

SUPLEMENTACION CON SILAJES DE PLANTA ENTERA A BOVINOS EN PASTOREO: Efectos sobre la producción y el ambiente ruminal (Revisión)¹

Wholeplant silage as a supplement for grazing cattle: Effects on productive performance and ruminal environment (A review)

ABDELHADI, L.O.^{2,3}, SANTINI, F.J.^{2,3} y GAGLIOSTRO G.A.³

² Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Mar del Plata

³ INTA – Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Argentina

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación con silajes de planta entera de maíz o sorgo a bovinos para carne o leche en pastoreo, sobre la producción y el ambiente ruminal. Para ello se construyó una base de datos a partir de 29 trabajos, cada uno de los cuales incluyó un tratamiento control (sin suplementación), siendo la base de la alimentación pasturas o verdes. En bovinos para carne la suplementación redujo el consumo de pastura ($P < 0,01$) no afectando el consumo total de MS ($P < 0,56$), siendo el coeficiente de sustitución promedio (CS) calculado de $0,75 \pm 0,16$. Además permitió incrementar la carga ($P < 0,01$) sin disminuir las ganancias de peso vivo de los animales ($P < 0,91$). En bovinos para leche la suplementación también redujo el consumo de pastura (CP) ($P < 0,01$) (CS = $0,6 \pm 0,39$), incrementando el consumo total de MS (CTMS) ($P < 0,01$) y la producción de leche (PL) ($P < 0,01$). Del análisis de correlación realizado, se destaca la asociación entre PL y CS ($r = -0,80$, $P < 0,01$) y % de silaje en la dieta (%SD) y concentración ruminal de N-NH₃ ($r = -0,68$, $P < 0,01$). No hubo diferencias en el pH ruminal ($P < 0,49$), ni en la concentración total de AGV ($P < 0,15$), registrándose una tendencia hacia una menor relación Ac:Pr por efecto de la suplementación ($P < 0,09$). Se concluye que la suplementación en bovinos para carne permite incrementar la carga sin afectar las GPV, mientras que en bovinos lecheros permitiría una mayor producción individual, pero de no tenerse en cuenta el efecto de sustitución se estaría sub-utilizando el forraje en pastoreo directo. Los ambientes ruminales serían adecuados para bovinos en pastoreo, permitiendo así evitar los efectos asociativos negativos generados por altas concentraciones de almidón a nivel ruminal.

Palabras clave: suplementación, pastoreo, silajes de planta entera, bovinos.

Abreviaturas utilizadas: CS= coeficiente de sustitución, CP= consumo de pastura o verdeo, CTMS= consumo total de materia seca, GPV= ganancia diaria de peso vivo, N-NH₃= concentración ruminal de nitrógeno amoniacal, AGV= concentración ruminal total de ácidos grasos volátiles, Ac:Pr= relación entre los ácidos acético y propiónico, DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la MS, FDN= fibra detergente neutro, PB= proteína bruta.

¹ Trabajo realizado durante el Curso de Posgrado en Producción Animal (ciclo 1998-2000) de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP – INTA EEA Balcarce. Dirección actual: Ferrari N°184 CP(1980), Cnel. Brandsen, Bs.As. e-mail: leandroabdelhadi@hotmail.com

SUMMARY

The aim of the review was to evaluate the effect of wholeplant corn and sorghum silage supplementation on productive performance and ruminal environment, in beef and dairy grazing cattle. All publications (29) included a control treatment, being pastures the base of the diet. In beef cattle, supplementation reduced pasture intake ($P < 0.01$) without affecting total DM intake (TDMI) ($P < 0.01$), being 0.75 ± 0.16 the substitution rate (SR). Besides, allowed to increase stocking rate ($P < 0.01$) without decreasing liveweight gains (LWG) ($P < 0.91$). In dairy cattle, supplementation reduced pasture intake ($P < 0.01$) (SR = 0.6 ± 0.39), increasing TDMI and milk production (MP) ($P < 0.01$). Of the correlation analysis, higher relations were found between SR and MP ($r = -0.80$, $P < 0.01$), and between % of silage in diet (%SD) and ruminal ammonia concentration (N-NH₃) ($r = -0.68$, $P < 0.01$). Neither ruminal pH ($P < 0.49$) nor volatile fatty acids (VFA) concentration ($P < 0.15$), was affected, finding a trend to decreased in Ac:Pr relation ($P < 0.09$) with supplementation. Silage supplementation allowed to increase stocking rate, without decreasing LWG in beef cattle; while in dairy cattle allowed to increase individual milk production, but substitution rates could affect the economic profit of supplementation. Ruminal environment was adequate for grazing cattle, allowing to avoid negative associative effects of high starch concentrations in rumen.

Keywords: supplementation, grazing, wholeplant silages, cattle.

INTRODUCCION

Poca atención ha sido puesta en el rol de los silajes de planta entera de maíz y sorgo como suplementos de bovinos en pastoreo. La mayoría de los trabajos se han realizado en condiciones de alimentación en donde altos niveles de forrajes conservados o granos constituyen la dieta base de los animales, lo cual limita la extrapolación de dicha información a situaciones en donde los forrajes en pastoreo directo constituyen la base de la alimentación.

El uso de silajes de planta entera de maíz y sorgo está creciendo en Argentina, ya que son cultivos que producen altos volúmenes de materia seca por hectárea, generando así un bajo costo por tonelada de alimento (30 a 50\$/ton de MS, para rindes de 18 a 9 ton de MS/ha). El aporte energético de los mismos depende de la concentración y digestibilidad de la pared celular y del contenido y procesamiento del grano al momento del ensilado (6). Información internacional pone de manifiesto mejoras en la producción de carne por hectárea cercanas al 30%, al utilizar silajes de planta entera respecto de utilizar sólo grano como suplemento de bovinos en pastoreo (8). Este tipo de silajes, puede además constituir más de la mitad de la dieta de animales en pastoreo, siempre y cuando el nivel proteico de la pastura sea adecuado ($\geq 16\%$), o el mismo sea incrementado a través de la suplementación (7). Por último, y por tratarse de un forraje conservado, la utilización de silajes de planta entera atenúa el riesgo de efectos asociativos negativos de los excesos de almidón de los granos de cereales sobre la digestión ruminal de la fibra (3).

La presente revisión bibliográfica analiza la información existente sobre suplementación con silajes de planta entera a bovinos en pastoreo, siendo el objetivo identificar algún patrón de respuesta a la suplementación y detectar aquellas áreas en donde la información es aún escasa.

BASE DE DATOS Y DESCRIPCION DEL ANALISIS REALIZADO

La base de datos estuvo integrada por 29 trabajos, de los cuales 12 fueron conducidos con novillos y vaquillonas como animales experimentales, mientras que en los 17 restantes se utilizaron vacas lecheras en sus diferentes estadios fisiológicos. Todos los trabajos utilizados incluyen un tratamiento control (100% pastura o verdeo) *versus* un tratamiento suplementado con silajes, siendo la base de la alimentación pasturas o verdes en pastoreo directo.

En los trabajos con bovinos para carne, el 75% utilizó silaje de maíz como suplemento mientras que el resto utilizó silaje de sorgo. Los silajes fueron incluidos en las dietas de los animales en un 37% en promedio (base MS), con un rango que va del 12 al 67% de la dieta total. La dieta base estuvo constituida por pasturas y verdes, cuya disponibilidad y parámetros de calidad se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Disponibilidad de forraje y composición química de las pasturas (bovinos para carne)

Table 1: *Herbage allowance and chemical composition of pastures (beef cattle).*

| | Media | D.S. |
|-------------------------|-------|------|
| Disponibilidad, kgMS/ha | 2670 | 462 |
| Materia seca, % | 29,5 | 7,2 |
| DIVMS ¹ | 70,3 | 10,6 |
| FDN ¹ | 40,1 | 5,2 |
| PB ¹ | 17,1 | 5,5 |

¹ Expresado como % de la MS; D.S. Desvío estándar. DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la MS, FDN= fibra detergente neutro, PB= proteína bruta.

El tenor promedio de MS de los silajes utilizados fue de 32,1% ($\pm 6,6$) con una digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) del orden de 63,4% ($\pm 5,6$), un contenido de 55,4% ($\pm 7,1$) de fibra detergente neutro (FDN) y de 8,6% ($\pm 0,9$) de proteína bruta (PB).

La duración media de los trabajos fue de 101 días (± 27), utilizándose un total de 334 animales con un peso promedio de 274 kg (± 84) siendo el número promedio de animales por tratamiento (n) de 13 ($\pm 7,5$).

Debido a la escasa información existente en animales para carne en cuanto al ambiente ruminal generado por la suplementación con silajes, se analizaron 17 trabajos realizados con vacas lecheras como animales experimentales considerando además el consumo de materia seca y la producción de leche.

Todos los trabajos analizados con vacas lecheras utilizaron el silaje de maíz como suplemento, el cual constituyó el 33% (± 11) de la dieta de las vacas sobre base MS. La base de la alimentación estuvo compuesta por pasturas monofíticas, polifíticas o verdes de invierno. La disponibilidad y calidad promedio de las pasturas y/o verdes utilizadas se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Disponibilidad de forraje y composición química de las pasturas (bovinos lecheros).

Table 2: *Herbage allowance and chemical composition of pastures (dairy cattle).*

| | Media | D.S. |
|-------------------------|-------|------|
| Disponibilidad, kgMS/ha | 3897 | 1239 |
| Materia seca, % | 21,3 | 5,8 |
| DIVMS ¹ | 69,6 | 5,2 |
| FDN ¹ | 41,6 | 12,2 |
| PB ¹ | 19,9 | 5,2 |

¹ Expresado como % de la MS; D.S. Desvío estándar. DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la MS, FDN= fibra detergente neutro, PB= proteína bruta.

En el caso de bovinos lecheros, la calidad promedio de los silajes resultó superior a la registrada en los trabajos analizados con animales para carne (MS: $31,5 \pm 4,5\%$, DIVMS: $68,5 \pm 4,8\%$, FDN: $50 \pm 4,6\%$ y PB: $7,7 \pm 1,9\%$). Las concentraciones de almidón registradas fueron de $22,4 \pm 4,3\%$.

El promedio de peso vivo de las vacas fue de 508 ± 45 kg, utilizándose un total de 327 animales con un promedio de $6,6 (\pm 3,6)$ animales por tratamiento. En un solo trabajo se utilizaron vacas no lactantes, mientras que en el resto hubo vacas en lactancia temprana, media y tardía, siendo la duración media de los ensayos de $59 (\pm 39)$ días.

El análisis de los datos fue realizado utilizando los procedimientos MEANS, CORR y REG del paquete estadístico SAS (28).

RESULTADOS Y DISCUSION

Efectos de la suplementación con silaje de maíz o sorgo en bovinos para carne.

En el Cuadro 3 se presenta el efecto de la suplementación con silajes de planta entera sobre la ganancia de peso y el consumo de bovinos para carne. Los valores observados en el cuadro representan la diferencia promedio entre los animales suplementados y el grupo control, estimada mediante el test t de Student para medias apareadas. Además se presenta el desvío estándar así como el valor máximo y mínimo para cada una de las variables analizadas.

Cuadro 3: Efecto de la suplementación con silajes de planta entera (maíz o sorgo) sobre la ganancia de peso, el consumo y la carga animal en bovinos para carne. ⁽¹⁾

Table 3: Effect of wholeplant silage supplementation (corn or sorghum) on average daily gain, dry matter intake and stocking rate in beef cattle. ⁽¹⁾

| Item | N | Media | D.S. | Min | Max | P< |
|----------------|----|--------|------|-------|-------|------|
| GPV, kg/día | 17 | -0,004 | 0,03 | -0,25 | -0,21 | 0,91 |
| CTMS, kgMS/día | 14 | -0,124 | 0,21 | -1,23 | 1,30 | 0,56 |
| CTP, kgMS/día | 8 | -2,185 | 0,41 | -4,37 | -0,90 | 0,01 |
| Carga, cab/ha | 6 | 3,25 | 0,8 | 1,5 | 6,9 | 0,01 |

⁽¹⁾ Los valores representan la diferencia promedio entre los animales suplementados y los control, test t de Student para diferencias apareadas.

Referencias : Juan y otros (12), Juan y otros (13), Juan y Jouly (14), Pavan y otros (23), Pieroni y otros (26), Pordomingo (27), Pordomingo y otros (no publicado), Vogel y otros (38) y Wales y Moran (39). GPV = ganancia diaria de peso vivo; CTMS = consumo total de materia seca; CTP = consumo total de pastura o verdeo; n = número de comparaciones; D.S. = desvío estándar; Min = valor mínimo; Max = valor máximo.

La suplementación con silajes de planta entera de maíz o sorgo produjo una reducción en el consumo de pastura o verdeo (CP) ($P < 0,01$), sin afectar el consumo total de materia seca (CTMS) de los animales ($P < 0,56$) (Cuadro 3). El coeficiente de sustitución (CS) promedio calculado ($CS = (CP \text{ del control} - CP \text{ del suplementado}) / \text{consumo de suplemento}$) fue de $0,75 \pm 0,16$ kg MS de forraje por kg de MS de silaje, para un rango de suplementación que osciló entre 0,8 y 3,9 kg de MS por animal y por día.

Phillips (24) comunica para el caso particular de los silajes, coeficientes de sustitución que van desde 0,47 a 1,4 kg MS de forraje por kg de MS de silaje consumido, estando los valores obtenidos en la presente revisión dentro del rango propuesto por dicho autor. Por otro lado Horn y McCollum (10), concluyen que se habla de la sustitución como de algo negativo y proponen considerar las ventajas económicas de explotar dicha sustitución, incrementando la carga sobre pasturas o acortando los períodos en los que debemos utilizar otros forrajes. En este contexto,

puede observarse que la carga resultó significativamente superior ($P<0,01$) en los tratamientos suplementados con silajes (Cuadro 3), no habiendo reducciones en las ganancias diarias de peso vivo (GPV) ($P<0,91$). Por ello es de esperar una mejora en la producción de carne por hectárea, por efecto de la suplementación.

El efecto de la suplementación sobre el aumento de la carga animal y la ganancia de peso vivo, en relación a los animales control, se presenta en la Figura 1. Los valores observados en la figura representan la diferencia promedio (expresada en porcentaje) entre los animales suplementados y el grupo control, estimada mediante el test t de Student para medias apareadas.

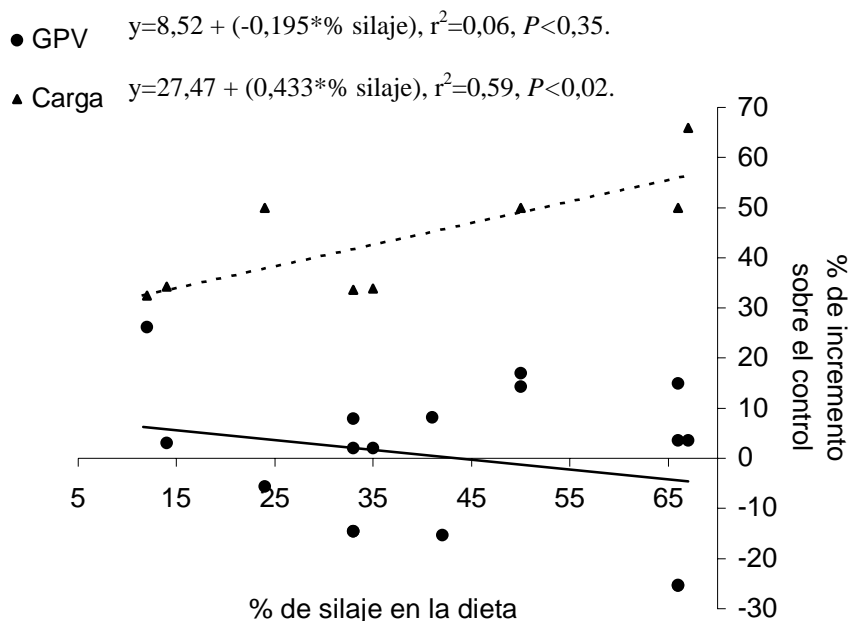


Figura 1: Respuesta a la suplementación con silajes de planta entera sobre la ganancia de peso vivo (GPV) y la carga animal en bovinos para carne en pastoreo.

(% de incremento sobre el control = $\frac{\text{suplementado} - \text{control}}{\text{suplementado}} * 100$)

Figure 1: Increases in average daily gain and stocking rate over a control treatment (100% forage), obtained when wholeplant silages were used as supplements in grazing beef cattle.

En la figura se observa que a partir de un mínimo de 12% de silaje en la dieta hasta un máximo de 67% (base MS), la carga puede ser incrementada desde 35,7 a 56,5%, sin resentir la GPV, para un rango de concentración proteica del forraje base que va de 11,6 a 22,6%. Debe quedar claro que a menor concentración proteica del forraje base, el % de suplemento a utilizar deberá ser menor, a fin de no generar raciones con tenores de PB inferiores al 12% -mínimo recomendado en bovinos para carne en crecimiento/terminación-(21). Caso contrario, el uso de una fuente proteica sería necesario.

Este resultado es consistente con lo observado por Vogel y otros (38), quienes concluyeron que dar silajes *ad libitum* como suplemento permite incrementar la carga al doble sin disminuir las GPV. Este patrón de respuesta es consecuencia de la presencia de efectos asociativos positivos entre pasturas y silajes, los cuales según Dixon y Stockdale (3), se deben primariamente a cambios en el consumo y/o digestibilidad de los componentes fibrosos del forraje. En este sentido Vogel y otros (38), concluyeron que la suplementación con silaje de sorgo incrementó la

extensión de la degradación ruminal de la MS y FDN del forraje en un 20 y 28% respectivamente, elevando las tasas de digestión ruminal de la MS y FDN. Según los autores este mecanismo explicaría parcialmente los efectos asociativos anteriormente mencionados.

Efectos de la suplementación con silaje de maíz en bovinos para leche.

En el Cuadro 4, se presentan las respuestas promedio obtenidas cuando el silaje de planta entera de maíz fue utilizado como suplemento de vacas lecheras en pastoreo. Los valores presentados en el cuadro representan la diferencia promedio entre los animales suplementados y el grupo control sin suplementación, estimada mediante el test t de Student para medias apareadas. Además se observa el desvío estándar así como el valor máximo y mínimo para cada una de las variables presentadas.

Cuadro 4: Efecto de la suplementación con silaje de planta entera de maíz sobre la performance productiva y el ambiente ruminal en bovinos para leche. ⁽¹⁾

Table 4: Effect of wholeplant corn silage supplementation on productive performance and ruminal environment in dairy cattle. ⁽¹⁾

| Item | n | Media | D.S. | Min | Max | P< |
|---------------------------|----|-------|------|-------|------|------|
| Leche, lts/día | 29 | 1,83 | 0,31 | -1,30 | 5,10 | 0,01 |
| CTMS, kgMS/día | 30 | 2,31 | 0,37 | -1,65 | 6,38 | 0,01 |
| CTP, kgMS/día | 30 | -3,12 | 0,57 | -8,70 | 2,25 | 0,01 |
| pH | 17 | 0,04 | 0,06 | -0,40 | 0,50 | 0,49 |
| N-NH ₃ , mg/dl | 18 | -10,2 | 3,58 | -49,0 | 5,00 | 0,01 |
| AGV, mmol/l | 17 | -5,55 | 3,71 | -26,0 | 15,0 | 0,15 |
| Ac:Pr | 17 | -0,10 | 0,05 | -0,40 | 0,20 | 0,09 |

⁽¹⁾ Los valores representan la diferencia entre los animales suplementados y los control, test t de Student para diferencias apareadas.

Referencias : Elizalde (3), Holden y otros (9), Moran y otros (17), Moran y Stockdale (18), Moran (19), Moran y Croke (16), Stockdale (30), Stockdale (31), Stockdale (32), Stockdale (34), Stockdale (35), Stockdale y Dellow (36), Stockdale (33) y Valk (37). CTMS = consumo total de materia seca; CTP = consumo total de pastura o verdeo; N-NH₃ = concentración ruminal de nitrógeno amoniacal; AGV = concentración ruminal de ácidos grasos volátiles; Ac:Pr = relación entre los ácidos acético y propiónico n = número de comparaciones; D.S. = desvío estándar; Min = valor mínimo; Max = valor máximo.

En concordancia con lo observado en bovinos para carne (Cuadro 3), la suplementación con silaje de maíz planta entera redujo significativamente el CP ($P<0,01$) detectándose un CS promedio del orden de 0,60 ($\pm 0,39$). La reducción en el CP fue compensada por el consumo de silaje, incrementándose el CTMS ($P<0,01$) en los animales suplementados (Cuadro 4). Dichos incrementos en el CTMS y probablemente de energía, contribuyen a explicar parcialmente las respuestas positivas a la suplementación con silaje de maíz sobre la producción de leche ($P<0,01$). Pudo observarse a su vez un alto grado de asociación entre CTMS y producción de leche ($r = 0,74$; $P<0,01$; $n = 28$).

Resulta interesante destacar además la correlación negativa encontrada entre producción de leche debida a la suplementación y la tasa de sustitución ($r = -0,80$; $P<0,01$; $n = 23$), lo cual estaría indicando que cuanto menor fue la cantidad de forraje proveniente de la pastura que el animal dejó de comer por cada kg de MS de silaje consumido, mayor fue la producción de leche. Este patrón de respuesta se muestra en la figura 2, siendo la producción significativamente menor por cada 0,1 punto de incremento en el CS, para un rango de CS que va de 0,1 a 1,2 unidades.

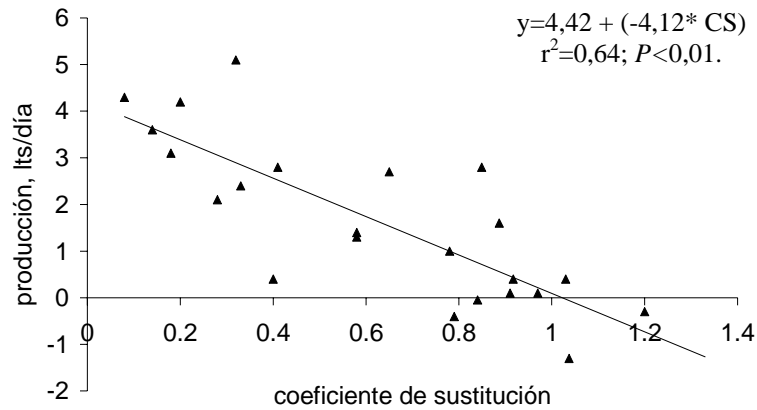


Figura 2: Efecto de la sustitución de pasturas o verdes por silaje de maíz, sobre la producción de leche.

Figure 2: Wholeplant corn silage substitution effects on milk production.

Los resultados obtenidos sugieren que cuando las pasturas de alta calidad (Cuadro 2), constituyen la base de la alimentación, generar grandes sustituciones a través de la suplementación sólo se justifica si el silaje es de alta calidad y si dicha sustitución es compensada por incrementos en la carga. En general está aceptado que suplementos con alto contenido de fibra y baja digestibilidad (<65%) provocan mayores reducciones en el consumo de forraje que aquellos con bajo contenido de fibra y alta digestibilidad (>80%) (15). Es por ello que considerando la calidad media de los silajes producidos en la provincia de Buenos Aires (29), es de esperar un efecto sustitutivo más que aditivo a partir de la suplementación.

Efectos sobre el ambiente ruminal.

Del análisis de los trabajos revisados, podemos concluir que la suplementación con silaje de maíz generó valores de pH ruminal de $7,01 \pm 0,4$, sin diferencias significativas con los valores de $6,97 \pm 0,5$, registrados en los animales control que no recibieron suplementación (Cuadro 4). Cabe destacar que dichos valores se encuentran por encima del valor considerado crítico (pH 6,2) por Orskov (22) y Mould y otros (20), como límite por debajo del cual se afectaría la digestión de la fibra.

La correlación positiva encontrada entre el pH y CS ($r = 0,66$; $P < 0,02$; $n = 11$), y la tendencia a una correlación negativa entre el CP y el pH ruminal ($r = -0,55$; $P < 0,06$; $n = 12$), parecerían indicar que la tendencia hacia mayores valores de pH ruminal registrados al suplementar con silajes, son más un efecto de la disminución en el CP que del silaje *per se*. En la bibliografía se acepta que grandes consumos de forrajes frescos, pueden originar disminuciones en el pH ruminal por el ingreso de un elevado nivel de carbohidratos rápidamente fermentecibles, lo cual genera una elevada producción de AGV que no puede ser neutralizada por la absorción y la escasa producción de saliva generada con este tipo de dietas (1). Sin embargo existen reportes sobre la posibilidad de incrementar el tiempo de rumia y por ende la producción de saliva, al utilizar silajes como suplemento de bovinos en pastoreo (25). No se registró ningún tipo de asociación entre el nivel de silaje en la dieta y el pH ruminal (Figura 3).

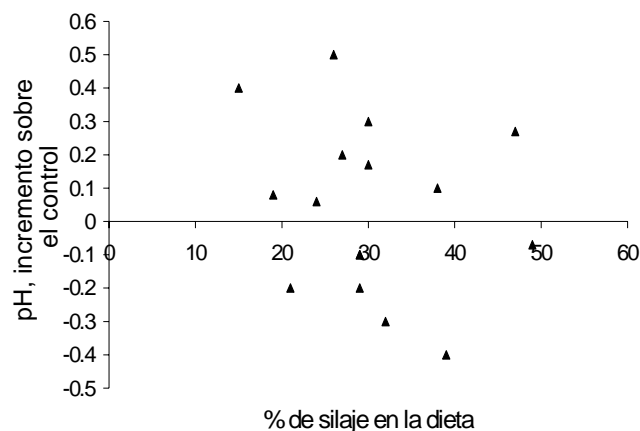


Figura 3: Relación entre el porcentaje de silaje de maíz en la dieta y el pH ruminal en vacas lecheras en pastoreo.

Figure 3: Relation between the percentage of corn silage in diets and ruminal pH, in grazing dairy cattle.

Por otra parte, se detectó un efecto claro de la suplementación con silaje sobre la concentración ruminal de nitrógeno amoniacal (N-NH₃), la cual fue menor ($P < 0,01$) en los animales suplementados (Cuadro 4). Sobre un total de 16 comparaciones analizadas, se registró una correlación negativa entre el % de silaje de maíz en la dieta y la N-NH₃ ($r = -0,68$; $P < 0,01$; $n = 16$), siendo de 0,48 mg/dl la disminución en la N-NH₃ por cada unidad de incremento en el nivel de silaje de la dieta, para un rango de suplementación de 15 a 49% (base MS) (Figura 4).

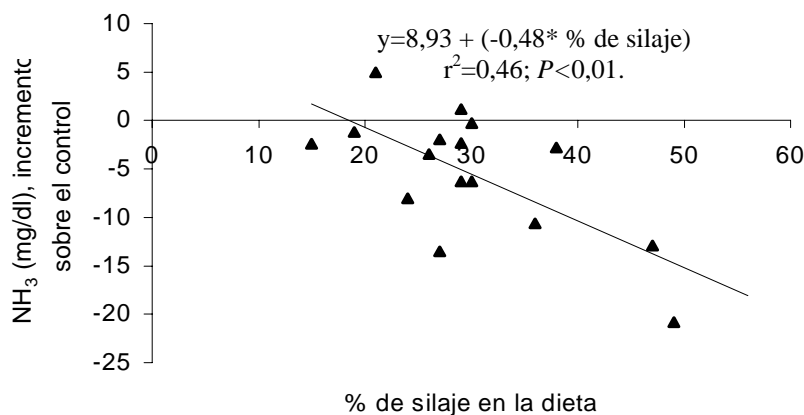


Figura 4: Relación entre el porcentaje de silaje de maíz en la dieta y la concentración ruminal de nitrógeno amoniacal, en vacas lecheras en pastoreo.

Figure 4: Relation between the percentage of corn silage in diets and ruminal ammonia concentration, in grazing dairy cattle.

Esta disminución en la N-NH₃ en los tratamientos suplementados con silaje de maíz, puede ser explicada por la menor concentración proteica de la dieta total, ya que el silaje constituyó en promedio el 33% de la dieta de las vacas y su concentración proteica fue del 7,7%, lo cual determinó una concentración proteica de la dieta total de 15,3%, inferior en 4,6 puntos de la registrada en las vacas que consumieron 100% pasturas o verdeos (19,9% PB). Cuando menor es la concentración proteica de la dieta total o el consumo de nitrógeno, menor será la N-NH₃ (32).

La concentración total de ácidos grasos volátiles (AGV) no fue diferente entre tratamientos ($P < 0,15$), registrándose una tendencia a la disminución de la relación acético:propiónico (Ac: Pr) (Cuadro 4).

Analizado para animales de carne, una Ac: Pr igual o menor a 3:1 sería necesaria para lograr la máxima eficiencia en ganancia de peso (5). La tendencia ($P < 0,09$) al incremento en la proporción de ácido propiónico en relación al acético registrada al suplementar con silaje de maíz, sería recomendable ya que el ácido propiónico es un precursor gluconeogénico que permitiría una mayor producción de glucosa a nivel hepático, aumentando la relación insulina: somatotrofina, estimulando la lipogénesis. Además esta mayor producción de glucosa, abastecería del glicerol necesario para la fijación de grasa, permitiendo así una mejor terminación. Orientar la fermentación ruminal hacia la formación de ácido propiónico resulta ventajosa tanto en novillos en crecimiento como en terminación, ya que del 43 al 67% del carbono usado para la síntesis hepática de glucosa, proviene de dicho ácido (11). De esta manera los aminoácidos gluconeogénicos quedarían libres pudiendo expresar así su capacidad aminogénica (síntesis de proteína).

Para el caso de bovinos lecheros es sabido que el principal componente osmótico de la leche, y por ende quien determina el volumen producido, es la lactosa. Si consideramos lo enunciado anteriormente acerca del rol del ácido propiónico en la síntesis de glucosa, la tendencia encontrada hacia una menor Ac:Pr al suplementar con silaje de maíz a bovinos en pastoreo (cuadro 4), tendría un efecto positivo sobre la síntesis de lactosa y por ende sobre la producción de leche, ya que la disponibilidad de glucosa en la glándula mamaria es el principal determinante de la síntesis de lactosa. Además es importante mencionar que la glucosa es necesaria para la síntesis de grasa, no sólo por proveer de parte del glicerol necesario para el proceso de esterificación, sino también porque aporta los agentes reductores necesarios para la síntesis *de novo* de ácidos grasos.

CONCLUSIONES

El uso de silajes permitió incrementar la carga animal en rodeos para carne sin afectar las ganancias de peso vivo. Los silajes de planta entera constituyen por lo tanto suplementos factibles de ser utilizados en sistemas de invernada de corta duración y alta producción de carne por hectárea.

La mayor producción de leche encontrada en vacas lecheras, parecería estar parcialmente explicada por el incremento en el consumo total de materia seca logrado a través de la suplementación. De no tenerse en cuenta el efecto de sustitución que los silajes de planta entera generan, se estaría fuertemente sub-utilizando la biomasa forrajera disponible en pastoreo directo, y por ende afectando el beneficio económico de la suplementación.

Los ambientes ruminales generados por la suplementación, parecerían estar dentro de aquéllos considerados en la bibliografía como óptimos para la digestión de la fibra, permitiendo de esta forma evitar los efectos asociativos negativos que se presentan cuando altos niveles de almidón (granos) son utilizados como suplemento de bovinos en pastoreo.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), por hacer posible a través de su financiamiento, su formación científica dentro del área de Nutrición Animal, en el Curso de Posgrado en Producción Animal (ciclo 1998 – 2000) de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP – INTA EEA Balcarce, Argentina.

BIBLIOGRAFIA

1. Bertucci, C.L. Cinética de la digestión ruminal en bovinos en pastoreo suplementados con granos de distinta degradabilidad. Tesis M.S., Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce. 78 p.
2. Caton, J.S. y Dhuyvetter, D.V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and Responses. *J. Anim. Sci.* 75:533-542.
3. Dixon, R.M. y Stockdale, C.R. 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilisation. *Aust. J. Agric. Res.* 50: 757-773.
4. Elizalde, J.C. 1990. Suplementación con silo de maíz en vacunos en pastoreo de avena, ambiente ruminal y dinámica de la digestión. Tesis M. Sc. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce. 110p.
5. ----- y F.J. Santini, 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos durante el período otoño-invierno. EEA INTA Balcarce. Boletín técnico 104, 27 p.
6. -----, Rearte, D.H. y Santini, F.J. 1993. Utilización de silaje de maíz en vacas lecheras en pastoreo. Boletín técnico N° 117. INTA EEA Balcarce.
7. García, S.C., Santini, F.J. y Castaño, J. 1997. Producción de carne bajo pastoreo: Alternativas de intensificación. Resumen, Primer Congreso Nacional sobre producción intensiva de carne. Buenos Aires. Argentina.
8. Havilah, E.J. y Kaiser, A.G. 1992. Sorghums for silage: a review. AIAS-Occasional publication. Paper presented at the second Australian sorghum conference, Gatton, Queensland, Australia, 4-6 February. N°68, vol.2, 338-354; 38 ref.
9. Holden, L.A., Muller, L.D., Lykos, T. y Cassidy, T.W. 1995. Effect of corn supplementation on intake and milk production in cows grazing grass pasture. *J. Dairy Sci.* 78:154-160.
10. Horn, G.W. y McCollum, F.T. 1987. Energy supplementation of grazing ruminants. In: M. B. Judkins (Ed.) *Proc. Grazing Livest. Nutr. Conf.*, Univ. of Wyoming, Laramie. p 125-136.
11. Huntington, G.B. 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J Anim. Sci.* 75:852-867.
12. Juan, N.A., Pordomingo, J.A. y Jouli, R.R. 1996. Efecto del uso de grano, silaje y heno como complemento de pastoreo de avena en engorde de novillos. 20° Congreso Rev. Arg. Prod.Anim. vol 16 sup. 1.
13. -----, Jouli, R.R. y Pordomingo, J.A. 1997. El silaje como sustituto parcial de verdeo de invierno para engorde de vaquillonas a campo. 21° Congreso Rev. Arg.Prod.Anim. vol 17 sup.
14. ----- y Jouli, R.R. 1998. Silaje de sorgo granífero y verdeo de avena para invernada a campo. 22° Congreso Rev. Arg. Prod .Anim. vol 18 sup.1.
15. Minson, D.J. 1990. Forage ruminant nutrition. Academic Press Inc., San Diego, California. 482 p.
16. Moran, J.B. y Croke, D.E. 1993. Maize silage for the pasture-fed dairy cow. 5. A comparison with wheat while grazing low quality perennial pastures in the summer. *Aust. J. of Exp. Agric.* 33:541-549.
17. -----, Kaiser, A. y Stockdale, C.R. 1990. The role of maize silage in milk and meat production from grazing cattle in australia. *Outlook on Agriculture* vol. 19, N°. 3, 171-177.
18. ----- y Stockdale, C.R. 1992. Maize silage for the pasture-fed dairy cow. 1.Effect of level of silage feeding, and responses to cottonseed meal while grazing perennial pastures in the spring. *Aust. J. of Exp. Agric.* 32:279-285.

19. ----- . 1992. Maize silage for the pasture-fed dairy cow. 3. A comparison with greenchop maize while grazing perennial pastures in late summer. *Aust. J. of Exp. Agric.* 32:293-299.
20. Mould, F.L., Orskov, E.R. y Mann, S.O. 1983/84. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed Sci. And Technology*, 10:15-30.
21. NRC, 2000. Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition. National Academy Press, Washington DC.
22. Orskov, E.R. 1982. Host animal protein requirement and protein utilization. In Orskov, E.R. Protein nutrition in ruminants. Academic Press, Inc. pp 85-135.
23. Pavan, E., Santini, F.J. y van Olphen, P. 1998. Suplementación de vaquillonas en pastoreo de avena con silaje de maíz y dos fuentes nitrogenadas. 22° Congreso Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 18 sup. 1.
24. Phillips, C.J.C. 1988. The use of conserved forage as a supplement for grazing dairy cows. *Grass and Forage Science.* 43: 215.
25. Phillips, C.J.C. y Leaver, J.D. 1985. Supplementary feeding of forage to grazing dairy cows. 2. Offering grass silage in early and late lactation. *Grass and Forage Science.* 40: 183-192.
26. Pieroni, G., Melani, G. y Peralta, R. 1998. Suplementación con silaje de maíz a novillos en terminación sobre verdes de avena. 22° Congreso Rev. Arg. Prod. Anim. vol 18 sup.1.
27. Pordomingo, J.A. 1997. Intensificación a través de los forrajes conservados en los sistemas de ciclo completo. Resumen, Primer Congreso Nacional sobre producción intensiva de carne. Buenos Aires. Argentina.
28. SAS. 1989. SAS/STAT User's guide: version 6, fourth edition, vol. 2, Cary NC:SAS Institute Inc.
29. Schroeder, G.F., Elizalde, J.C. y Fay, J.P. 2000. Caracterización del valor nutritivo de los silajes de maíz producidos en la provincia de Buenos Aires. 23° Congreso Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 20 sup. 1.
30. Stockdale, C.R. 1994a. Persian clover and maize silage. 1. Silage as a supplement for lactating dairy cows offered herbage of different quality. *Aust. J. of Exp. Agr. Res.*, 45, 1751-1765.
31. ----- . 1994b. Persian clover and maize silage. 2. Effects of variations in clover and silage consumption on the productivity of dairy cows at various stages of lactation. *Aust. J. Agric. Res.*, 45: 1767-1782.
32. ----- . 1994c. Persian clover and maize silage. 3. Rumen fermentation and balance of nutrients to lactating dairy cows. *Aust. J. Agric. Res.*, 45:1783-1798.
33. ----- . 1996. Substitution and production responses when lactating dairy cows graze a white clover pasture supplemented with maize silage. *Aust. J. of Exp. Agr.* 36:771-776.
34. ----- . 1997a. Supplements improve the production of dairy cows grazing either while clover or paspalum-dominant pastures in late lactation. *Aust. J. of Exp. Agr.* 37:295-302.
35. ----- . 1997b. Influence of energy and protein supplements on the productivity of dairy cows grazing white clover swards in spring. *Aust. J. of Exp. Agr.* 37:151-157.
36. ----- y Delow, D.W. 1995. The productivity of lactating dairy cows grazing white clover and supplemented with silage. *Aust. J. Agric. Res.*, 46:1205-1217.
37. Valk, H. 1994. Effects of partial replacement of herbage maize silage on N-utilization and milk production of dairy cows. *Livestock Production Science* 40:241-250.

38. Vogel, G.J., Phillips, W.A., Horn, G.W., Ford, M.J. y McNew R.W. 1989. Effects of supplemental silage on forage intake and utilization by steers grazing wheat pasture or bermudagrass. *J Anim. Sci.* 67:232-240.
39. Wales, W.J. y Moran, J.B. 1992. Maize silage for beef production. Neville Varcoe's beef property "Killamont" and Kyabran research centre, Northern Victoria.