

Efectos de la pulpa de manzana ensilada en la ración de vacas lecheras sobre el consumo, la tasa de sustitución y la producción de leche

Effects of apple pulp silage inclusion

R. ANRIQUE G.¹, Ing. Agr., Ph. D; C. DOSSOW C.², Ing. Agr.

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

²Tesista, Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias.

SUMMARY

The effect of including ensiled apple pulp (apple pomace) in rations of early lactation dairy cows was evaluated. Treatments were determined by three levels of apple pomace (0, 15, 30% of total intake), plus a common supply of direct-cut grass silage offered ad-libitum and a fixed amount of concentrate; protein content was the same among treatments. The study was organized in three periods of 21 days following a Crossover Latin Square design of four 3 x 3 squares (treatments x periods). Measurements were made on individual basis in the last seven days of each period, and at the end of each, cows were rotated. Standardized (4% fat) and non-standardized milk production increased with the inclusion of apple pomace ($P < 0.05$); on average, supplemented cows produced 9% and 5.9% more standardized and non-standardized milk, respectively ($P < 0.05$). Contents of milk fat and protein were greater with the highest apple pomace supply. Dry matter (DM) intake increased proportionally with intake of apple pomace ($P < 0.05$) as a result of a moderately low substitution rate (SR). SR (kg/kg) increased with apple pomace intake; corresponding SR values for medium (2.6 kg DM) and high (4.5 kg DM) apple pomace intake, respectively, were 0.45 and 0.55 kg/kg. Blood levels of β -hydroxybutyrate (BHB) and urea were normal and fluctuated within reference values independently of apple pomace intake, however, BHB blood levels of supplemented cows were 50% lower compared to controls, suggesting reduced mobilization of body reserves. Results were coherent with a better body weight status displayed by supplemented cows, which was positively correlated with apple pomace intake, demonstrating that inclusion of apple pomace effectively improved dry matter intake and energy balance.

Palabras claves: Pulpa de manzana, tasa de sustitución, producción de leche y composición, parámetros sanguíneos.

Key words: Apple pomace, substitution rate, milk production and composition, blood parameters.

INTRODUCCION

La pulpa de manzana es el residuo generado en el proceso de extracción de jugo de manzana y representa entre 15 y 20% de la fruta procesada. Se caracteriza por presentar elevado contenido de azúcares solubles, bajo porcentaje de proteína y presencia de diversos compuestos

orgánicos tales como ácidos orgánicos, pectinas, ceras y taninos (Manterola, y col., 1999). Los componentes más variables de la pulpa fresca son la materia seca (MS, 14-26%), la fibra cruda (FC, 14-23%) y la proteína cruda (PC, 4-8% base MS), variación influida por el tipo de manzana, su estado de madurez y diferencias en el procesamiento (Hardy, 1992; Manterola y Cerda, 1993). Su baja fracción proteica está principalmente asociada a la cáscara y semilla, por lo que el proceso industrial y la variedad son

factores determinantes. Dado el bajo nivel de proteína del recurso, la digestibilidad aparente de la proteína (23-35%) es baja (Givens y Barber, 1987; Oltjen, 1977).

Se la considera una buena fuente energética dado su alto contenido de azúcares y pectinas (Anrique, 1992; Alibes y col., 1984) y se le atribuye un cierto efecto lactogénico derivado del mayor aporte de carbohidratos solubles que aumentarían la síntesis de lactosa a nivel de glándula mamaria (Rook y Thomas, 1983). Sin embargo, suministrada a niveles altos puede ser limitante para asegurar un adecuado funcionamiento ruminal, por poseer un bajo nivel de fibra efectiva, siendo fundamental asegurar la provisión de suficiente fibra larga, a fin de estimular la rumia y salivación (Manterola y Cerda, 1993; Egaña, 1988; Anrique, 1992). Adicionalmente, un suministro excesivo podría provocar una menor producción de ácido acético en el rumen y en consecuencia, una baja en el contenido de grasa láctea.

En vacas con producciones de 12 a 15 l/día, se puede suministrar pulpa de manzana en niveles de hasta 40% de la MS de la ración (Edwards y Parker, 1995). En la medida en que la producción de leche aumenta, la inclusión debería disminuir hasta 25% y, con producciones sobre 25 l/día no debiera exceder el 17-18%, a pesar de su alta palatabilidad y efecto promotor del consumo (Bath, 1981). En estudios de aumento de peso, la pulpa de manzana ha sido bien aceptada por los bovinos aún a niveles de 80% de inclusión (Manterola y Cerda, 1993).

El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de incluir pulpa de manzana en la ración de vacas lecheras durante el primer tercio de lactancia, etapa en que el consumo es normalmente insuficiente y se genera un balance energético negativo, a través de respuestas en consumo, producción láctea y el comportamiento metabólico.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Vista Alegre de la Universidad Austral de Chile, ubicada 6 km al norte de la

ciudad de Valdivia (39°47' lat. Sur y 73°13' long. Oeste). Se ensilaron 27 toneladas de pulpa en forma directa sin uso de aditivos, en el mes de marzo, en una estructura con paredes de madera revestidas con plástico y piso de tierra, que previo al llenado se cubrió con una capa de paja de 10 cm. Luego de finalizar el llenado, se selló con plástico la superficie del silo. Se seleccionaron, del rebaño lechero del predio, doce vacas adultas, de la raza Frisón Negro con más de dos lactancias. Las vacas fueron estabuladas individualmente y separadas en cuatro grupos, cada uno de los cuales estuvo conformado por tres vacas en primer tercio de lactancia, homogéneas en cuanto a producción de leche, tiempo de lactancia, edad y peso. Los tratamientos estuvieron determinados por tres niveles de inclusión de pulpa de manzana ensilada como porcentaje de la ración total (0, 20 y 30%), en adición al forraje base, que estuvo constituido por ensilaje de pradera de rotación (*Lolium multiflorum* var. Tama) suministrado a voluntad, dando así la posibilidad de sustitución entre ambos forrajes. El nivel máximo de pulpa se definió para que no superase un tercio del consumo total de MS. La alimentación se efectuó en forma individual; los ensilajes se suministraban dos veces diarias (9 a.m. y 5.30 p.m.), aportando primero el ensilaje de pradera formando una capa que cubría todo el comedero y sobre éste otra capa con el ensilaje de pulpa, sin mezclarlos, lo que permitía su consumo total antes del ensilaje de pradera, dada su alta palatabilidad. La ración estuvo constituida adicionalmente por concentrado, harina de pescado y sales minerales aportados en cantidades fijas diarias (cuadro 1). El menor contenido de proteína que se producía al aumentar la inclusión de pulpa, se compensó adicionando vinaza de remolacha (suplemento proteico líquido) para obtener raciones isoproteicas. La harina de pescado, las sales minerales y la vinaza se proporcionaron con el concentrado en cuatro parcialidades, dos en la sala de ordeña y dos en el establo, en un comedero de madera más pequeño que se ubicaba a un costado del comedero principal, evitándose la mezcla de éstos con el forraje.

CUADRO 1. Tratamientos y descripción de las raciones (base tal como ofrecido).
Treatments and description of rations (as fed basis).

Pulpa ensilada % ración	Ensilaje pradera	Concentrado kg/día	H. de pescado kg/día	Vinaza kg/día	Sales minerales ¹ kg/día
0	ad – lib	7	0.6	0.00	0.15
20	ad – lib	7	0.6	0.25	0.15
30	ad – lib	7	0.6	0.85	0.15

¹NaCl 21.0 %; Ca 17.3 %; P 10.6 %; Mg 0.21%; Zn 0.21 %; Cu 105.6 mg/kg; S 56.8 mg/kg; Co 5.5 mg/kg; I 21.3 mg/kg.

El estudio se organizó en tres períodos de acuerdo con un diseño de Cuadrado Latino de Sobrecambio (Crossover) de cuatro cuadrados de 3x3 (tratamientos x períodos). Cada cuadrado estuvo constituido por tres vacas homogéneas en producción de leche y a cada una se asignó un tratamiento (0, 20 y 30% de pulpa de manzana). Cada período tuvo una duración de 21 días al cabo de los cuales las vacas se rotaron de tratamiento de manera que todas las vacas estuvieron expuestas a todos los tratamientos. Los datos fueron analizados utilizando el programa Statgraphics Plus para Windows, versión 2.0 (1996).

El efecto de los tratamientos se evaluó por medio del siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + O_i + V_j + P_k + T_l + e_{ijkl}$$

Donde:

- Y = variable dependiente,
- μ = media poblacional,
- O_i = efecto de cuadrado
- V_j = efecto de los animales
- P_k = efecto aleatorio de período
- T_l = efecto de tratamiento
- E_{ijkl} = efecto del error.

Exceptuando las muestras de alimentos, los controles y muestreos se realizaron en forma individual; el consumo se registraba en forma diaria antes del primer suministro de forraje (8 a.m.) por diferencia entre suministro y rechazo de alimento. El ensilaje de pradera se aportó permitiendo un 10% de rechazo y las cantidades se ajustaron según el consumo individual de la semana anterior. Los controles de peso vivo se

realizaron semanalmente después del ordeño de la mañana, antes de la primera alimentación y con la misma frecuencia se efectuó el muestreo de los alimentos, y a partir de las muestras parciales se elaboró una muestra compuesta de cada alimento. El análisis proximal se determinó según Cundiff (1995), la fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) según Van Soest y col. (1991) y la EM se estimó por regresión a partir del valor D (materia orgánica digestible/MS x 100) determinada *in vitro* y los controles de peso y muestreo de alimentos se efectuaron semanalmente según la ecuación $EM = 0.0325D\% + 0.279$ (Garrido y Mann, 1981). Durante los últimos ocho días de cada período se efectuó el control diario de producción y el muestreo de leche se realizó los dos últimos días de cada período, en todos los ordeños. Conjuntamente con las muestras de leche se extrajeron muestras de sangre para determinación de urea según método Ureasa, UV cinético de laboratorio Roche (Neumann y Ziegenhorn, 1977) y de β -hidroxibutirato (BHB) según método descrito por FAO-IAEA (1993); además se extrajeron muestras de fecas para determinar el contenido de materia seca.

RESULTADOS

Composición química de los alimentos. El cuadro 2 entrega la composición de los forrajes, concentrado e ingredientes utilizados. Comparado con el ensilaje de pradera, el ensilaje de pulpa de manzana tuvo un 36.6% menos de proteína y 1.2% más de EM a pesar de que su tenor de fibra (FDA) fue 34.4% más alto. El

CUADRO 2. Composición química de los alimentos utilizados¹.**Chemical composition of feed ingredients used.**

Componente		Ensilaje de pradera	Ensilaje de pulpa	Concentrado	Harina de pescado	Vinaza de remolacha
Materia seca	%	17.9	15.5	83.5	81.5	67.6
pH		3.8	3.4			4.8
Composición base seca						
Cenizas totales	%	7.6	1.3	7.2	16.9	18.1
Proteína bruta	%	12.2	7.7	20.3	74.5	27.9
Extracto etéreo	%	3.1	2.7	3.1	7.3	
Fibra cruda	%	33.0	40.9	6.5		
Fibra det. neutro	%	58.3	60.2			
Fibra det. ácido	%	37.6	50.5			
Energía metabol.	Mcal/kg	2.48	2.51	2.87		2.50
Energía bruta	Mcal/kg					3.97

¹Laboratorio de nutrición, Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile.

concentrado, corresponde a una fórmula comercial de contenido intermedio de energía. Los contenidos de proteína (28%) y de cenizas de la vinaza de remolacha (18.1%) son representativos del producto (Banse, 1991).

Respuestas productivas. Tanto la producción de leche estandarizada como sin estandarizar aumentó con la inclusión de pulpa ensilada, siendo todos los grupos distintos estadísticamente ($P < 0.05$) (cuadro 3). La producción sin estandarizar, en promedio, fue un 6.9% mayor en los tratamientos en que hubo inclusión de pulpa ($P < 0.05$), diferencia que fue más notoria en términos de leche estandarizada (9%).

La composición de la leche sólo difirió en el nivel más alto de pulpa, con mayor contenido de grasa y proteína respecto del resto de los tratamientos ($P < 0.05$).

El balance del peso vivo mejoró con la inclusión de pulpa, observándose una pérdida de peso en el tratamiento control, mantención y ganancia de peso en los niveles medio y alto de pulpa, respectivamente, sin diferencias entre los tratamientos suplementados ($P > 0.05$).

Consumo y efecto de sustitución. El consumo total de MS aumentó con el nivel de inclusión

de pulpa de manzana, lo que se tradujo en un mayor consumo de proteína y energía metabolizable ($P < 0.05$). El consumo de ensilaje disminuyó a medida que aumentó el nivel de pulpa en la dieta, demostrando que hubo un efecto de sustitución (figura 2). La tasa de sustitución (TS) se calculó relacionando los consumos individuales de ambos recursos en relación al peso metabólico (PM) y el mejor ajuste de los datos (figura 1) se describe por la ecuación:

$$Y = 66.559 - 0.2581X - 0.0042X^2 \quad (1)$$

Donde:

Y = CMS consumo MS de ensilaje (g/kg PM)

X = CMS consumo MS de pulpa (g/kg PM)

Por tratarse de un modelo no lineal, la TS se determinó a través de la primera derivada de la ecuación (1): $TS \text{ kg/kg} = 0.2581 + 0.0084X$, que representa la tangente o pendiente de la curva de consumo de ensilaje de pradera a un determinado consumo de pulpa. A partir de ella se calculó la TS para suministros de pulpa crecientes (cuadro 4). Se aprecia que la TS no fue constante y aumentó con el consumo de pulpa, fluctuando entre 0.45 y 0.55 kg/kg a los niveles de suplementación empleados en el estudio. La TS promedio (0.41 kg/kg),

CUADRO 3. Efecto del nivel de pulpa de manzana en la producción de leche, consumo y eficiencia.
Effect of apple pomace level on milk production, intake and efficiency.

		Nivel de pulpa en la ración					
		0%	20%		30%		
<u>Resultados productivos:</u>							
Producción de leche no estandarizada	(l/día)	23.3	a	24.4	b	25.4	c
Producción leche estandarizada al 4% MG	(l/día)	21.0	a	21.9	b	23.8	c
Grasa láctea	(%)	3.33	a	3.40	a	3.64	b
Proteína láctea	(%)	3.30	a	3.35	a	3.44	b
Aumento de peso	(kg/día)	-0.5	a	0	ab	0.4	b
<u>Consumo base seca</u>							
Ensilaje ballica Tama	(kg/día)	8.24	a	7.32	b	6.66	c
Ensilaje pulpa de manzana	(kg/día)	0		2.64		4.50	
Concentrado	(kg/día)	5.85		5.85		5.85	
Harina de pescado	(kg/día)	0.49		0.49		0.49	
Vinaza de remolacha	(kg/día)	0		0.17		0.61	
Sales minerales	(kg/día)	0.15		0.15		0.15	
<u>Consumo de nutrientes y materia seca.</u>							
Total de materia seca	(kg/día)	14.6	a	16.5	b	18.0	c
Proteína cruda	(kg/día)	2.6	a	2.7	b	2.9	c
Proteína no degradable	(kg/día)	1.2	a	1.3	b	1.5	c
Energía metabolizable	(Mcal/día)	37.2	a	42.0	b	45.9	c
<u>Relaciones consumo / producción.</u>							
Consumo de EM / l de leche	(Mcal/día/l)	1.7	a	1.8	b	1.9	c
E. Neta producida / EM consumida		0.40	a	0.40	a	0.44	b

* Valores con distinta letra dentro de una línea difieren significativamente entre sí (P < 0.05).

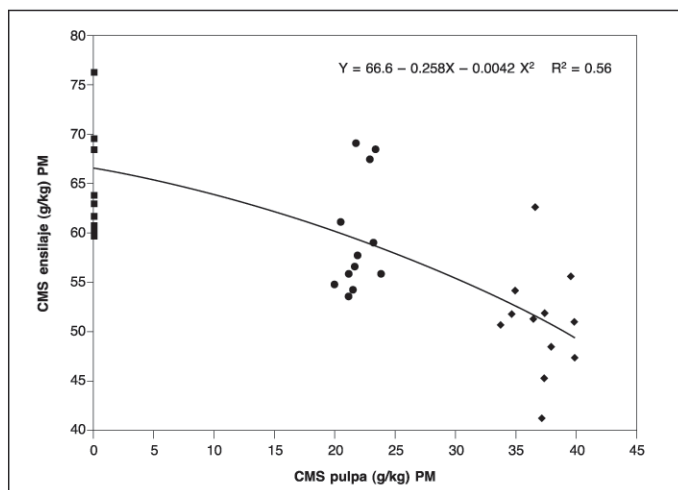


FIGURA 1. Consumo voluntario de ensilaje de pradera por vacas en lactancia temprana en relación al consumo de pulpa de manzana ensilada (g/kg PV^{0.75}).
Voluntary intake of grass silage by cows in early lactation as related to intake of ensiled apple pomace (g/kg BW^{0.75}).

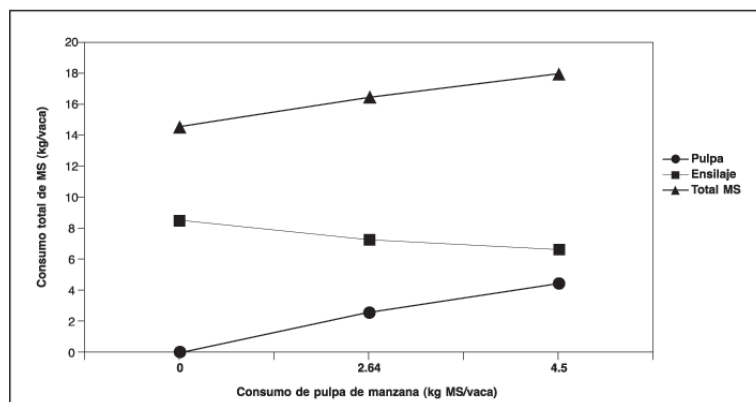


FIGURA 2. Consumo de ensilaje de pradera y de MS total por vacas lecheras en lactancia temprana en relación al suministro de pulpa de manzana ensilada.

Grass silage and total DM intake by cows in early lactation in relation to ensiled apple pomace supply.

calculada a través de un modelo lineal ($Y = 66.9 - 0.408 X$) corresponde al coeficiente de regresión del modelo.

CUADRO 4. Tasas de sustitución estimadas a distintos consumos de pulpa de manzana ensilada. Substitution rates estimated at different ensiled apple pomace intakes.

Consumo de pulpa (kg MS/día)	Tasa de sustitución (kg/kg MS)
1	0.33
2	0.39
3	0.46
4	0.53
5	0.58

El consumo de EM por litro de leche aumentó directamente con el consumo de pulpa, siendo la diferencia respecto del control de 5.9% y 11.8% para los niveles de suplementación medio y alto, respectivamente. La energía neta (EN) producida en relación a la EM consumida (EN/EM) fue mayor solamente con el nivel alto de pulpa ensilada.

Respuestas metabólicas y materia seca fecal. Los niveles sanguíneos de BHB y Urea se

encontraron dentro de los rangos de referencia, independientemente de los niveles de suplementación. El nivel de BHB disminuyó al aumentar el consumo de pulpa, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos extremos, siendo el nivel de BHB para el mayor suministro de pulpa, un 47% inferior respecto del control. La Urea sanguínea no difirió entre los tratamientos ($P > 0.05$) y el contenido de MS fecal fluctuó entre 13.4 y 14.4% y no estuvo relacionado con los tratamientos (cuadro 5).

DISCUSION

Composición química. Con la excepción del contenido de MS, que fue más bajo de lo normal, la composición base seca de la pulpa ensilada estuvo dentro de los rangos esperados para PC (5.8 - 8.0%) y sobre estos para FC (17-28%) y FDA (40 - 44%), de acuerdo a Hardy (1992) y Anrique y Viveros (2002). La mayor EM de la pulpa comparada con el ensilaje de ballica, a pesar de que éste tuvo menos fibra (FDA), se puede atribuir a una alta digestibilidad de la fibra de la pulpa de manzana, que supera el 65% (NAS, 1983) citándose valores de digestibilidad superiores a 80% (Alibes y col.,1984; Egaña, 1988); la degradabilidad ruminal de la MS puede alcanzar 89% (Anrique y Viveros, 2002). Es importante tener presente que la pulpa ensilada difiere de la

CUADRO 5. Respuestas metabólicas y MS fecal de vacas lecheras a niveles crecientes de pulpa de manzana ensilada.**Metabolic responses and fecal DM of dairy cows at increasing levels of ensiled apple pomace intake.**

Parámetros sanguíneos		Nivel de pulpa en la ración (%)					
		0		20		30	
(1) Acido beta hidroxibutírico	mmol/l	0.43	a	0.31	ab	0.23	b
(2) Urea	mmol/l	4.40	a	4.84	a	5.26	a
Materia seca fecal	(%)	14.20	a	13.41	a	14.37	a

(1) Valores de referencia: min. 0.02 máx. 0.46

(2) Valores de referencia: min. 2.50 máx. 7.00

Valores con distinta letra dentro de una línea difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$).

pulpa fresca; comparativamente posee menos EM (5%), diferencia que es pequeña si se considera su mayor contenido de FDA (18%), lo cual es también indicativo de un efecto favorable del ensilado en la digestibilidad de la fibra. El bajo pH, se explica por el contenido normal de ácidos orgánicos del producto, y además por la formación de ácido láctico, que si bien no es constituyente de la manzana, se produce por fermentación anaeróbica de la pulpa. Esta característica protege de la proliferación de bacterias indeseables, principalmente del género *clostridium*, e inhibe la respiración. Si a esto se suma la riqueza de sustrato fermentable y una consistencia pastosa, que limita el ingreso de aire, se dan óptimas condiciones para una fermentación anaeróbica. La vinaza de remolacha, corresponde a un líquido proteico condensado que se utilizó para nivelar los aportes de proteína dada la ventaja de poseer un bajo valor energético por su elevado tenor de cenizas y ausencia de lípidos (Banse, 1991).

Respuestas productivas. La mayor producción de leche observada en los tratamientos que incluyeron pulpa ensilada, se explica en gran medida por la mayor ingestión de MS (cuadro 3, figura 2). Las diferencias en consumo de MS son atribuibles en 88.5% y 81% a un mayor consumo de pulpa para los niveles de inclusión medio y alto, respectivamente. Lo anterior también explica el mejor balance de peso vivo observado al suministrar pulpa, debido a que las vacas en estos tratamientos mantuvieron o incrementaron levemente de peso, en cambio

hubo una pérdida de peso promedio de 0.5 kg diarios en el tratamiento control, de modo que la diferencia entre los tratamientos con y sin pulpa fue de 0.7 kg/día ($P < 0.05$).

En consecuencia, la suplementación con pulpa ensilada en este estudio, estuvo asociada a un efecto positivo en la producción y composición de la leche y en el balance de peso vivo, indicando que los límites de suplementación pueden ser mayores a los sugeridos por algunos autores para distintos niveles de producción de leche (Bath, 1981; Manterola y col., 1999).

La mayor producción de leche estandarizada, se explicaría por un efecto positivo de la pulpa en la materia grasa de la leche, especialmente con el nivel más alto de suplementación, como resultado de un mayor aporte de fibra de buena digestibilidad, que debiera estimular la producción de acetato (Anrique y Viveros, 2002). Asimismo, en este tratamiento se produjo un incremento en la concentración de proteína que es también atribuible a una mayor disponibilidad de energía. El consumo de MS y de EM por litro, tendió a aumentar con la ingestión de pulpa, sin embargo la relación EN/EM fue favorable a la suplementación más alta, y sugiere que en este tratamiento debió existir una mayor disponibilidad de sustrato para la producción de grasa y energía láctea y para síntesis de lactosa.

Consumo y efecto de sustitución. El incremento observado en el consumo, es concordante con otros estudios en que se ha encontrado un efecto

estimulante de la pulpa de manzana sobre el consumo total de MS (Manterola y col., 1999; Edwards y Parker, 1995). La tasa de sustitución de ensilaje de pradera por pulpa ensilada, a los niveles de suplementación empleados (2.6 y 4.5 kg/vaca/día) no fue alta (0.45-0.55 kg/kg), y por tal razón el consumo de MS aumentó entre 0.55 y 0.45 kg/kg de pulpa, para el nivel de suplementación medio y alto, respectivamente. En general, el efecto de sustitución observado fue inferior que el esperable al suplementar con otros forrajes (Forbes, 1995), y superior a lo encontrado al suplementar similar cantidad de MS en forma de concentrados (Cuevas, 2000). Al respecto, este autor encontró que con aportes de concentrado a vacas lecheras inferiores a 2 kg diarios la TS tiende a cero y con aportes de concentrado similares a los de pulpa en el presente estudio, la TS. Debido al mayor consumo total de MS, la ingestión de pulpa como % de la ración total fue de 15 y 25%, para el nivel de suplementación medio y alto, respectivamente y resultó inferior que lo estimado al diseñar el estudio (cuadro 1). Este resultado es interesante, debido a que el reforzamiento del consumo ocurrió en el primer tercio de lactancia y estuvo asociado a un mejor balance de peso de las vacas.

La obtención de TS variables, es coincidente con estudios que demuestran relaciones no lineales entre el consumo de ración base y el de suplemento (Cuevas, 2000; Forbes, 1995) y como resultado, la TS se incrementó al aumentar el nivel de suplementación (cuadro 4). Si se aplica la TS promedio obtenida del modelo lineal (0.41 kg/kg), se produciría una sobreestimación del consumo de ensilaje de pradera de 0.6 kg de MS (3.4 kg base fresca), con el mayor suministro de ensilaje de pulpa. Con el aporte más bajo, la subestimación sería poco importante (0.6 kg base fresca), debido a que la TS, en este caso, fue similar a la TS promedio.

Respuestas metabólicas y materia seca fecal.

Los niveles de urea sanguínea encontrados son reflejo de una normal nutrición proteica, e indican que la pobreza en proteína de la pulpa fue bien contrarrestada por el balance de la dieta.

También es destacable que el aporte de vinaza de remolacha no estuvo asociado con un mayor nivel de urea sanguínea, lo que sugiere un buen aprovechamiento ruminal del nitrógeno de este producto, concordando con estudios que demuestran una menor liberación de amoníaco ruminal en dietas con vinaza, explicable por una degradación ruminal lenta de los compuestos nitrogenados (Banse, 1991, Anrique y col., 1990).

Niveles de BHB más altos que el rango normal demuestran una mayor dependencia de la movilización de reservas de grasa como consecuencia de una menor disponibilidad de energía. El nivel de BHB del control, a pesar de encontrarse dentro de los valores de referencia (Wittwer, 2000), es concordante con un balance de peso más negativo de este tratamiento respecto del resto. Lo anterior demuestra un mejor balance energético de los animales que recibieron pulpa ensilada, sin que se detectaran diferencias entre los grupos suplementados.

La medición del contenido de MS fecal se efectuó con el propósito de determinar un posible efecto laxante asociado al consumo creciente de ensilaje de pulpa, que es pobre en fibra efectiva y al consumo de vinaza de remolacha, rica en sales potásicas (Banse 1991). La similitud en la MS fecal entre tratamientos ($P > 0.05$) demuestra que a los niveles en que ambos suplementos fueron suministrados, no es esperable se presente una producción de fecas más acuosas de lo normal.

Se concluye que la pulpa de manzana ensilada en raciones de vacas en el primer tercio de lactancia, con una dieta basal de ensilaje de pradera a voluntad, puede ejercer un importante efecto potenciador del consumo de materia seca y nutrientes, con efecto favorable en la producción de leche más rica en grasa y proteína. Adicional a la respuesta productiva, las vacas que recibieron pulpa experimentaron un balance de peso más favorable, asociado con una significativa menor movilización de reservas, avalada por niveles más bajos de BHB sanguíneo. El aumento del consumo de MS, que fue atribuible en 85% a una mayor ingestión de pulpa ensilada, ocurrió a pesar de producirse un

efecto de sustitución moderado de ensilaje de pradera por este suplemento, que fluctuó entre 0.4 y 0.5 kg/kg, y que aumentó con el nivel de suplementación. Este resultado es interesante y demuestra que el efecto de reemplazo normalmente no ocurre a una tasa constante, sino que está influido por la cantidad de suplemento suministrado. A los niveles recomendables de empleo de pulpa (20-30% de la ración), el efecto de sustitución no debiera ser mayor al encontrado en el presente estudio.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de incorporar pulpa de manzana ensilada en la ración de vacas lecheras en primer tercio de lactancia. Los tratamientos consistieron en tres niveles de pulpa (0, 15, 30% del consumo de MS), más una ración común basada en ensilaje de pradera directo, suministrado a voluntad, y una cantidad fija de concentrado diseñado para que los tratamientos fuesen isoproteicos. El estudio se organizó en tres períodos de acuerdo con un diseño de Cuadrado Latino de Sobrecambio (Crossover) de cuatro cuadrados de 3x3 (tratamientos x períodos). Cada período tuvo una duración de 21 días, al cabo de los cuales las vacas se rotaron de tratamiento. La producción de leche estandarizada (4% de grasa) y sin estandarizar aumentó con la inclusión de pulpa ($P < 0.05$); en promedio, las vacas suplementadas produjeron 9 y 5.9% más leche estandarizada y sin estandarizar, respectivamente ($P < 0.05$). El contenido de grasa y proteína fue mayor ($P < 0.05$) sólo en el nivel de más alto de pulpa. El consumo de MS y de nutrientes aumentó con el suministro de pulpa ($P < 0.05$) como resultado de un efecto de sustitución moderadamente bajo. La tasa de sustitución (TS kg/kg) aumentó con el consumo de pulpa; los valores de TS correspondientes al nivel medio (2.6 kg) y alto (4.5 kg) de pulpa, respectivamente fueron 0.45 y 0.55 kg/kg. Los niveles sanguíneos de B-hidroxibutirato (BHB) y UREA fueron normales y se encontraron dentro de los rangos de referencia, independientemente de los niveles de inclusión de pulpa, sin embargo el nivel de BHB en los tratamientos suplementados fue

inferior al control, demostrando una menor movilización de reservas. Estos resultados son coherentes con el balance de peso, que mejoró en forma proporcional al consumo de pulpa, lo que demuestra que la inclusión de pulpa de manzana ensilada mejoró efectivamente el consumo y el balance energético.

BIBLIOGRAFIA

- ALIBES, X., F. MUÑOZ, J. RODRIGUEZ. 1984. Feeding value of apple pomace silage for sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 11: 189-197.
- ANRIQUE, R. 1992. Caracterización nutricional y uso de algunos subproductos para alimentación de rumiantes. En: L. Latrille y O. Balochi, eds. Producción Animal. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción Animal.
- ANRIQUE, R., M. P. VIVEROS. 2002. Efecto del ensilado sobre la composición química y degradabilidad ruminal de la pulpa de manzana. *Arch. Med. Vet.* 2: 189-197.
- ANRIQUE, R., A. FERRANDO, F. WITWER. 1990. Uso de solubles condensados de remolacha (vinaza) en producción de leche: resultados productivos y comportamiento metabólico en condiciones de pastoreo. XV Reunión Anual. Sociedad Chilena de Producción Animal. INIA, Chile. Estación Experimental Carillanca. Octubre 1990.
- BANSE, G. 1991. Utilización de vinaza de remolacha en producción de leche con raciones basadas en ensilaje. Tesis Lic. Agr., Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 35 p.
- BATH, I. 1981. Feed by-products and their utilization by ruminants. In: Huber, T. ed. Upgrading residues and by-products for animals. pp 2-16.
- BOVARD, R., T. RUMSEY, R. OLTJEN, J. FONTENOT, B. PRIODI. 1977. Supplementation of apple pomace with nonprotein nitrogen for gestation beef cows. II. Skeletal abnormalities of calves. *J. Anim. Sci.* 46: 523.
- CUEVAS, E. 2000. Predicción del consumo de materia seca de vacas lecheras con alimentación basada en ensilajes de corte directo. Tesis, Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 95 p.
- CUNDIFF, P. (ed.) 1995. Official methods of Analysis of AOAC-International. 16th ed. Arlington, Virginia 22201, USA.
- EDWARDS, J., W. PARKER. 1995. Apple pomace as a supplement to pasture for dairy cows in late lactation. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 55: 67-69.

- EGAÑA, J. 1988. Jornadas de postgrado en alimentación invernal del ganado bovino. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. 292 p. utilización.
- FORBES, J. M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB international. U.K. 532 p.
- GARRIDO, O., E. MANN. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente de pastoreo a través del año. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 63 p.
- HARDY, G. 1992. Fermentación anaeróbica y resistencia a la descomposición aeróbica de pulpa de manzana, bagazo de tomate y colillas de remolacha. Tesis, Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias.-70 p.
- GIVENS, D., W. BARBER. 1987. Nutritive value of apple pomace for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 16: 311-315.
- MANTEROLA, H., D. CERDA. 1993. Valoración nutritiva, conservación y aprovechamiento de residuos derivados de la producción e industria hortofrutícola en alimentación animal. Informe Final. Universidad de Chile, Ministerio de Agricultura y Fundación Fondo de Investigaciones Agrarias FIA. Santiago, Chile. 159 p.
- MANTEROLA, H., D. CERDA, J. MIRA. 1999. Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. Ministerio de Agricultura y Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile. 222 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (NAS). 1983. Atlas of nutritional update on United States and Canadian Feeds. Washington D.C.
- NEUMANN, U., J. ZIEGENHORN. 1997. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 37. Supplement 147, Abstract 97.
- OLTJEN, R., T. RUMSEY, J. FONTENOT, K. BOWARD, B. PRIODE. 1977. Supplementation of apple pomace with non-protein nitrogen for gestation beef cows. *J. Anim. Sci.* 46: 532.
- ROOK, J., P. THOMAS. 1983. Nutritional physiology of farms animals. Longman Group Limited. U. K. 704 p.
- VAN SOEST, P. J., J. B. ROBERTSON, B. A. LEWIS. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polisaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- WITTWER, F. 2000. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energía em rebanhos bovinos. In: González, F. D. H. Barcellos, J. O., Ospina, H., Ribeiro, L. A. O. (eds). Perfil metabólico em rumiantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.