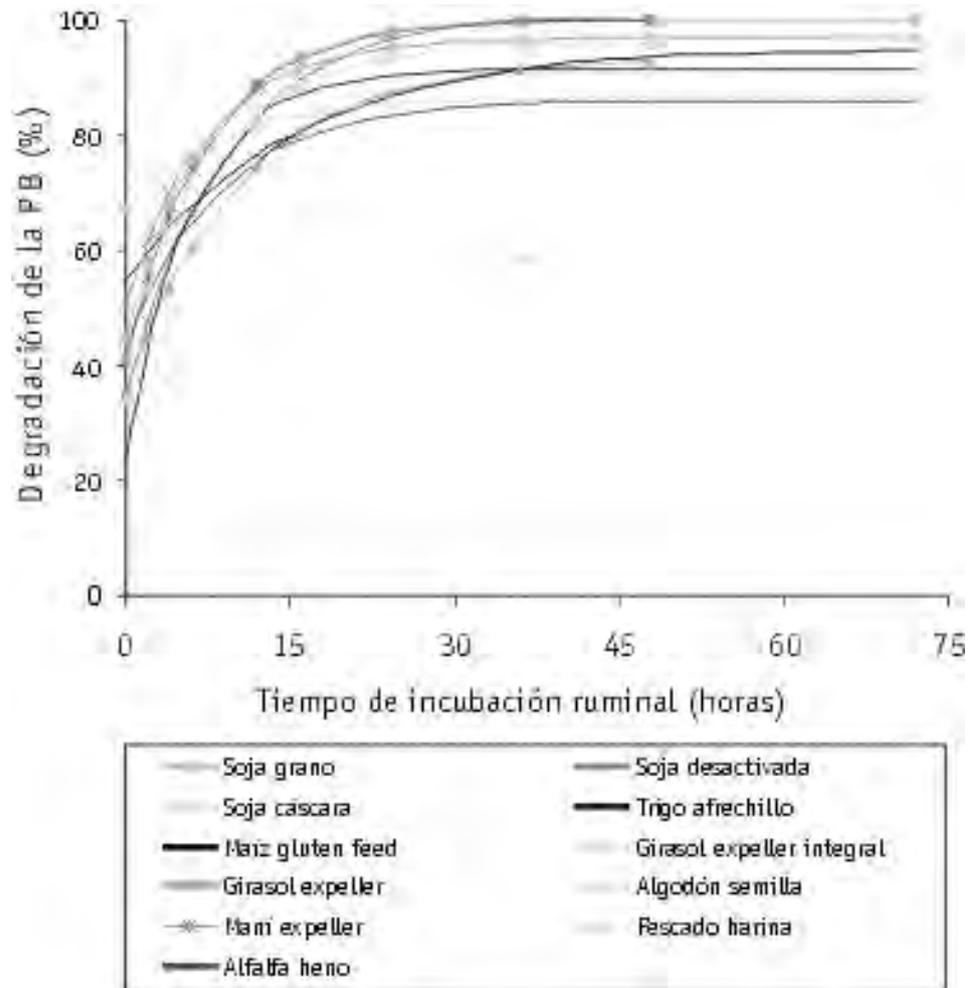
● **Tabla 1:** Parámetros de la cinética de digestión de la proteína bruta de distintos concentrados, estimados por el modelo.

Concentrado proteico	a (%)	b (%)	c (%/h)
Soja Grano	44,82	55,79	13,10
Soja Desactivada	35,10	66,76	10,50
Soja Cáscara	35,05	58,00	9,60
Trigo Afrechillo	23,21	68,19	17,30
Maíz Gluten feed	54,89	40,54	6,40
Girasol Expeller Integral	41,66	54,46	12,50
Girasol Expeller	50,71	46,26	13,40
Algodón Semilla	66,87	19,76	11,50
Maní Expeller	41,10	58,98	13,70
Pescado Harina	34,07	48,89	1,90
Alfalfa Heno	43,27	42,87	11,50

En la Figura 1 se pueden observar las similitudes y diferencias entre los distintos productos en cuanto a su dinámica de degradación ruminal de la proteína bruta, lo cual se utiliza cuantitativamente según los parámetros de las ecuaciones que lo describen, a fin de balancear una dieta para bovinos.



● **Figura 1:** Cinética de degradación de la proteína bruta de concentrados proteicos.



### BALANCE PROTEICO DE LAS DIETAS

Para determinar el efecto del uso de distintos concentrados sobre el balance proteico de las dietas basadas en silajes de maíz y sobre la respuesta animal, se simuló la contribución al aporte total de PM de diferentes fuentes proteicas, mediante el sistema de valoración proteica y energética desarrollado por la Universidad de Cornell, el CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System).

A partir de ello, se definieron tres tratamientos isoproteicos con tres formas diferentes de contribución a la proteína metabolizable (T1, T2 y T3), logrados con el uso de tres fuentes de nitrógeno que varían en

velocidad y sitio de digestión (urea, expeller de soja y semilla de algodón, respectivamente). Se incluyó un testigo negativo sin suplementación proteica (T0) y un control positivo (T4) en el que se combinaron diferentes fuentes nitrogenadas para cubrir los requerimientos de nitrógeno del rumen, además de los requerimientos del animal a nivel de PM. Los cinco tratamientos fueron isoenergéticos, con 2,63 Mcal de EM/kg MS. En la tabla 2 se presenta la constitución de las dietas para cada uno de los tratamientos planteados. El silaje de maíz presentó las siguientes características: 33,5% MS; 499 g FDN/kgMS; 301,5 g FDA/kgMS; 55,6 g PB/kgMS y 2,36 Mcal.EM/kgMS.



● **Tabla 2:** Composición de las dietas para cada tratamiento.

Tratamientos	Porcentaje de los componentes de la dieta				PB dieta g/kgMS	Aporte P.M. g/día	Balan. (1)
	Silo	Grano Exp.		Semilla			
	Maíz	Maíz	Soja	Algodón			
T0 Testigo negativo	68,1	31,9	--	--	72	234	0
T1 Silaje más urea	69,0	30,0	--	--	1,0	317	0
T2 Silaje más expeller de soja	69,7	23,0	7,3	--	--	342	0
T3 Silaje más semilla de algodón	66,3	13,0	--	20,7	--	339	0
T4 Testigo positivo	67,5	14,6	--	16,5	1,4	465	121

(1) Balance: Aporte de P M (g/día) menos requerimientos de PM (g/día) de un novillo de 250 kg. de peso vivo según la ganancia de peso estimada para cada dieta.

Para la evaluación de la respuesta animal, el consumo y la conversión de alimento en carne de dietas basadas en silaje de maíz picado fino, se conformaron las dietas planteadas en la tabla 2, las cuales se suministraron a 25 novillos Aberdeen Angus, de un peso inicial promedio de 222 ± 8,67 kg. alimentados a corral una vez por día, durante 84 días.

Los resultados de ganancia de peso (g/anim.día), consumo (% de peso vivo y gMS/kgPV0,75) y conversión (kg alimento /kg ganancia de peso) se detallan en la tabla 3.



● **Tabla 3:** Medias de mínimos cuadrados y error estándar de la media para ganancia de peso, consumo y conversión para cada tratamiento

	T0	T1	T2	T3	T4
Ganancia de peso (g/anim.día)	730 <sup>c</sup>	869 <sup>b</sup>	1006 <sup>a</sup>	946 <sup>ab</sup>	979 <sup>a</sup>
SEM	± 54	± 35	± 44	± 37	± 20
Consumo dieta (%PV)	3.01 <sup>b</sup>	3.15 <sup>a</sup>	3.08 <sup>ab</sup>	2.78 <sup>c</sup>	3.02 <sup>b</sup>
SEM	± 0.03	± 0.03	± 0.02	± 0.04	± 0.04
Consumo dieta (gMS/kgPV 0.75)	127.7 <sup>b</sup>	135.8 <sup>a</sup>	130.3 <sup>ab</sup>	121.3 <sup>c</sup>	129.0 <sup>b</sup>
SEM					
Conversión (kg alimento/kg ganancia de peso)	11.30 <sup>a</sup>	10.76 <sup>a</sup>	9.25 <sup>b</sup>	8.97 <sup>b</sup>	9.22 <sup>b</sup>
SEM	± 0.30	± 0.45	± 0.35	± 0.43	± 0.16

Letras distintas difieren significativamente p < 0.10

- El agregado de cualquiera de las fuentes de nitrógeno mejoró las ganancias peso de los novillos.

- Dentro de las dietas isoproteicas también hubo diferencias en el aumento de peso según el concentrado utilizado, siendo mayores los logrados con proteína verdadera (T2 y T3) respecto al uso de nitrógeno no proteico (urea) en T1.





- Comparando entre niveles de aporte de PM (T0 bajo. T1. T2 y T3 medio y T4 alto) se encontraron importantes diferencias entre los tratamientos con suplementación proteica respecto al testigo sin suplementación.

- En cuanto al consumo, se obtuvieron diferencias dentro de los tratamientos isoproteicos, lo que indica que la fuente de provisión de la PB afectó el consumo total de alimento. Posiblemente el alto contenido de lípidos de la dieta con semilla de algodón (T3) retarde la digestión de la fibra del silo y por ello el consumo sea menor. Sin embargo, este aporte de lípidos contribuye a la EM de la dieta y por ello no se observan diferencias en la ganancia de peso, mejorándose la conversión.

- La conversión de alimento en carne mostró una correspondencia con las ganancias de peso, obteniéndose las peores conversiones en los tratamientos testigo y con urea.

- El aporte de nitrógeno a dietas basadas en silaje de maíz mejora la ganancia de peso y la conversión, siendo mayor el efecto con el uso de proteína verdadera. El exceso de proteína metabolizable (mayor al requerimiento animal), provocado para lograr un adecuado aporte de nitrógeno a nivel ruminal, no produjo un mejoramiento en la performance.

Si se tiene en cuenta que hay zonas en las cuales las limitaciones climáticas y de suelo hacen que el cultivo de maíz sea riesgoso o sus rendimientos escasos, se plantea el cultivo de sorgo para la confección de silajes como una alternativa que despierta cada vez mayor interés ya que permite obtener mayores rendimientos y ofrecer más seguridad. Sin embargo, el valor nutritivo y por lo tanto la respuesta de animales alimentados exclusivamente con silajes de sorgo suele considerarse inferior a la que se

logra con silajes de maíz. Entre los principales factores que definen la calidad de un silaje de sorgo, se pueden mencionar el tipo de cultivar que se trate (granífero, azucarado, forrajero), existiendo actualmente cultivares en los que se ha incorporado un gen mutante, denominado BMR (Brown Mid Rib) o Nervadura Marrón, cuyo efecto es la disminución del contenido de lignina en los materiales en que está presente. Estos silajes de sorgo al igual que los silajes de maíz, son deficitarios en su aporte proteico para cubrir los requerimientos de bovinos, especialmente en animales jóvenes, por lo que se hace necesario la adición de concentrados proteicos cuando el silaje es utilizado como dieta base.

En las evaluaciones realizadas en el INTA Manfredi para determinar el efecto de la suplementación proteica de dietas basadas en silajes de sorgo, en primera instancia se simuló la contribución al aporte total de Proteína Metabolizable (PM) de diferentes fuentes proteicas y partir de ello, se definieron cuatro tratamientos isoproteicos con tres formas diferentes de contribución a la proteína metabolizable, logrados con el uso de tres fuentes de nitrógeno que varían en velocidad y sitio de digestión (urea, expeller de girasol y semilla de algodón). Se incluyó un testigo negativo sin suplementación proteica (T0). Los cinco tratamientos fueron isoenergéticos, con 2,45 Mcal de EM/kg MS.

En la tabla 4 se presenta la constitución de las dietas para cada uno de los tratamientos planteados. El silaje de sorgo presentó las siguientes características: 24,9 % MS; 487 g FDN/kgMS; 337 g FDA/kgMS; 56 g PB/kgMS y 2,27 Mcal/kgMS.

Tabla 4: Composición de las dietas para cada tratamiento. Aportes y balance de Proteína Metabolizable (PM)

Tratamientos	Porcentaje de los componentes de la dieta					PB dieta g/kgMS	Aporte P.M.	Balan. (1)
	Silaje Sorgo	Grano de Sorgo	Expeller Girasol	Semilla Algodón	Urea			
T0 Testigo negativo	72	28	--	--	--	65,2	270	-26%
T1 Silaje más urea	66.5	32	--	--	1,5	109	395	+10%
T2 Silaje más expeller de girasol más urea	64	29	6	--	1	109	390	+11%
T3 Silaje más expeller de girasol	58.2	24	17.8	--	--	109	383	+15%
T4 Silaje más semilla de algodón más urea	83.4	--	--	15.5	1,1	109	366	+9%

(1) Balance: Aporte de P M (g/día) menos requerimientos de PM (g/día) de un novillo de 170 kg de peso vivo, según la ganancia de peso estimada para cada dieta.



Se evaluó la respuesta animal, el consumo y la conversión de alimento en carne.

Los resultados de ganancia de peso (g/anim.día), consumo (gMS/kgPV0,75) y conversión (kg alimento /kg ganancia de peso) se detallan en la tabla 5.

● **Tabla 5:** Ganancia de peso, consumo y conversión del alimento por kg. de carne producida, para los diferentes tratamientos evaluados, en novillos británicos consumiendo silaje de sorgo (SS) como forraje base.

	Tratamientos	Ganancia de Peso (g/an/día)	Consumo (gMS/kg0,75)	Conversión (kg alimento/kg de ganancia de peso)
0	TESTIGO (SS)	206 ± 40,7 a	98,86 a	21,8
1	SS + UREA	716 ± 36,20 b	115,56 b	8,21
2	SS + EXPELLER GIRASOL + UREA	955 ± 45,90 c	131,00 c	7,27
3	SS + EXPELLER de GIRASOL	1059 ± 38,10 c	132,83 c	6,76
4	SS + SEMILLA de ALGODÓN + UREA	723 ± 57,40 b	93,82 a	6,58

Letras distintas difieren significativamente a = 0.05,  
Test LSD.

La corrección proteica en todos los tratamientos mejoró la respuesta animal respecto al silaje solo. Las mayores ganancias de peso, de alrededor de 1 kg/día, se obtuvieron con harina de girasol, tanto sola como combinada con urea. Con semilla de algodón la respuesta animal fue significativamente menor que con expeller de girasol, posiblemente por una disminución de la digestibilidad del silo debida a un alto porcentaje de lípidos de la dieta, que podría afectar el consumo total de materia seca y por otro lado, un bajo aporte de proteína microbiana a nivel intestinal ocasionado por un desbalance ruminal producido por un alto contenido de nitrógeno soluble y una baja disponibilidad de energía fermentecible. Cuando los requeri-

mientos proteicos fueron cubiertos en su totalidad por urea, la ganancia de peso fue similar a cuando fue combinada con semilla de algodón. El mayor consumo de MS y similar respuesta animal de T1 respecto a T4 podría explicarse por el costo energético que significaría la desintoxicación hepática del amonio en dietas ricas en nitrógeno de alta solubilidad.

La conversión de alimento en carne mejoró cuando los requerimientos proteicos fueron cubiertos por una fuente de proteína verdadera y de menor degradabilidad. Los bajos consumos del tratamiento con semilla de algodón ocasionaron que se logren las mejores conversiones y aunque la respuesta animal fue menor que con las





otras fuentes proteicas, el costo del alimento por kg. producido fue el más favorable por una aparente mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes.

Sin embargo, la posible conveniencia de usar semilla de algodón como suplemento proteico debe evaluarse considerando que la menor ganancia de peso obtenida, prolonga la duración del proceso de engorde y por lo tanto aumenta la cantidad total de alimento necesario.

Con la información generada para las dietas basadas en silajes de sorgo y maíz, se puede determinar el impacto económico del uso de distintos concentrados proteicos, según el costo y la conversión de las diferentes raciones. En todos los casos se pudo observar que un adecuado balance proteico mejora las eficiencias de conversión respecto al testigo y esto se refleja en un menor costo del kilo de carne producido; aunque en algunos casos este balance proteico, encarece el costo del kilo de materia seca de la ración. ●

---

#### <h`kZ,Z

CASTILLO, A.R., MELO, O.E. y G.C. BOETTO. 1998. Cálculo de los requerimientos energéticos y proteicos del ganado bovino lechero. Segunda Edición. Eudecor. Córdoba.

CORNELL UNIVERSITY NET CARBOHYDRATE & PROTEIN SYSTEM. 1994. Department of Animal Science Cornell University; DE LEÓN, M., USTARROZ, E., SIMONDI, J.M., BULASCHEVICH, M.Y C. BOETTO. 2000. Cinética de la degradación ruminal de la proteína de diferentes concentrados proteicos. Revista Argentina de Producción Animal. 20: Sup.1: 43-44. DE LEÓN, M., USTARROZ, E., BOETTO, C., SIMONDI, J.M. AND M. BULASCHEVICH. 2001. Protein sources for growing beef steers fed with a diet based on corn silage. Proceedings XIX International Grassland Congress. Brasil. pp 717 - 718. DE LEÓN, M.; USTARROZ, E.; SIMONDI, J. M.; CABANILLAS, A.; PEUSER, R.; LUNA PINTO, G.; BULASCHEVICH, M. y A. CASTILLO. 2001. Balance proteico de dietas basadas en silaje de sorgo. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal Vol. 9 Suplemento 1. pp 179.