



Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Córdoba

Informe Técnico N° 5. Año 2004

UTILIZACIÓN DE SILAJES EN PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA

Ing. Agr. (Mg. Sc.) Marcelo DE LEÓN

Contenido:

- ✓ Uso del cultivo de sorgo para la confección de silajes
- ✓ Resultados
- ✓ Conclusiones
- ✓ Evaluación de silajes de maíz y de sorgo azucarado con el Gen Nervadura Marrón (BMR)
- ✓ Suplementación proteica en la alimentación con silajes
- ✓ Resultados productivos y económicos del balance proteico de las dietas
- ✓ Bibliografía

Editor Responsable: Ing. Agr. (Mg. Sc.) Marcelo DE LEÓN

Centro Regional Córdoba

Estación Experimental Agropecuaria Manfredi - Ruta Nacional N° 9 Km. 636 (5988) Manfredi - Córdoba - Argentina Tel-Fax: 54-3572-493053/58/61

Área de Producción Animal - mdeleon@correo.inta.gov.ar

Proyecto Ganadero Regional: Mejoramiento de la Productividad y Calidad de la Carne Bovina en la Provincia de Córdoba

UTILIZACION DE SILAJES EN PRODUCCION DE CARNE BOVINA

La principal característica de los silajes de maíz y sorgo, que favorece su utilización en la producción de carne bovina, es su alto potencial de producción de forraje de buena calidad. Este aspecto es de fundamental importancia para la intensificación de los sistemas de producción, ya que uno de sus objetivos es el incremento de la carga animal, sin disminución en las ganancias de peso individuales, lo que permite además un mayor grado de utilización de las pasturas durante su ciclo de crecimiento con efectos directos sobre la productividad total del sistema.

Desde el punto de vista de las distintas estrategias de utilización de los silajes, se presentan una serie de alternativas, desde su uso como suplemento o como único alimento tanto en las épocas de restricción de oferta forrajera como en engordes a corral. En los casos en que se utilicen como principal fuente de alimentación, los silajes permiten la conformación de dietas totalmente balanceadas y acordes a distintos requerimientos animales y sistemas de producción.

Para la formulación de dietas en base a silajes de maíz o sorgo es necesario, en primer lugar, conocer el valor nutritivo del silo disponible, mediante el análisis de al menos las principales variables que lo definen (FDN, FDA, Dig., PB) a partir de lo cual se podrá planificar su corrección. Uno de los componentes que siempre es deficitario en estos silajes es su contenido proteico, por lo que se requiere de la adición de alguna fuente proteica que provea este nutriente. Por los mayores requerimientos proteicos de los animales jóvenes esta corrección es más importante en estos casos que con animales adultos.

Existen por otra parte, numerosos productos que pueden realizar este aporte proteico y que tienen distintas características desde el punto de vista de su degradabilidad ruminal y aportes como proteína pasante. Para lograr un adecuado balance de la dieta y poder cubrir los requerimientos de los animales a alimentar, se considera necesario un análisis de aportes y necesidades a nivel de Proteína Metabolizable.

El otro aspecto que se puede corregir en la calidad de un silo, es su valor energético definido básicamente por su contenido en grano. Mediante la adición de grano, se puede incrementar el valor energético de un silo hasta alcanzar el necesario para lograr las ganancias de peso esperadas.

Este aspecto cobra gran importancia en el caso de silajes de sorgos forrajeros que pueden proveer una gran cantidad de forraje pero de menor valor que el silaje de maíz. Mediante la adición de distintas proporciones de grano, ya sea de sorgo molido o maíz se han logrado ganancias de peso compatibles con invernadas de corta duración.

Otro aspecto importante al considerar la confección de silajes de sorgo forrajero es el momento de corte, ya que el mismo es determinante del rendimiento y la calidad del ensilado a lograr y por lo tanto de la respuesta animal posterior durante su utilización.

Debido a que siempre más del 50% del total del material ensilado corresponde a la planta (el resto es espiga o panoja), últimamente se está prestando especial atención a este componente generalmente de baja calidad.

Una de las estrategias que se está utilizando mediante el mejoramiento varietal, es la incorporación del gen “nervadura marrón” ligado a baja lignina, con lo cual se logra un incremento en la calidad de esta fracción del silaje y por lo tanto de su valor nutritivo total.

Estos silajes deben dejar de considerarse como una reserva forrajera de uso ocasional, para convertirse en un elemento estratégico en la planificación de sistemas de producción intensivos de alta producción y rentabilidad.

USO DEL CULTIVO DE SORGO PARA LA CONFECCIÓN DE SILAJES

En el área central argentina se ha incrementado la utilización de silajes, principalmente de maíz, para la producción de carne y leche. Sin embargo, hay zonas en las cuales las limitaciones climáticas y de suelo hacen que el cultivo de maíz sea riesgoso o sus rendimientos escasos. Es por ello, que el cultivo de sorgo para la confección de silajes es una alternativa que despierta cada vez mayor interés ya que permite obtener mayores rendimientos y ofrece más seguridad. No obstante, el valor nutritivo y por lo tanto la respuesta de animales alimentados exclusivamente con silajes de sorgos 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, en primer lugar, el tipo de sorgo de que se trate, ya sea éste granífero, forrajero o tipo azucarado.

Para todos los cultivares, el momento de confección del silaje es determinante del rendimiento y la calidad del mismo. Esto se debe a los importantes cambios en la composición de la planta y en el contenido de grano que ocurren con el avance en el grado de madurez del cultivo.

De esta manera, hay que considerar que existe un estado óptimo para la confección del silaje de sorgo que variará de acuerdo al tipo de sorgo.

Para sorgos graníferos, el principal factor a tener en cuenta es que el grano no se endurezca, o sea que no pase de grano pastoso. Para los sorgos forrajeros, el corte temprano no favorece la calidad del silo, ya que la planta debe tener un tenor de materia seca tal, y una cantidad de hidratos de carbono, que permita una buena condición de ensilado y al no haber aporte de grano por parte del cultivo este factor no entra en juego.

La alternativa de mejorar el valor nutritivo de los silos forrajeros es mediante la adición de grano.

Los resultados obtenidos en el INTA Rafaela y en Manfredi con sorgos forrajeros cosechados temprano con una planta más tierna, o tardío con la planta en estado más avanzado de madurez, han demostrado que en éste último caso se han logrado mayores rendimientos y mejores calidades. (Tabla 1.)

TABLA 1: PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SORGO FORRAJERO EN DISTINTOS MOMENTOS DE CORTE

Corte	Ton MS/ha	% MS	% PB	%FDN	%FDA	% Dig. MS
Corte Temprano	4.2	11.4	10.5	63.6	40.6	57.3
Corte Tardío	19.3	28.9	6.4	57.9	33.1	63.2

Los silos obtenidos con el forraje proveniente del cultivo en los distintos estados de crecimiento, también manifestaron las mismas diferencias que las observadas en el forraje antes de ser ensilado, o sea que la mayor calidad y las mejores propiedades fermentativas se lograron en el estado avanzado del cultivo.

TABLA 2: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SILAJES DE SORGOS FORRAJEROS EN DISTINTOS MOMENTOS DE CORTE

Corte	% MS	% PB	%FDN	%FDA	% Dig. MS
Corte Temprano	14.5	9.7	65.7	42.8	55.6
Corte Tardío	28.2	7.9	58.2	35.2	61.5

Fuente: Gagliotti, M.; Romero, L. A.; Bruno, O. A. Comerón, E. A.; Quaino, O. R. (1996)

Resultados de Ganancia de Peso en INTA Manfredi

En INTA Manfredi hemos evaluado la ganancia de peso que se logra con los silos de sorgos forrajeros en distintos momentos de corte y cómo se puede mejorar su valor nutritivo y por lo tanto la respuesta animal, mediante la adición de grano de sorgo, probando además la utilización de grano seco, molido o silo de grano húmedo.

Los resultados mostraron las mismas diferencias observadas en la calidad del silaje y se logró un mejoramiento de la respuesta animal con la adición de grano, actuando mejor el grano seco. (Tabla 3.)

TABLA 3: GANANCIA DE PESO (gr. / animal / día)

	TESTIGO	con 20% GRANO	con 40% GRANO	CONSUMO (kg MS/an. día)	
SILO TEMPRANO (con grano seco)	232	477	788	5,1	2,5 % PV
SILO TARDÍO (con grano húmedo)	521	554	671	8,0	3,3 % PV

Fuente: De León, M.; Ustarroz, E.; Simondi, J. M.; Cabanillas, A.; Peuser, R.; Luna Pinto, G.; Bulashevich, M. A.; Castillo. (2001)

Efecto del Tipo de Cultivar en Sorgos Azucarados

Dentro del tipo de sorgo, también influye el cultivar de que se trate, ya que existen diferencias importantes entre algunos tipos de cultivares. Por ejemplo, en los sorgos y maíces ha sido identificado un gen mutante, denominado BMR (Brown Mid Rib) o Nervadura Marrón que confiere características particulares a los cultivares que poseen este gen principalmente porque determina bajos contenidos de lignina en la planta.

El contenido de lignina, desde el punto de vista nutricional no es de valor para los animales por ser indigestible. Así, muy altos contenidos de lignina en la fibra tienen el efecto de hacer más lenta la digestión de los alimentos, con lo que disminuye el consumo de forraje y en consecuencia también lo hace la producción esperable del animal.

En el INTA Manfredi hemos evaluado el rendimiento, la calidad y la ganancia de peso de silos de sorgos azucarados normales y con el gen nervadura marrón.

Resultados

Los resultados obtenidos en el INTA Manfredi mostraron diferencias importantes entre los sorgos azucarados normales y con el gen nervadura marrón. En ambos casos, se lograron altos rendimientos de materia seca/hectárea, pero se obtuvo una mejor calidad con el sorgo nervadura marrón.

Esta mejor calidad determinada tanto a nivel del cultivo como del silaje confeccionado, también se vio reflejada en la mayor ganancia de peso lograda con este silo, cuyos valores fueron similares a los obtenidos con un buen silaje de maíz. (Tabla 4.)

TABLA 4: RESULTADOS

Cultivar	Rendimiento (Ton MS/ha)	Digestibilidad de la planta (%)	Digestibilidad del silaje (%)	Ganancia de peso (g/animal/día)
Azucarado normal	17.5	48.4	56.3	606.3
Azucarado BMR	14	62.7	68.9	959.7

Fuente: De León, M.; Ustarroz, E.; Simondi, J. M.; Cabanillas, A.; Peuser, R.; Luna Pinto, G.; Bulashevich, M. A.; Castillo. (2001)

Conclusiones

El cultivo de sorgo ofrece excelente alternativa para la confección de silajes de alto rendimiento, alta calidad y seguridad en el cultivo.

Hay muchos factores a tener en cuenta para la correcta elaboración de un buen silaje de sorgo y para su posterior utilización para obtener las mejores respuestas animales y el máximo beneficio económico.

Entre estos factores hay que recordar que 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, debido a sus elevadas necesidades proteicas. Estas deficiencias se presentan cuando los silajes de sorgo son utilizados como único alimento o con la adición de grano, situación en la que son usados mas frecuentemente. Es por ello que se hace necesario la adición de concentrados proteicos cuando el silaje es utilizado como dieta base. En INTA Manfredi hemos evaluado distintas alternativas de balance proteico de dietas habiendo obtenido diferencias importantes según sea el producto que se utilice.

EVALUACIÓN DE SILAJES DE MAÍZ Y DE SORGO AZUCARADO CON EL GEN NERVADURA MARRÓN (BMR)

Los sorgos (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) con el gen mutante BMR (Brown Mid Rib) o Nervadura Marrón (NM), tienen un contenido reducido y alterado de lignina comparados con sus contrapartes normales. Se han observado disminuciones en la concentración de lignina en sorgos mutantes en un rango del 5 al 50%. Esta característica mejora el valor nutritivo del forraje, como ha sido probado en evaluaciones en laboratorio. Sin embargo, para conocer su potencialidad como recurso forrajero, es necesario evaluar su efecto sobre la respuesta animal en comparación con recursos alternativos como el maíz.

El objetivo de este trabajo fue comparar silajes de distintos cultivares de maíz, con uno de sorgo azucarado con el gen NM, analizando su efecto sobre el consumo de forraje y la ganancia de peso de novillos. Se desarrolló un ensayo de alimentación a corral comparando dietas en base a silajes de maíz y sorgo.

Se definieron cuatro tratamientos: Sorgo cultivar Sunchales (Nervadura Marrón); Maíz Atigrado; Maíz Pioneer y Maíz Nevado cuyos silajes fueron confeccionados en el estado de grano pastoso. Todos los tratamientos tuvieron el agregado de un suplemento proteico para la formulación de dietas isoproteicas, con una concentración de PB del 11,8%. El concentrado empleado fue expeller de girasol más urea para todas las dietas.

En cada tratamiento se utilizaron 10 novillos, divididos en dos corrales considerándose cada corral como una repetición. El peso inicial de los novillos fue de 147 kg y fueron alimentados durante 100 días.

Se evaluaron la ganancia de peso vivo y el consumo de materia seca total mediante la diferencia entre el suministro y el rechazo diario de forraje para cada corral, durante tres períodos de cinco días cada uno. Se planteó un diseño experimental totalmente aleatorizado con dos repeticiones.

Los resultados se analizaron mediante Test de Tukey. La composición promedio de las dietas resultantes para los tratamientos fue: 86,5% de silaje, 12,5% de expeller de girasol y 1% de urea. Las calidades de los silajes se presentan en la Tabla 1.

TABLA 1. COMPOSICIÓN DE LOS SILAJES DE MAÍZ Y SORGO NERVADURA MARRÓN.

<i>Cultivar</i>	<i>% MS</i>	<i>% PB</i>	<i>% FDN</i>	<i>% FDA</i>	<i>% Dig.</i>	<i>C.E.</i>
Sorgo Sunchales	31,12	4,77	47,21	32,08	65,38	2,35
Maíz Nevado	31,78	4,93	53,93	34,68	63,57	2,29
Maíz Atigrado	37,49	4,77	53,83	33,37	64,49	2,32
Maíz Pioneer	35,01	4,63	54,27	33,58	64,34	2,32

No se encontraron diferencias significativas entre los cultivares empleados. En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de consumo y ganancia de peso.

TABLA 2: CONSUMO EN PORCENTAJE DEL PESO VIVO (% PV), CONSUMO POR UNIDAD DE TAMAÑO METABÓLICO (GR./UTM) Y GANANCIA DE PESO (KG/ANIMAL/DIA).

<i>Tratamiento</i>	Consumo (% del PV)	Consumo (gr./UTM)	Ganancia de Peso (Kg/an/día)
<i>Maíz Pioneer</i>	$3,41 \pm 0,207$ ab	129.34 ± 7.857 ab	0.816 ± 0.013 a
<i>Maíz Atigrado</i>	$3,71 \pm 0,044$ a	139.93 ± 1.506 a	0.720 ± 0.013 a
<i>Maíz Nevado</i>	$3,20 \pm 0,079$ b	119.13 ± 2.416 b	0.780 ± 0.099 a
<i>Sorgo Sunchales</i>	$3,85 \pm 0,060$ a	141.99 ± 4.114 a	0.670 ± 0.057 a

Letras distintas difieren significativamente ($P < 0.05$)

El consumo ya sea en relación al PV o por unidad de tamaño metabólico fue mayor en Sorgo Sunchales, lo que podría atribuirse a que la cantidad de FDN del sorgo es menor, aumentando así la capacidad de ser consumido. Los mayores consumos obtenidos con el Sorgo Sunchales y la mayor calidad mostrada en los análisis de laboratorio no se reflejan en la ganancia de peso, debido a que el grano en el silaje está entero y no es aprovechado totalmente por el animal, no ocurriendo de la misma manera en laboratorio, ya que las muestras son molidas para sus correspondientes análisis, lo que hace disponible la totalidad del grano.

De acuerdo a los resultados obtenidos donde no se encuentran diferencias en la respuesta animal entre los tratamientos, se concluye que el Sorgo Nervadura Marrón es una alternativa competitiva respecto a los maíces, sobre todo en zonas donde el cultivo de maíz podría tener alguna limitante.

En otro de los trabajos realizados, el objetivo fue comparar silajes de distintos cultivares de sorgos nervadura marrón: Dairy Master, Arroyito y Sunchales (sileros azucarados) y Candy Grass (forrajero) con un híbrido silero de maíz (Pioneer 30F16), analizando su efecto sobre el consumo de forraje, la ganancia de peso de novillos y la conversión.

En este caso, se desarrollaron ensayos de alimentación a corral con dietas en base a silajes de sorgos y maíz con la utilización de un suplemento proteico para la formulación de dietas isoproteicas (9% PB).

El concentrado empleado fue expeller de girasol + urea para todas las dietas. La composición promedio de las dietas resultantes para los tratamientos fue: 87% de silaje, 12% de expeller de girasol y 1% de urea. A esto se agregó 40 gr./animal/día de un núcleo mineral Farnesa.

En cada uno de los cinco tratamientos se utilizaron 10 novillos divididos en dos corrales, con un peso inicial de 193 Kg, alimentados durante 117 días. Se evaluó el consumo de materia seca total, durante cuatro periodos de cinco días cada uno, la ganancia de peso vivo en distintos momentos a lo largo de todo el periodo de duración del ensayo y la conversión.

En las Tabla 3 y 4 se presentan los resultados obtenidos de ganancia de peso, consumo en % del PV, consumo en kg. de materia seca (MS) por animal (an.) por día y conversión de materia seca de silo en carne.

TABLA 3:GANANCIA DE PESO (KG/ANIMAL/DIA)

Híbrido	ADPV (Gr.) 1° y 3° Pesada 68 días	ADPV (Gr.) 3° y 5° Pesada 49 días	ADPV (Gr.) 1° y 5° Pesada 117 días
Dairy Master	728,00 a	859,18 a	783,00 a
Candy Grass	683,50 a	836,75 a	747,50 a
Arroyito	767,50 a	814,50 a	787,00 a
Sunchales	643,50 a	761,50 a	710,00 a
Maíz Testigo	743,00 a	848,00 a	787,50 a

Letras distintas difieren significativamente ($P < 0.05$)

TABLA 4: CONSUMO (% PV), CONSUMO (KG. MS/ANIMAL/DÍA) Y CONVERSIÓN (KG. SILO/KG. CARNE)

Híbrido	Consumo (% PV)	Consumo (Kg. MS/an./día)	Conversión (Kg. silo/kg. carne)
Dairy Master	2,57 a	6,71	8,57
Candy Grass	2,81 a	7,23	9,67
Arroyito	2,66 a	7,00	8.89
Sunchales	2,49 a	6,35	8.94
Maíz Testigo	2,74 a	7,14	9,06

Letras distintas difieren significativamente ($P < 0.05$)

Los resultados de ganancia de peso, consumo en % del PV, consumo en kilos de materia seca (MS) por animal (an.) por día y de conversión de materia seca de silo en carne, no presentaron diferencias significativas entre los distintos materiales evaluados.

También en este caso, y de acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que el Sorgo Nervadura Marrón es una alternativa competitiva respecto al maíz.

SUPLEMENTACIÓN PROTEICA EN LA ALIMENTACIÓN CON SILAJES

El uso de los 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 una perspectiva de seguir aumentando.

De acuerdo al relevamiento del Proyecto Integrado PROPEFO (INTA, 1998) 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 la campaña 97/98, estimándose una proyección de 700.000 ha. para el año 2.000/01.

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 sumado a la posibilidad de ser utilizados en épocas de déficit de otros forrajes, los convierten en una herramienta estratégica para mejorar la eficiencia de producción de los sistemas ganaderos (Melo, 1998).

¿Por qué es necesario suplementar con proteína las dietas basadas en silajes?

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.

El contenido de proteína normalmente fluctúa en promedio entre un 6 y 9% pero presenta una variabilidad muy amplia. Como ejemplo de ello, Gaggiotti et al (1996) en su publicación "Tabla de Composición Química de alimentos" basada en análisis realizados en la zona de influencia del INTA Rafaela, presenta valores máximos y mínimos de 20% y 4,6% de Proteína Bruta (PB) respectivamente, tanto para silajes de maíz como de sorgos.

Es por ello que en primer lugar, se hace necesario conocer en cada caso cuál es el valor obtenido de PB para poder tener adecuadamente caracterizado cada uno de los silajes y así poder 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, lo que provoca no sólo restricciones para una adecuada nutrición animal, sino que esto se refleja en los resultados productivos y económicos.

Es por ello que se hace necesaria la adición de concentrados proteicos cuando estos silajes son utilizados como dieta base.

¿Cuáles son los criterios que hay que tener en cuenta para definir el 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 (Chamberlain and Wilkinson, 1996). 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) (AFRC, 1993). Se entiende por PM (Castillo, Melo y Boetto, 1998) 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 cuantificar los distintos concentrados proteicos se realiza mediante 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.

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

Contando con esta caracterización de los diferentes concentrados proteicos se puede lograr un adecuado balance dietario, lo 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 realizada en INTA Manfredi (De León et. al. 2.000) 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

Resultados Productivos y Económicos del Balance Proteico de las Dietas

Para determinar el efecto del uso de distintos concentrados proteicos 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 la 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 gr. FDN/kgMS; 301,5 gr. FDA/kgMS; 55,6 gr. 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 Maíz	Grano Maíz	Exp. Soja	Semilla Algodón	Urea			
T0 Testigo negativo	68,1	31,9	--	--	--	72	234	0
T1 Silaje + urea	69,0	30,0	--	--	1,0	97	317	0
T2 Silaje + expeller de soja	69,7	23,0	7,3	--	--	97	342	0
T3 Silaje + semilla de algodón	66,3	13,0	--	20,7	--	97	339	0
T4 Testigo positivo	67,5	14,6	--	16,5	1,4	137	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 $222 \pm 8,67$ kg alimentados a corral una vez por día, durante 84 días.

Los resultados de ganancia de peso (gr./anim.día), consumo (% de peso vivo y gr. MS/kgPV^{0.75}) y conversión (kg. alimento/kg. ganancia de peso) se detallan en la Tabla 3.

TABLA 3: MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS Y ERROR STANDARD 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 c	869 b	1006 a	946 ab	979 a
SEM	± 54	± 35	± 44	± 37	± 20
Consumo dieta (%PV)	3.01 b	3.15 a	3.08 ab	2.78 c	3.02 b
SEM	± 0.03	± 0.03	± 0.02	± 0.04	± 0.04
Consumo dieta (gMS/kgPV ^{0.75})	127.7 b	135.8 a	130.3 ab	121.3 c	129.0 b
SEM					
Conversión (kg alimento/kg ganancia de peso)	11.30 a	10.76 a	9.25 b	8.97 b	9.22 b
SEM	± 0.30	± 0.45	± 0.35	± 0.43	± 0.16

Letras distintas difieren significativamente $p < 0.10$

El agregado de una fuente 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 y obviamente se mejora la conversión.

La conversión de alimento en carne mostró 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.

En las evaluaciones realizadas en INTA Manfredi (De León et. al. 2001) 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 la 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 gr. FDN/kg. MS; 337 gr. FDA/kg. MS; 56 gr. PB/kg. MS y 2,27 Mcal EM/kg. MS.

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 + urea	66,5	32	--	--	1,5	109	395	+10%
T2 Silaje + expeller de girasol + urea	64	29	6	--	1	109	390	+11%
T3 Silaje + expeller de girasol	58,2	24	17,8	--	--	109	383	+15%
T4 Silaje + semilla de algodón + 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 (gr./an. día), consumo (gr. MS/kg. PV^{0,75}) y conversión (kg. de alimento/kg. de 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 (gr./an./día)	Consumo (gr. MS/kg. PV ^{0,75})	Conversión (kg. de alimento/kg. de ganancia de peso)
T0	TESTIGO (SS)	206 ± 40,7 a	98,86 a	21,8
T1	SS + UREA	716 ± 36,20 b	115,56 b	8,21
T2	SS + EXPELLER GIRASOL + UREA	955 ± 45,90 c	131,00 c	7,27
T3	SS + EXPELLER de GIRASOL	1059 ± 38,10 c	132,83 c	6,76
T4	SS + SEMILLA de ALGODÓN + UREA	723 ± 57,40 b	93,82 a	6,58

Letras distintas difieren significativamente $\alpha = 0.05$, 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 combina con urea. Con semilla de algodón, la respuesta animal fue significativamente menor que con expeller de girasol, posiblemente debido a 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 metabolizable fermentable.

Cuando los requerimientos 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 que pese a que la respuesta animal fuera 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.

Los resultados mostraron que un adecuado balance proteico de las dietas basadas en silajes, mejora las eficiencias de conversión respecto a los testigos 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.

BIBLIOGRAFÍA

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. (1993). Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. C.A.B. International. Wellingford. U. K.

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.

CHAMBERLAIN, A.T. and J.M. WILKINSON. (1996). Feeding the dairy cow. Chalcombe Publications. 241 pp.

CORNELL UNIVERSITY NET CARBOHYDRATE & PROTEIN SYSTEM. (1994). Department of Animal Science Cornell University.

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., 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.; 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.

GAGGIOTTI, M.; ROMERO, L. A.; BRUNO, O.A.; COMERON, E. A.; QUAINO, O.R. (1996). Tabla de composición química de alimentos. INTA. Centro Regional Santa Fe. EEA Rafaela.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA). (1998). Resultados de cuatro años del Proyecto Integrado de Pérdidas en Forrajes Conservados (PROPEFO).

MELO, O.E. (1998). El impacto de los silajes de maíz y sorgo en los sistemas de producción de carne y leche. En: Resúmenes de Jornada de Suplementación y Empaste. INTA Manfredi. 11 de septiembre.