

Los subproductos agroindustriales en la alimentación de los rumiantes

Prologo

En esta publicación se ofrece información actualizada sobre la suplementación de los animales del tambo, poniendo énfasis en la utilización de subproductos agroindustriales y en su combinación con los alimentos tradicionales para la formulación de dietas balanceadas.

Se desea destacar además, la información aportada por los Departamentos de Mercados Agrícolas y de Lechería de la Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Nación, así como a las empresas agroindustriales y comercializadoras de concentrados y subproductos.

Finalmente, se agradece a la Junta Intercooperativa de Productores de Leche y a las empresas Sol de Mayo S.A. y Unión Agrícola de Avellaneda Coop. Ltda. por los aportes realizados para la concreción de esta publicación.

El impacto de la suplementación en el resultado económico de los establecimientos lecheros

Introducción

La alimentación es uno de los rubros de mayor incidencia en el costo de producción de la leche. La suplementación tiene a su vez una gravitación fundamental en dicho rubro, donde el precio del alimento y el de la leche definirán el nivel y el período de utilización del suplemento. Sin embargo, el objetivo final de la empresa debería ser el de maximizar su resultado económico, sin que ello involucre un mayor riesgo.

Para los fines de este trabajo, se define el objetivo de producción como el valor de productividad del sistema (expresado en Kg. de grasa butirosa/ha ocupada por las vacas en ordeño y secas; GB/haVT). Este valor es la resultante de los niveles de carga animal y de producción de leche individual con los que funciona el establecimiento, lo que involucra además, características de manejo y de estructura que les son propias y que en su conjunto definirán el grado de intensificación del sistema.

En una primera parte se analiza, a través de tres modelos teóricos de establecimientos lecheros que difieren en su grado de intensificación, la incidencia de una disminución del precio de la leche y un aumento del precio del concentrado en los resultados económicos globales de la empresa. En la segunda, se aborda la importancia de la respuesta productiva a la suplementación (litros de leche/kg de concentrado) como factor clave en la toma de decisiones para la compra de un concentrado.

Relación entre intensificación, precios y resultado económico

Se analizan tres modelos (denominados UNO, DOS y TRES) que, para facilitar la comparación, tienen en común la superficie total (111 ha) y la ganadera (108 ha). Si bien los mismos presentan un grado creciente de intensificación, todos son considerados intensivos cuando se los compara con el modelo tradicional (alrededor de 120 kg GB/haVT).

En el Cuadro 1 se presentan los principales indicadores de estructura, tecnológicos y productivos de cada modelo. Cabe aclarar que se trata de modelos estáticos de empresas en funcionamiento y la factibilidad de pasar de uno a otro debería analizarse a través de la metodología de evaluación de proyectos.

La medida de resultado económico que se analiza es el Ingreso Neto (IN), el cual indica el saldo que le queda al productor para consumir o invertir, manteniendo la operatividad de la empresa. El mismo surge del siguiente cálculo:

$$IN = \text{Ingresos brutos} - (\text{gastos en efectivo} + \text{amortizaciones})$$

Cuadro 1.- Principales indicadores de estructura, tecnológicos y productivos de los modelos analizados

Indicadores/modelos	UNO	DOS	TRES
Uso del suelo :			
- Superficie ganadera (por tiempo de	93% PP - 7% VV	70% PP-10% MS	70% PP-20% MS
- Rotación de cultivos	3,5 años AI 0,5 años Mo 7 años 3 años Ac	3,5 años AI 0,5 años MS 5 años 1 año Av/Mo	3,5 años AI 0,5 años MS 5 años 1 año Rg/MS
Vacas en producción	120	150	184
Vacas secas	35	44	53
Tecnológicos y de Manejo:			
- Relación V.O./V.T.	77,4	77,3	77,6
- Carga animal (V.T./ha ganadera)	1,44	1,80	2,20
- I.E.P. (días)	396	393	393
- Lactancia (días)	306	304	305
- Servicios	I.A.	I.A.	I.A.
- Instalación de ordeno	Espina-6 bajadas	Espina-6 bajadas	Espina-10 bajadas
- Suplementación			
* Nivel: gr/litro leche	135	132	329
kg/vaca/día	2,5	2,5	7,4
* Tipo de concentrado	Sorgo	Maíz	Balanceado
- Silaje de maíz	NO	SI	SI
- Otras reservas	Rollos de AI y Mo	Rollos Mo y SP AI	Rollos AI y SP Rg
Mano de obra para el ordeño	Tambero al 20%	Tambero al 16%	Tambero al 11%
Producción:			
- Diaria de leche (1)	2220	2850	4140
- Anual de GB (kg)	25930	33288	49866
- Individual (1/vaca/día)	18,5	19,0	22,5
- Porcentaje de GB	3,2	3,2	3,3
Productividad:			
- kg GB/ha V.T.	240	308	462
- kg carne/ha ganadera	85,4	110,6	135,7
Referencias : PP = Pastura permanente ; W = Verdeo de verano ; Mo = Moho ; Rg = Raigrás Ac = Achicoria ; AI = Alfalfa ; Av = Avena ; MS = Mafz para silaje ; SP = SÍlopac I.A. = Inseminación artificial ; I.LP.= Intervalo entre partos ; VO = Vaca ordeño ; VT = Vaca total			

Como en este caso no se consideraron diferencias de inventario entre el inicio y el final del ejercicio, por tratarse de planteos estabilizados, los ingresos están constituidos sólo por las ventas de leche y carne. Los gastos en efectivo comprenden a los gastos variables, directos u operativos y a los gastos fijos o de estructura.

Las amortizaciones se calculan considerando un 3,33 % anual del valor a nuevo de las mejoras y un 6,66 % del de la maquinaria y los equipos, descontándose en este último caso su valor residual (25 % para el tractor y 10 % para el resto).

Para la retribución a la mano de obra familiar se estima el aporte de un equivalente -hombre (trabajo aportado por un adulto durante 2600 horas anuales), asignándole el salario de un encargado (500\$/mes). Al tambero mediero se le asigna una remuneración de aproximadamente 30.000 \$/año

(para un precio de 6 \$/kg GB), por cuanto demandan una mano de obra altamente calificada y motivada. A partir de ese dato se estableció el porcentaje de habilitación correspondiente.

En todos los modelos se calculó el IN para el siguiente rango de precios de la GB:

4,2 a 6,0 \$/kg GB para el UNO y el DOS

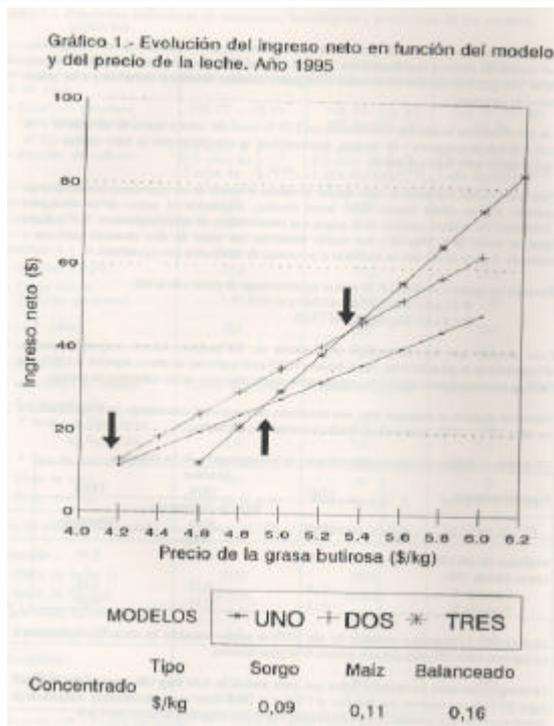
4,6 a 6,2 \$/kg GB para el TRES.

Cabe destacar que una comparación más realista de los modelos debería contemplar precios diferenciales de la grasa butirosa. Así el modelo TRES podría obtener un precio superior al UNO y al DOS en aproximadamente un 3-5 %, considerando sólo la diferencia en los volúmenes de entrega.

Estos tres modelos se comparan para tres situaciones de precios del concentrado (correspondientes a los años 1995 y 1996), de acuerdo al detalle presentado en el Cuadro 2.

CUADRO 2.- Precios del concentrado utilizados en la comparación de los modelos

Época considerada	UNO	Modelos DOS	TRES
	Sorgo	Tipos de concentrado Maíz	Balanceado
Mediados del año 1995 Marzo del año 1996	0,09	0,11	0,16
Situación A	0,11	0,13	0,18
Situación B	0,13	0,15	0,20



En el Gráfico 1 (situación a mediados del año 1995) se pueden visualizar las rectas que representan a los ingresos netos (IN) para distintos precios de la grasa butirosa.

La comparación entre los modelos indica que, para precios de 5,30 \$/kg GB y superiores, el TRES logra IN cada vez mayores con respecto al UNO y al DOS. Esto se puede visualizar a través de la mayor pendiente que presenta la recta del modelo TRES con respecto a la de los otros dos.

En el gráfico citado se observa además la intersección de las rectas (que representan similares IN), de los modelos TRES y DOS para un precio de 5,30 \$/kg GB, y otra entre las rectas TRES y UNO

para un precio de aproximadamente 4,90 \$/kg GB. Esto está indicando que, para valores inferiores a los citados serían más convenientes los modelos DOS y UNO.

En un análisis más completo de la comparación se observa que los gastos de alimentación suplementaria representan el 13,8; el 16,7 y el 40,6 % de los gastos en efectivo para los modelos UNO, DOS, y TRES, respectivamente. Obviamente esto demuestra que a mayor grado de intensificación mayor será el impacto de una variación en los precios de la leche y el suplemento sobre el resultado económico.

Con el objeto de visualizar esta última afirmación, se presenta en el Cuadro 3 el impacto de una reducción de \$ 0,10 en el precio del kg de GB y un aumento de \$ 0,01 en el precio del concentrado sobre el IN de los modelos analizados.

CUADRO 3.- Disminuciones del IN en los modelos analizados frente a reducciones en el precio de la GB y aumentos en el precio del concentrado.

Modelo	Disminución del precio de la GB 0,10\$/kg	Aumento del precio del concentrado 0,01 \$/kg
	Disminución del IN (\$/año)	
UNO	2.075	1.095
DOS	2.797	1.395
TRES	4.439	4.970

Para la situación de marzo de 1996, se presentan en los Gráficos 2 y 3 (situación A y B, respectivamente), la evolución del IN para distintos precios de la grasa butirosa en los tres modelos analizados.

La comparación de los tres gráficos se sintetiza en el Cuadro 4, donde los precios de la GB indican el valor mínimo que debería recibir el modelo TRES para tener el mismo IN que los otros dos.

CUADRO 4.- Precios de la grasa butirosa en los cuales se logra el mismo ingreso neto entre el modelo 3 y los otros dos.

Comparación entre modelos	Año 1995		Año 1996	
	Precios de la GB (\$/Kg)			
TRES y DOS	5,30	5,80	6,20	
TRES y UNO	4,90	5,20	5,60	

Del análisis expuesto e independientemente del precio de la leche, se pone en evidencia el fuerte impacto del nivel de la suplementación y el precio del concentrado en el resultado económico de a empresa.

Gráfico 2.- Evolución del ingreso neto en función del modelo y del precio de la leche. Año 1996 (Situación A)

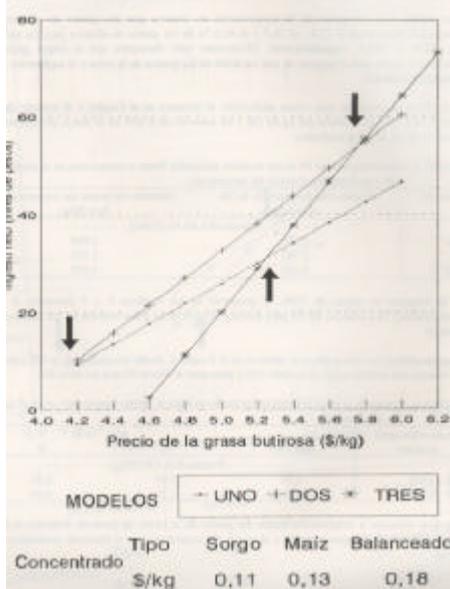
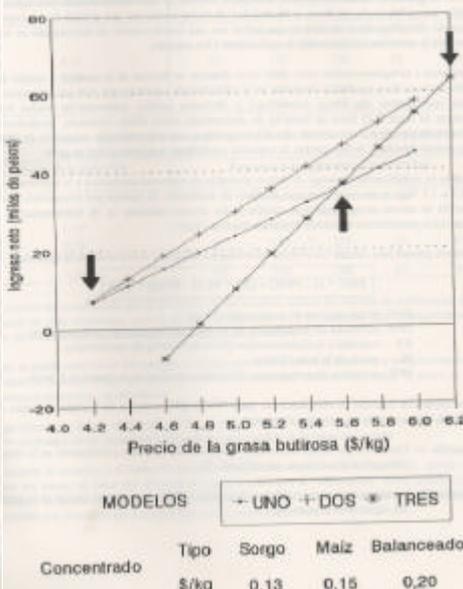


Gráfico 3.- Evolución del ingreso neto en función del modelo y del precio de la leche. Año 1996 (Situación B)



El efecto de la respuesta productiva a la suplementación

Además del precio del concentrado y el de la leche, la decisión de suplementar debería estar ligada a la respuesta animal esperada, es decir, a la cantidad de leche producida por unidad de concentrado consumido (litros/kg). En la medida en que mayor sea esta transformación de concentrado en leche, mayor será la conveniencia económica de suplementar a los animales.

La respuesta a la suplementación varía, entre otros factores, en función de la cantidad y calidad de la pastura asignada. Los resultados obtenidos en la EEA Rafaela muestran que con una asignación de pastura relativamente alta (carga animal baja) y de buena calidad, solamente se pueden lograr respuestas de hasta 0,45 litros de leche/kg de concentrado como efecto inmediato, produciéndose sustitución de pastura por concentrado. En el otro extremo, con una restringida asignación de pastura (carga animal elevada) y de baja calidad, la respuesta puede llegar a superar el litro de leche.

Tomando en consideración un rango de valores probables de respuesta productiva a la suplementación (de 0,3 a 1,3 l/kg), y sin tener en cuenta el efecto de sustitución de pastura por concentrado que se produciría en ciertas circunstancias, se calcularon los precios máximos (o de indiferencia) de los concentrados para distintas relaciones de transformación a leche.

La fórmula general para calcular los precios máximos para adquirir el concentrado es la siguiente:

$$PMC * (1 - PPM) = [RS * PL (1 - PPT) * 1000$$

donde, PMC: precio máximo del concentrado (\$/ton)

PPM: porcentaje de participación del mediero en los gastos de suplementación.

RS: respuesta a la suplementación (litros de leche/kg de concentrado).

PL: precio de la leche (\$/litro).

PPT: porcentaje de participación del tamero mediero en el cheque de la leche.

Si bien existe una infinidad de combinaciones para PPM y PPT, a modo de ejemplo se toman dos situaciones que se consideran como muy corrientes:

* Situación 1.- Tamero a porcentaje del cheque de la leche (20%) y con participación en la compra del suplemento al mismo valor (Cuadro 5)

* Situación 2.- Tambero a porcentaje del cheque de la leche (20%) pero sin participación en la compra del suplemento (Cuadro 6).

CUADRO 5: Precios máximos del concentrado para distintos precios de la leche y respuesta a la suplementación (Situación 1)

Precio de la leche (\$/l)	Respuesta a la suplementación (litros/kg)				
	1,3	1,0	0,8	0,5	0,3
	Precios máximos del concentrado (\$/tonelada)				
0,17	221	170	136	85	51
0,18	234	180	144	90	54
0,19	247	190	152	95	57
0,29	260	200	160	100	60

CUADRO 6: Precios máximos del concentrado para distintos precios de la leche y respuesta a la suplementación (Situación 2)

Precio de la leche (\$/l)	Respuesta a la suplementación (litros/kg)				
	1,3	1,0	0,8	0,5	0,3
	Precios máximos del concentrado - (\$/tonelada) —				
0,17	177	136	109	68	41
0,18	187	144	115	72	43
0,19	198	152	122	76	46
0,29	208	160	128	80	48

Los precios del concentrado que se presentan en los cuadros, indican los valores de indiferencia, desde el punto de vista económico, para la decisión de suplementar a los animales. Por consiguiente, todo valor del concentrado que se encuentre por debajo sería rentable.

Como se puede observar en los cuadros, a medida que se incrementa la respuesta a la suplementación y el precio de la leche, mayor podrá ser el valor del concentrado para decidir, desde el punto de vista meramente económico, su adquisición.

Surge claramente de este análisis que, si bien son importantes los precios del concentrado y de la leche la conveniencia o no de suplementar depende en gran medida de la respuesta animal.

Finalmente, la situación 1 (Cuadro 5) presenta ventajas con respecto a la 2 (Cuadro 6), debido a que puede ser mayor el valor del concentrado para la decisión de suplementar. Cabe aclarar que, la situación 1 es similar para los casos de establecimientos donde ordeña el propietario o el tambero está contratado con un sueldo fijo y no participa en la compra del alimento.

Origen y composición química de los subproductos agroindustriales

Ingrs.Agrs. Alejandro R. Castillo y Silvia G. Onetti

Introducción

De la producción y procesamiento de alimentos para el hombre se originan numerosos subproductos y residuos que pueden ser destinados a la alimentación animal. Un número importante de los mismos tienen características nutritivas diferentes según su origen y el tipo de procesos industrial. En general presentan la particularidad de ser muy concentrados en uno o más nutrientes (proteínas, lípidos, etc.) por lo que se deben analizar cuidadosamente para así poder combinarlos en forma correcta con otros alimentos en dietas equilibradas.

Clasificación

Para su clasificación, los subproductos utilizados en la alimentación animal se pueden agrupar según su origen en:

1.- Subproductos de origen animal.

- 1.1. Industrias lácteas.
- 1.2. Industria pesquera.
- 1.3. Industria frigorífica.
- 1.4. Producción avícola.

2.- Subproductos de origen vegetal.

- 2.1. Industria aceitera.
- 2.2. Industria molinera.
- 2.3. Industria frutihortícola.
- 2.4. Industria azucarera.
- 2.5. Industria cervecera.
- 2.6. Industria vitivinícola.
- 2.7. Industria de golosinas y panadería.
- 2.8. Industria maderera -papelera.

1.- Subproductos de origen animal.

Estos son derivados principalmente de tres industrias: lechera, frigorífica y pesquera. En términos generales son alimentos que contienen proteínas de alta calidad con un excelente balance de aminoácidos y muy ricos en minerales y vitaminas. Con excepción de los provenientes de la industria lechera, las proteínas son de baja degradabilidad ruminal (denominadas "by pass").

Para la utilización de este grupo de alimentos, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Los subproductos de origen animal normalmente contienen importantes cantidades de grasa y son muy propensos a sufrir procesos de oxidación y rancidez.
- b) Deben ser procesados y almacenados adecuadamente para prevenir el crecimiento y contaminación con microorganismos.
- c) En general son comparativamente más caros que los subproductos de origen vegetal.

1.1. Industrias lácteas

De los procesos industriales de la leche se obtiene una amplia variedad de productos para el consumo humano y animal. En líneas generales los subproductos de esta industria son de alta calidad en proteína y aminoácidos, lactosa (azúcar de la leche), minerales y vitaminas.

El suero, ya sea de queso o de manteca, es uno de los subproductos de mayor volumen y es usado en nuestro país en la producción intensiva de cerdos y, en menor medida, en la crianza artificial de terneros de tambor. Existen también antecedentes de su uso en la suplementación de vacas lecheras y novillos en pastoreo. El contenido de materia seca (MS) de los distintos sueros normalmente establecidos cercanos a las industrias lácteas.

Además del suero existen otros subproductos como la albúmina, la caseína, el barrido de leche en polvo, distintos tipos de sueros tratados (condensados, secos, hidrolizados y fermentados), etc.

En general se recomienda que este tipo de subproductos no debe superar un 25% del consumo total de MS, siendo la principal limitante en la alimentación de rumiantes el costo relativo de estos alimentos.

1.2. Industria pesquera

Los subproductos de esta industria consisten en los desechos del procesamiento del pescado, conjuntamente con otras especies marinas. Estos alimentos son una fuente muy rica de nutrientes, principalmente proteínas, vitaminas y minerales. Los más comúnmente utilizados son las harinas (con o sin extracción de aceite) y el soluble de pescado.

En rumiantes el uso de las harinas se restringe a animales de muy alto mérito genético, siendo considerada como una excelente fuente de proteína no degradable, además de vitaminas y minerales. El contenido proteico puede variar entre 400 y 700 g/kg dependiendo del tipo de pescado del cual se obtuvo. Desde un punto de vista nutricional, la incorporación de harina de pescado en la dieta de rumiantes se debe realizar a partir de un correcto balance de las fracciones degradables y no degradables de la proteína y en función del requerimiento de los animales. Su uso masivo está normalmente limitado por el precio.

El soluble de pescado es un condensado semisólido, obtenido por evaporación del líquido remanente en el procesamiento de pescados. Tiene un contenido proteico de alrededor de 300 g/kg y es una fuente muy rica de vitamina B que generalmente, se suministran adicionados a las harinas.

1.3. Industria frigorífica

Dentro de este grupo de subproductos se encuentran las harinas de carne con y sin hueso, harina de plumas, harina de huesos y las grasas y aceites. Como las harinas de pescado, estas son muy ricas en proteína de baja degradabilidad ruminal.

La utilización de harina de carne y de hueso de origen bovino y ovino para la alimentación de rumiantes, fueron prohibidas por el Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA; resolución No 252 del 12 de Mayo de 1995). Dicha prohibición obedece a medidas de prevención contra la Encefalopatía Espongiforme Bovina, también conocida como "enfermedad de la vaca loca".

Las harinas sangre y plasma están indicadas para raciones de vacas lecheras de alta producción. Son alimentos de escasa palatabilidad por lo que su incorporación en la dieta debe ser gradual, siendo a menudo mezcladas con melaza.

Las grasas y aceites son fuentes muy concentradas de energía que son utilizados para aumentar la concentración energética de la dieta, sobre todo en raciones de vacas de alta producción. Cantidades excesivas en la dietas (más del 9%), pueden comprometer la digestión de la fibra y reducir el consumo de alimento.

1.4 Producción avícola

Los establecimientos intensivos de producción avícola tienen una alta producción de excrementos que son comúnmente utilizados como fertilizantes. En la actualidad se ha difundido el uso de dichos excrementos ("cama de pollo" fundamentalmente) para la alimentación de rumiantes.

Se entiende por "cama de pollo" al conjunto de fecas y orina de las aves, más restos de alimentos, plumas, huevos y material absorbente. Se caracterizan por ser materiales de bajo valor energético y alto en proteínas, fibra y minerales. La proteína se presenta con una alta proporción de nitrógeno no proteico, por lo que su uso se destina exclusivamente a la alimentación de rumiantes. Existen diferencias substanciales en la composición química de estos materiales en función de su origen, siendo necesario un análisis químico previo a la utilización.

La información relacionada con el uso de cama de pollo para animales de carne, indica que estas podrían participar en la dieta en niveles de hasta un 30-40%, aunque existen antecedentes de inclusiones de 60-70% en animales de menores requerimientos. En ganado lechero con químicas producciones intermedias a bajas no deberían sobrepasar un 25-30% del consumo, disminuyendo factores a 10-15% en rodeos de alta producción. Además de lo mencionado, se debe considerar por un lado la probable contaminación de estos productos con sustancias químicas (anabólicos, antibióticos, etc.), y por otro, la posibilidad de contaminación con organismos patógenos, principalmente Salmonella. Al respecto, las recomendaciones de distintas fuentes bibliográficas indican la posibilidad

del ensilado de este tipo de material con las siguientes ventajas: bajo costo, disminución de organismos potencialmente patógenos, mayor palatabilidad y disminución de prepara aromas no deseables.

2 Subproductos de origen vegetal

Casi todos los tipos de vegetales que son producidos y/o procesados para la alimentación humana tienen algún subproducto que puede ser utilizado para la alimentación animal. En nuestro país estos subproductos son un importante componente en la elaboración de balanceados comerciales o en raciones elaboradas a campo.

Un aspecto interesante a destacar es la posible contaminación de alguno de estos alimentos con pesticidas y/o aflatoxinas, constituyendo una de las principales desventajas a considerar en la suplementación de vacas lecheras. Las aflatoxinas son sustancias hepatotóxicas y cancerígenas que, además del daño producido en el animal, se traspasan a la leche (aproximadamente un 10% del total ingerido), siendo la población infantil particularmente sensible a estas micotoxinas. En la actualidad existen fuertes restricciones en los países desarrollados (principalmente la Comunidad Económica Europea), para importar alimentos contaminados con las sustancias mencionadas.

2.1. Industria aceitera.

Distintas semillas oleaginosas son producidas en todo el mundo como fuentes de aceites vegetales con distintos usos en la industria o para el consumo humano. El residuo del procesamiento de estas semillas es un producto rico en proteínas de gran valor en la alimentación del ganado en general (aves, cerdos y rumiantes),

Este grupo de subproductos se presenta normalmente en el comercio en forma de pellets o de harinas. Su valor alimenticio varía con la composición química de la semilla original y con el método de extracción del aceite (por solventes o por medios mecánicos).

En general las harinas obtenidas por extracción mecánica, contienen mayor cantidad de aceite y fibra y menor porcentaje de proteínas que aquellas obtenidas por extracción con solventes.

Actualmente, los pellets y las harinas más ampliamente utilizadas en el mundo provienen del procesamiento de la soja, por lo que ésta es usada como estándar comparativo respecto a las otras. Muchas de las harinas de semillas oleaginosas son similares a la de soja en su composición química, pero su uso se encuentra a veces limitado por problemas de suministro y disponibilidad, factores antinutricionales (por ejemplo gossipol en algodón) o falta de palatabilidad.

2.2. Industria molinera

La mayoría de los granos de cereales son molidos y procesados de alguna manera para ser preparados para el consumo humano. En este proceso se obtienen una amplia variedad de subproductos que pueden ser usados extensivamente en la alimentación animal y que difieren, en función de la intensidad del procesamiento, en su valor nutritivo. Muchos de estos subproductos son una excelente fuente de energía y algunos también tienen elevados contenidos de proteína (corn gluten meal). Aunque el contenido de Ca y P puede ser bajo, son buenos suplementos en las dietas de vacas lecheras pudiendo participar en un 25 a 50%.

Los más importantes subproductos de la industria molinera son:

- a) Afrechillos: representa el pericarpio de la semilla y se obtiene en el proceso de separación del almidón. Los de importancia cuantitativa para nuestro país son los de trigo, maíz y arroz. Son por su origen, alimentos con altos contenidos de pared celular. La calidad de los afrechillos depende en gran medida de la eficiencia en el proceso de separación del almidón.
- b) Gluten: es la sustancia remanente después de la extracción del almidón y el jarabe. Se comercializan en el caso del maíz como "corn gluten feed" y "corn gluten meal", con contenidos de proteínas de 23 y 60% respectivamente, de baja degradabilidad ruminal (50%). En el caso del sorgo, la harina de gluten se la denomina burlanda y posee no menos de 45% de proteína.

2.3. Industria frutihortícola

Las frutas y hortalizas suelen ser considerados interesantes recursos en la alimentación del ganado. En líneas generales pueden tener tres orígenes:

- a) desechos en la clasificación por calidad, ya sea por tamaño y por daño,
- b) residuos dejados en el campo, y
- c) residuos del enlatado y la producción de jugos.

Debido a la gran diversidad de productos que comprende este grupo de alimentos, como característica general se podría decir que son pobres en calcio y fósforo, tienen muy buena digestibilidad y concentración energética, alto contenido de azúcares solubles, bajos contenidos de proteína y bajos porcentajes de materia seca.

Con la excepción del pellet de pulpa de citrus, proveniente de la producción de jugos, los alimentos derivados de la industria frutihortícola presentan una serie de problemas, como ser altos contenidos de agua, disponibilidad estacional, transporte, almacenaje, manejo y distribución al ganado, tiempo de deterioro, etc. Es por ello que su uso debe estar muy bien planificado y en lo posible cerca de las áreas de producción.

2.4. Industria azucarera.

Este grupo de subproductos se obtiene de las distintas etapas del procesamiento de la caña de azúcar. Los más utilizados en el país son la melaza, como producto secundario del refinamiento del azúcar, y el bagazo, que consiste en las cañas después de la extracción de los jugos azucarados por trituración con rodillos.

La melaza es muy palatable y es considerada como una excelente fuente de energía. Si bien en nuestro país fue usada para la fabricación de alconaftas, en la actualidad debería ser tenida en cuenta como un ingrediente importante en las raciones de vacas lecheras. La melaza es un excelente saborizante, mezclada con alimentos molidos permite reducir el polvillo, es un muy buen aglutinante para el pelleado, estimula la actividad de los microorganismos ruminales, provee minerales traza y puede ser utilizada como vehículo de urea, minerales y vitaminas.

En otros países la melaza es normalmente incluida en proporciones variables (entre 3 a 15% de la dieta). Aunque existen antecedentes de mayor participación (superiores al 15%), podrían causar que el alimento se torne inmanejable y extremadamente pegajoso.

El bagazo es un producto de muy alto contenido de fibra, por lo que tiene una baja digestibilidad (alrededor del 25%) y debe ser considerado como un forraje de emergencia. No debería incluirse en las dietas en proporciones mayores al 10%.

2.5. Industria cervecera

Existen distintos subproductos provenientes de esta industria, siendo los más comunes la hez de malta (seca y húmeda) y los granos de destilería, principalmente cebada con mezclas de maíz y en algunos casos arroz (seco, húmedo o ensilado). Se deben tener precauciones en el almacenaje (duración y protección) de aquellos subproductos húmedos ya que se degradan con facilidad.

Estos subproductos son en general muy palatables, ricos en proteína con una degradabilidad intermedia y son considerados, desde un punto de vista nutricional, como un muy interesante ingrediente en raciones para vacas lecheras. Existen evidencias de reducciones en el consumo y la producción de leche si participan por encima del 20% de la ración ofrecida en base materia seca como granos de destilería húmedos.

2.6. Industria vitivinícola.

La pomasa o pulpa de uva es el residuo de la producción de vino o jugos. Está compuesta principalmente de los tallos, semillas, pulpa y hollejo u orujo de la uva.

Es un recurso de baja calidad, alto en fibra y de baja concentración energética. Se recomienda para la alimentación del ganado de carne o en animales no lactantes en proporciones no mayores a un 20% de la dieta total, previamente equilibradas.

2.7. Industria de golosinas y panadería.

Los residuos de estas industrias consisten en combinaciones de distintos productos como pan, galletas, galletitas, tortas, harinas, masas, etc., secados y molidos.

Son alimentos de alta densidad energética (por su contenido en grasa y azúcares solubles), son pobres en proteína, minerales y vitamina A. Por sus características podrían reemplazar a los granos clásicos en la dieta de vacas lecheras. Sin embargo, debido a que son fermentados muy violentamente en el rumen se considera que no deberían superar un 20-25% de la dieta de los animales.

2.8. Industria maderera-papelera.

Los subproductos derivados de la madera y el papel son considerados alimentos de muy baja calidad, ricos en celulosa y lignina, y pobres en proteínas, por lo cual no se aconseja su incorporación en dietas de animales de altos requerimiento.

Valor energético-proteico y composición química.

Con el objetivo de facilitar la identificación de algunos subproductos en relación a su concentración energética y proteica, se presenta la Tabla 1 (adaptada de De Visser y Steg, 1988). Es importante considerar que pueden existir variaciones en la calidad de algunos alimentos, por lo que se recomienda chequear su composición química antes de elaborar las dietas de los animales.

En la Tabla 2 se presentan los valores de composición química de los subproductos que podríamos considerar como los principales o más usados en nuestro país, muchos de los cuales fueron analizados en el Laboratorio de Producción Animal de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Rafaela.

Consideraciones finales

En la utilización de cualquier alimento concentrado, no solamente subproductos, se deberían tener las siguientes consideraciones si se pretende lograr un beneficio económico de la suplementación:

a) Se debe planificar el período de la suplementación en función de un balance de la dieta y considerando no solo el déficit de materia seca, sino también de los nutrientes que pueden limitar la productividad de los animales (energía, proteína, Ca, P, etc), y comprar los alimentos en función del costo de el o los nutrientes limitantes.

b) La planificación debe contemplar la disponibilidad en el tiempo del alimento durante el período que se pretende usar, su conservación, transporte y forma de suministro.

c) En muchos casos existen problemas de aceptabilidad y por lo tanto se requiere de un tiempo de adaptación a un nuevo alimento. La aceptabilidad suele estar relacionada con problemas de contaminación. Aquellos alimentos contaminados con insecticidas o fermentaciones no deseables deberían ser descartados.

Bibliografía consultada.

Ensminger, M.E.; Oldfield, J.E. and W.W. Heinemann. 1990. By-Products Feeds - Crop Residuos. In: Feeds & Nutrition. The Ensminger Publishing Company. Second Edition, Clovis, California, USA.

Mc Donald, P.; Edwards, R.A & J.F.D. Greenhalgh- 1988. Animal Nutrition, 4th Edition. Longman Scientific & Technical Ed. Essex, UK.

De Visser, H. and A. Steg. 1988. Utilization of By-Products for Dairy Cows. In: Nutrition and Lactation Dairy Cows, P.C. Gamsworthy Ed. University of Nottingham. Butterworth, London, UK.

Morales.S.M. 1987. Desechos y Subproductos Agroindustriales como Recursos Alimenticios pa Ruminantes. En: Alimentación Invernal del Ganado Bovino, J.I.Egaña Ed. Universidad de Chile. Santiago Chile.

AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB Intemational. Wallingford.UK.

Ruiz,M.E.; Ruiz,A. y D.Pezo.1980. Estrategias para el Uso de Residuos de Cosecha en la Alimentación Animal. En: Memorias del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Co; Rica.

Castillo.A.R. y M.R.Gallardo. 1989. Alimentos no Tradicionales, Consideraciones. Practicas para Utilización. Información para Extensión No 88. EEA Rafaela INTA.

D'Ascanio,G. y C.O.Peruchena. 1992, Caracterización de los Principales Residuos y Subproductos* Agroindustriales Producidos en el Noreste de Santa Fe. Publicación Miscelánea ?7. EEA Reconquista INTA.

Tabla 1. Identificación comparativa de subproductos en función de su concentración energética y proteica.

Concentración de Energía metabolizable (Mcal/KgMS)			
Porcentaje de Proteína Bruta	Alta (> 2.9)	Media (2.2 - 2.9)	Baja (< 2.2)
Alta (> 20)	Harina de sangre. Harina de soja. Suero de leche. Semilla de algodón. Harina de pescado.	Harina de pescado. Expeller de algodón. Hez de malta. Granos de destilería. Descarte de granos oleaginosos. Harinas de suero y sangre. Maíz gluten meal. Maíz gluten feed. <u>Burlanda de sorgo.</u>	Harina de girasol. Cama de pollo.
Media (12-20)		Afrechillo de trigo. Afrechillo de maíz	Afrechillo de arroz. Pulpa de uva.
Baja (< 12)	Pulpa de citrus. Melaza. Residuos de golosinas y panaderías. Bulbos, raíces y tubérculos. <u>Grasa.</u>	Cascara de soja	Pulpa de aceitunas. Semillas de uvas. Despunte de caña. Bagazo.

Tabla 2. Composición química (base materia seca) de los subproductos de origen agroindustrial utilizados en la alimentación de ruminantes. Extractado de la Tabla de Alimentos de la EEA del INTA Rafaela (en prensa) y del NRC.

ÍTEM	MS	EM	PB	FDN	FDA	EE	Ca	P
SUBPROD. DE ORIGEN ANIMAL								
SUERO DE LECHE	7	3.74	13	-	-	4.3	0.92	0.82
SUERO DE LECHE deshidratado	93	3.16	14.2	-	-	0.7	s/d	s/d

CASEÍNA deshidratada	91	3.51	92.7	-	-	0.7	0.67	0.9
HARINA DE PESCADO	90-93	2.7-3.7	40-70	-	-	4.5-11	2.5-8.5	1.8-4
HARINA DE SUERO	95.8	s/d	74.5	-	-	5.32	s/d	s/d
HARINA DE SANGRE	93	3.6	90	-	-	3.24	0.52	0.26
CAMA DE POLLO deshidratada	90	2.13	28.2	35	15	2.4	9.31	2.58
HARINA DE RESIDUO DE POLLO	93	3.07	62.8	-	-	14.1	3.76	1-96
GRASA ANIMAL hidrolizada	99	8.5	-	-	-	96-100	-	-
SUBPROD. DE ORIGEN VEGETAL								
ALGODÓN semilla	92	3.83	23.9	39	29	23.1	0.16	0.75
ALGODÓN expeller mecánico	93	3.33	43	28	14	4.5	0.20	1.1
ALGODÓN expeller solvente	92	2.8	45	26	13.5	1.5	0.18	1.21
GIRASOL expeller solvente	90	1.51	25.9	40	33	1.2	0.23	1.03
LINO expeller mecánico	91	3.22-2.6	37.9	25	17	6	0.45	0.96
LINO expeller solvente	90	3.02-2.6	38.8	25	19	1.5	0.43	0.89
MANÍ expeller mecánico	93	3.2	52	s/d	6	5.8	0.2	0.61
SOJA expeller mecánico	90	3.34	44.1	15-33	11.2	5.3	0.29	0.68
SOJA expeller solvente	89	3.29	50	14	10	1.5	0.34	0.7
SOJILLA	91	2.35	25.6	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
TRIGO afrechillo	89	2.67	17.1	30	15	4.4	0.13	1.38
ARROZ afrechillo	91	2.67	14.1	33	18	15.1	0.08	1.7
ARROZ cascarilla	92	0.1	3.3	82	72	0.8	0.1	0.08
POROTO, ARVEJA, ETC.	89	3.3	25.3	s/d	s/d	1.5	0.16	0.5
GRANOS DE DESTILERÍA	93	3.4	29	40	19	10	0.13	1
MALTA hez deshidratada	94	2.71	28.1	47	18	1.4	0.23	0.75
MALTA hez prensada	27	2.7	29.7	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
MELAZA deshidratada	94	2.7	10.3	s/d	s/d	13.3	1.1	0.15
GLUTEN MEAL	91	3.38	47-60	37	9	2.4	0.16	0.50
GLUTEN FEED	90	3.25-2.9	25.6	35	10	2.4	0.36	0.82
RESIDUO DE PANADERÍA deshidr.	92	3.51	8-12	7	2	11	0.22	0.22
CAÑA DE AZÚCAR despunte fresco	15	2.27	7.6	s/d	s/d	0.7	s/d	s/d
BAGAZO DE CANA DE AZÚCAR	91	1.69	1.6	88	61	0.7	0.9	0.29
PULPA DE CITRUS	91	3.2	6.7	23	22	3.6	2.2	0.1
ORUJO DE UVA	91	1.02	13	s/d	s/d	7.9	0.61	0.06
TUBÉRCULOS Y RAICES	12-23	3.1 -3.3	9-12	s/d	s/d	0.4- 1.4	0.2-0.4	0.2-
GRASA VEGETAL 1	99	8.20	0-1.4	-	-	96-99	-	-

MS: Materia Seca (%) ; PB: Proteína Bruta (%) ; FDN: Fibra Detergente Neutro (%) ; FDA: Fibra Detergente Acido (%) ; EM: Metabólica (Mcal EM/kg MS); EE: Extracto Etéreo (%); Ca: Calcio (%); P: Fósforo (%); s/d: sin datos.

Disponibilidad y precios de algunos suplementos utilizados para la alimentación de los rumiantes

A partir de encuestas y consultas directas realizadas a empresas agroindustriales y comercializadoras de concentrados y subproductos, se obtuvo información sobre precios y disponibilidad de diferentes suplementos destinados a la alimentación de rumiantes.

La información correspondiente se presenta en el Cuadro 1, agrupando en primer lugar a los subproductos agroindustriales y luego a los granos y el balanceado comercial de 16% PB.

CUADRO 1. Disponibilidad y precios de algunos suplementos para la alimentación de rumiantes

ALIMENTOS	DISPONIBILIDAD (1)	PRECIO ACTUAL \$/tonelada (2)
Pellet de soja	Sin inconvenientes	240-255
Pellet de girasol	Sin inconvenientes	110-118
Expeller de lino	Escasa	165
Expeller de algodón	Limitada	Sin datos
Expeller de soja	Limitada	255
Semilla de algodón	Sin inconvenientes	75-80
Pellet de afrechillo de trigo	Limitada	108-120
Afrechiño de arroz	Escasa	85
Pellet de pulpa de citrus	Escasa	86-96
Hez de malta prensada	Sin inconvenientes	14-15
Pellet de brote de malta	Sin datos	130
Pellet de afrechillo de maíz	Escasa	130
Pellet de gluten feed	Escasa	108-116
Gluten meal	Limitada	425-475
Melaza líquida	Sin inconvenientes	40-60
Pellet de burlanda de sorgo	Escasa	121
Grano de maíz	Sin inconvenientes	154(3)
Grano de sorgo	Sin inconvenientes	129(3)
Grano de trigo	Limitada	231(3)
Grano de soja	Sin inconvenientes	244(3)
Grano de girasol	Sin inconvenientes	208(3)
Balanceado 16%PB	Sin inconvenientes	160-200

(1) Relacionada con los volúmenes habituales destinados a la alimentación animal o con la producción total.

(2) Precio del mercado interno para marzo de 1996, sin IVA y sin flete.

(3) Precio promedio de la tercera semana de marzo en Rosario.

Los precios que figuran en el Cuadro 1 representan el promedio de las cotizaciones (sin IVA) para marzo de 1996 y corresponden a valores en boca de expendio (es decir sin flete). En consecuencia, éstos deben ser tomados como orientativos, existiendo situaciones particulares que los pueden modificar sensiblemente.

Cabe acotar además, que las grandes empresas agroindustriales que operan en Argentina priorizan la exportación de los subproductos por problemas de incobrabilidad en el mercado interno. Sin embargo, esta norma no es tenida en cuenta con los buenos clientes nacionales. En este sentido, el sector lácteo es visto de manera diferenciada, ya que la comercialización de los subproductos se realiza a través de las industrias lácteas, lo que les asegura el cobro.

Por otra parte, se esperaría una mayor demanda internacional de los subproductos de la industria aceitera y molinera, en virtud de las recientes restricciones sanitarias impuestas por la Unión Europea a los alimentos de origen animal.

En cuanto al grano de trigo se ha considerado que habría algunas limitaciones en cuanto a su disponibilidad, debido a las últimas estimaciones de producción (17% inferior en 1995 con respecto al quinquenio 90/91-94/95). Para el caso del maíz la producción fue prácticamente similar al promedio del mismo quinquenio aunque inferior en un 8% a la última campaña.

En relación con la tendencia de los precios para el año 1996, la misma dependerá de la posición de los mercados. En el caso del balanceado y de algunos granos forrajeros, sus precios son muy dependientes del de maíz.

Finalmente se desea destacar la importancia de la participación relativa de la agroindustria en el volumen comercializado, especialmente la de las oleaginosas.

Para 1994 (últimos datos oficiales disponibles y completos) el porcentaje de la semilla-grano destinada a la industria fue el siguiente: Soja 75%, Girasol 85%, Lino 99%, Trigo 45% y Cebada cervecera 81%.

Estos valores se obtuvieron a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje destinado a industria} = \frac{\text{Cantidad de semilla-grano industrializado}}{\text{Exportación de semilla-grano} + \text{Cantidad semilla-grano industrializado}}$$

En el caso del algodón, se produjeron alrededor de 400.000 toneladas de semilla y 230.000 de fibra. Las 283.681 toneladas de semillas destinadas a la industria aceitera representan alrededor de un 70% del total. Para 1995/96 la publicación Oil World estima una disponibilidad de semilla de algodón de 620.000 toneladas, mientras que la información suministrada por la EEA Sáenz Peña del INTA es de unas 700.000 toneladas de semilla para aceite y forrajes en la presente campaña.

Por otra parte, una proporción muy elevada de los pellets y expellers derivados de la industria aceitera se exportan. Para 1994 fueron los siguientes: Soja 92%, Girasol 92%, Lino 97% y Algodón 86%.

Las exportaciones de pellets de afrechillo de trigo fueron, para el mismo año, de 110.650 toneladas frente al récord de 600.000 en 1985 y 1986.

En el Cuadro 2 se presenta un listado de las empresas que han respondido a la encuesta realizada y que comercializan alimentos

CUADRO 2. Referencias de las empresas encuestadas y de los alimentos que comercializan

RAZÓN SOCIAL	DIRECCIÓN	TELEFONO	ALIMENTOS INFORMADOS
SOL DE MAYO SA	Av.Roque Saenz Peña 146 2300 Rafaela -Santa Fe	0492-24662 /35349	Expeller de lino, de girasol y de soja
FRANCISCO HESSEL e HIJOS	Gral Paz 1511 3080 Esperanza-Santa Fe	0496-20127/22186	Expeller de soja
AGRIPRO SA	Sarmiento 559 3er piso Of.50 1041 Capital Federal	393-6097/5936	Pulpa de citrus
ARCOR SAIC	Bv.Fulvio Pagani 487 2434 Arroyito-Córdoba	0576-21081/21515/ 22265	Gluten feed. Gluten meal, melaza
F.yA.BASILESAICel	Reconquista 159 6740 Chacabuco -Buenos Aires	0352-31455/31458	Pellets de trigo. Afrechillo de maíz
MOLINOS RIO DE LA PLATA SA	Paseo Colón 746 3er piso 1323 Capital Federal	345-3285 al 88	Pellets de girasol y de soja
ANDRÉS LAGOMARSINO e HIJOS SA	San Martín 229 8vo piso 1004 Buenos Aires	394-1200 y 393-0603	Pellet de afrechillo de trigo
MOLINO ARGENTINO SA	Solís 1973 1134 Capital Federal	362-5800	Pellet de afrechillo de trigo
VICENTIN SAIC	Calle14nro495 3561 Avellaneda -Santa Fe	0482-81154	Cascara de algodón
COMPAL SACEI	Av.Mitre3912esq39 1855 Plátanos -Buenos Aires	258-2822/1776/2126	Pellet de brote de malta y hez de malta prensada.
COOP. AGRIC. ALGODONERA LA BANDA Ltda	25 de Mayo 1205 4300 La Banda-Sgo. del Estero	085-270061/270005	Semilla de algodón
MAPRIBA	Brasil 1839 2300 Rafaela -Santa Fe	0492-24986	Balanceados y subproductos
ASOCIACIÓN COOPERATIVAS ARGENTINA COOP Ltda (ACÁ)	Av.E.Madero 942 5to piso 1106 Capital Federal	313-9932	Balanceados

ACEITERA GRAL DEHEZA SAICA	Maipú 471 Ser piso 1376 Capital Federal	392-9887	Expellers de oleaginosas
UNIÓN DE COOP. AGRÍCOLAS ALGODONERAS Ltda	Mariano Moreno 513 3700 Pres.R. Saenz Peña -Chaco	0732-22269 y 21468	Semilla de algodón
UNIÓN AGRÍCOLA DE AVELLANEDA COOP. Ltda	Av.Lib. Gral San Martín 744 3561 Avellaneda -Santa Fe	0482-81401/ 81066/81320	Semilla de algodón
CARGILL SA	Av.L.N.Alem 928 1001 Capital Federal	313-4422	Balanceados
QUICKFOODSA	Av.Ortiz 2653 San Jorge - Santa Fe	0406-40117 al 128	Harinas de suero y de sangre

Guía práctica para la suplementación con concentrados (clásicos y subproductos)

Ings. Agrs. Miriam Gallardo, María Susana Guaita y Silvia Onetti

Introducción

Los modelos productivos de nuestro país, históricamente de naturaleza «extensiva y pastoril», han sufrido en los últimos años profundos cambios, que los han llevado a transformarse en sistemas más intensivos, principalmente a través de un mayor uso de algunos recursos claves. El aumento en la incorporación de concentrados a las raciones y una mayor producción de silajes, son algunos ejemplos.

Existen en este momento evidencias de un aumento sostenido del precio internacional de los granos. Esta situación llevará probablemente a que los productores replanteen su marco productivo, hacia una revalorización de la pastura como fuente «barata» de nutrientes y probablemente de alimentos concentrados alternativos, de menores costos que los granos clásicos.

Los subproductos agroindustriales pueden constituir una de esas alternativas. De hecho son tenidos cada vez más en cuenta porque en muchos casos son recursos de alto valor nutritivo.

Debido a que los subproductos son alimentos con características muy particulares y que ellos integrarán una dieta compleja (combinación de pasturas bajo pastoreo forrajes conservados), para animales de distintos requerimientos, es importante analizar su utilización en el contexto de los principales factores que afectan su respuesta, para lograr la mayor eficiencia productiva.

Suplementación eficiente

a. Conceptos de adición y sustitución en condiciones pastoriles

Cuando se utilizan concentrados, sean subproductos; granos clásicos ó su combinación, y la carga del sistema es baja, el animal tiende a reemplazar la pastura por el concentrado. Esto se denomina efecto de «sustitución» y se agrava en la medida en que la oferta forrajera aumenta en cantidad y calidad. En ese caso, el suministro de concentrado se transforma en una práctica ineficiente ya que se producirá menos leche por unidad de concentrado.

Sin embargo cuando se restringe la oferta forrajera, y las eficiencias de pastoreo son cercanas al 75%, el concentrado opera como un alimento que adiciona nutrientes al forraje base (efecto de «adición»). En este caso la producción de leche es mayor por efecto del concentrado

b. Respuestas a la suplementación en condiciones de pastoreo

La información de la EEA Rafaela sobre pasturas base alfalfa, indica que **cuando la oferta forrajera es alta y de buena calidad** (aproximadamente una vez y media el consumo total de materia seca) **la respuesta a la suplementación no superaría los 0.45 kg leche por kg de grano suministrado**. En esos casos, las tasas de «sustitución» pueden estar en el orden de los 0.800 kg de pastura/kg de concentrado.

Cuando la oferta de materia seca es restringida ó la calidad de la pastura es regular a baja se pueden, en cambio, obtener respuestas superiores a 1 kg de leche por kg de concentrado.

En la Figura 1 se muestra la respuesta a diferentes niveles de concentrado, sobre la producción de leche. Observando las tendencias, se puede inferir que hasta un cierto nivel de concentrado habría una respuesta lineal y positiva (3 kg en la figura). Superado el mismo, no deberían esperarse aumentos significativos en la producción. La respuesta al concentrado sigue por lo tanto, la ley de los rendimientos decrecientes.

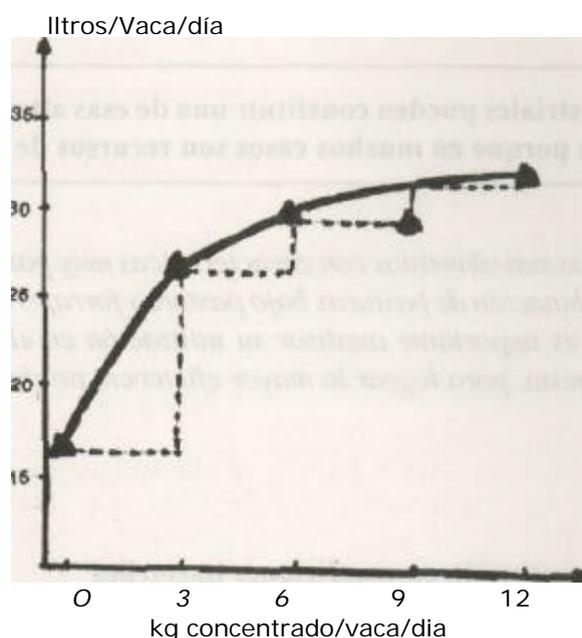


Figura 1: Producción de leche con distintos niveles de concentrado. Fuente: EEA Rafaela INTA. Datos inéditos. 1996.

Si el potencial genético es bajo (15 litros ó menos), los rendimientos comienzan a decrecer con una menor cantidad de concentrado. Esto significa que la respuesta al concentrado tendrá, comparativamente, más impacto en vacas de alto mérito genético.

Ración balanceada

Para obtener altas producciones de leche de calidad, la incorporación de cualquier alimento a una dieta debe hacerse tendiente a lograr el equilibrio de nutrientes del forraje base. Esto constituye la premisa «básica» para equilibrar la oferta de alimentos al requerimiento de los animales.

Para balancear adecuadamente una ración es necesario conocer dos aspectos fundamentales: la demanda de las vacas y la oferta de nutrientes de los alimentos.

a. La demanda

Los requerimientos de energía, proteína y otros nutrientes son diferentes según el estado de la lactancia. Entonces, se debe conocer que:

** Las vacas recién paridas son más exigentes en calidad de alimentos (consumen menos pero producen más). Además son más eficientes para la conversión de concentrado en leche durante el primer tercio que en el resto de la lactancia.

** Por cada litro de menos producido en el pico de producción (60-80 días post-parto) se estima una disminución de alrededor de 200 litros en la lactancia total.

** Las vacas de más de 6 meses de lactancia necesitan reponer peso (recuperar «estado» para la próxima lactancia), por lo que es necesario contemplar este requerimiento extra.

** El aumento de peso (recuperación del «estado») debe hacerse durante la lactancia y no cuando la vaca está seca pues es menos eficiente en utilizar el alimento.

** Las vacas que paren con un buen estado de gordura (por ejemplo grado «4» de score corporal) pueden derivar más energía a leche y por lo tanto producir más que una que pare en «3» (levemente flaca).

** Los gastos de mantenimiento de una vaca son similares ya sea que esté seca ó produciendo diferentes cantidades de leche. Por lo tanto, los altos niveles de producción diluyen los gastos de mantenimiento ó gastos fijos, como se muestra en la Figura 2.

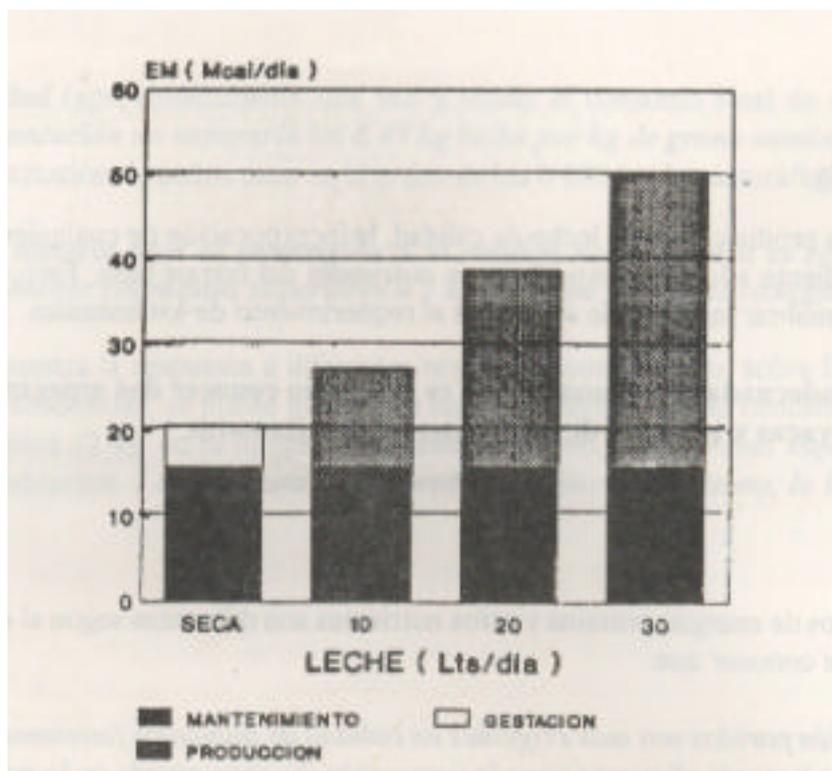


Figura 2: Gastos de mantenimiento de vacas con distintos niveles de producción. Adaptado de NRC 1989.

b. La oferta

** Pasturas y concentrados tienen diferente valor nutritivo y pueden estar aportando distintos nutrientes.

** Dentro de un mismo tipo de alimento la calidad puede variar dependiendo de múltiples factores. Por ejemplo, la calidad de la pastura es cambiante con el estado fonológico, con el grado de enmalezamiento etc. Para los granos, puede variar con el estrés del cultivo y con las condiciones de almacenamiento, mientras que para los subproductos, depende del grado de eficiencia industrial.

No obstante, es deseable que los alimentos mantengan una calidad lo más estable posible, para lograr una óptima fermentación ruminal y evitar que se deban hacer ajustes continuos en la alimentación.

La relación Forraje: Concentrado

Los alimentos que componen una ración se pueden clasificar en tres grandes categorías: los forrajes, los concentrados y los suplementos vitamínicos y minerales. Es conveniente maximizar la cantidad de forraje en una ración por ser la fuente mas barata de nutrientes. Sin embargo, la proporción de forraje en la dieta es un aspecto clave si se desean obtener altas producciones.

La proporción y la calidad de forraje debe variar según la etapa de la lactancia. Por ejemplo en vacas de alta producción se puede formular una ración con alrededor de 45 % de forraje, mientras que en una vaca seca se lo puede hacer con hasta el 100% de forraje.

En la Figura 3 se puede apreciar que en los extremos (alto forraje ó alto concentrado) la producción de leche puede verse limitada. En el primer caso habría una limitante al consumo voluntario de energía, por un exceso de fibra, nutriente que normalmente es abundante en las pasturas. Por otra parte, con un exceso de concentrado se producirán trastornos metabólicos, que incidirán en la salud del animal y por lo tanto en la producción

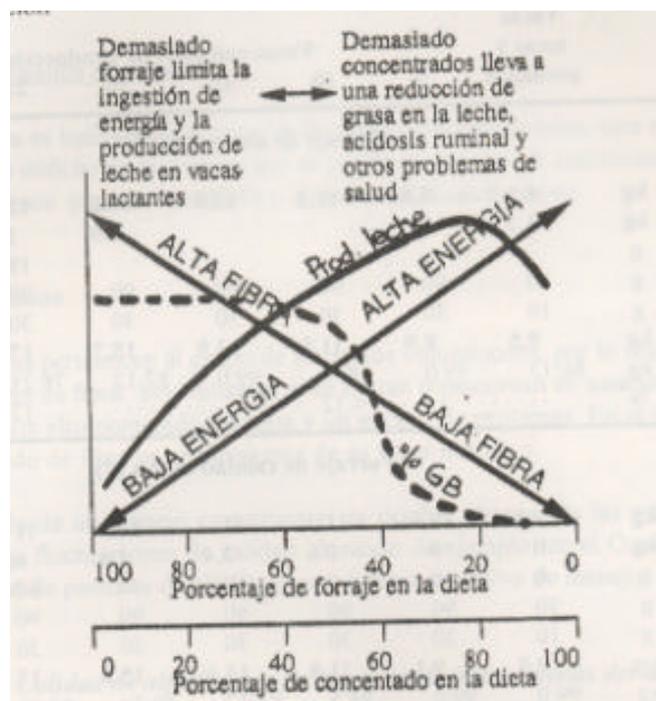


Figura 3 Rotación forraje .concentrado y su efecto sobre la producción de leche Adaptado de Kabcock Institule. Wisconsin. USA. 1994.

a. Relación forraje/concentrado: producción y composición química de la leche

Si se varía la proporción forraje concentrado, es posible cambiar la composición química de la leche, particularmente la fracción grasa butirosa. Hay una relación directa entre cantidad de fibra en la dieta y grasa en la leche.

La concentración de proteína también se puede modificar con la dieta, pero el cambio no es tan notorio como con la grasa butirosa

Es posible incrementar la proporción de proteína en leche y variar su composición hacia más caseína, cuando se suministra una dieta equilibrada, de mayor densidad energética.

Una excepción la constituirían las raciones que contienen una cantidad apreciable de lípidos, por ejemplo semilla de algodón (mas de 30 % de la materia seca total), donde es de esperar una disminución del contenido proteico, con un incremento del contenido de grasa.

Si bien no existe una «receta» básica para establecer las proporciones de concentrado que debe contener una ración, se puede utilizar de manera orientativa, la siguiente guía práctica:

Ingredientes y características de las raciones		Vacas secas y preñadas	Vaca con nivel de producción (k/d)						
			5	10	15	20	25	30	35
Forraje de alta calidad (1)									
Forraje	kg	8.1	8.8	11.3	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
Concentrado	kg	1.3			1.9	3.7	5.3	6.9	
Suplem. fósforo	g					18	40	60	
Sales min. traza	g	30	90	90	90	90	90	110	110
Premezcla vitamin.	g	10	30	30	30	30	30	40	40
Consumo MS	kg	9.5	8.9	11.5	13.9	15.7	17.5	19.3	20.9
Rclac. ForrConc.	kg	86:13	99:0	99:0	99:0	87:12	78:21	71:28	66:33
PB esperada	%		<12				12	15	17
Forraje de calidad media (2)									
Forraje	kg	9.8	10.6	11	11	11	11	11	11
Concentrado	kg	0	0	0.6	2.4	4.6	6.4	8.1	9.7
Suplem. fósforo	g	0	0	0	20	40	60	80	100
Sales min. traza	g	30	90	90	90	90	90	110	110
Premezcla vitam.	g	10	30	30	30	30	30	40	40
Consumo de MS	kg	9.5	9.1	11.8	13.6	15.8	17.7	19.4	21
Relac. ForrConc.	kg	99:0	99:0	94:5	81:17	70:29	63:36	57:42	53:46
PB esperada	%		<12				<20 a 22>		
Forraje de baja calidad (3)									
Forraje	kg	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
Concentrado	kg	1.2	0.8	3.3	5.1	7.4	9.2	10.8	12.4
Suplem. fósforo	g	36	20	48	76	104	132	161	189
Sales min. traza	g	30	90	90	90	90	90	110	110
Premezcla vitam.	g	30	30	30	30	30	30	40	40
Consumo de MS	kg	9.5	9.1	11.8	13.6	15.8	17.7	19.4	21
Relac. ForrConc.	kg	87:12	90:8	70:28	61:39	52:46	47:52	43:56	39:59
PB esperada	%		<22>						

(1) Forrajes con + 70 % DIVMS. < 45 % FDN y 17-24 % de PB. (2) 60-65 % de DIVMS. 45-55 FDN y 16-19 % PB. (3) < 60 % DIVMS. > 55% FDN y < 16 % PB.

Adaptado de: The Babcock Institute. Wisconsin USA. 1994.

Para utilizar la guía, se debe determinar la calidad del forraje base (alta, media ó baja). Luego se debe buscar en las columnas el estado fisiológico del animal y el nivel de producción de leche. Por ejemplo, para vacas de 20 litros/día y calidad media de forraje, el consumo de concentrado equivale a 4.6 kg MS/vaca/día, con una relación forraje -concentrado 70:29.

Se debe destacar que cuando los niveles de producción son elevados no sólo se requiere incrementar la cantidad de concentrado de la dieta sino que se necesita también

suplementar con un adicional de fósforo y contemplar una mayor incorporación de sales de minerales traza y de un complejo vitamínico.

Calidad del forraje y balance de dietas

Para balancear la dieta es indispensable conocer la calidad del forraje base, esta es la única manera de corregir los excesos o déficits de nutrientes que se pueden presentar. A continuación se tomarán como ejemplo dos casos típicos: pasturas de alfalfa y silajes como base forrajera.

a. El caso de las pasturas

En general, las pasturas pertenecen al grupo de alimentos voluminosos, por lo tanto se caracterizan por tener un alto contenido de fibra. Sin embargo, si se cortan o pastorean en estados tempranos de crecimiento pueden tener un alto contenido de agua y un exceso de proteínas. En el otro extremo, si están «pasadas», el contenido de fibra es una limitante de su valor nutritivo.

Sin embargo, a través de un manejo conveniente, es posible obtener de las pasturas una fuente de nutrientes con escasas fluctuaciones de calidad. A modo de ejemplo, en el Cuadro 1 se presentan los parámetros de calidad de pasturas de alfalfa, en un sistema intensivo de manejo.

Cuadro 1: Calidad de alfalfa bajo pastoreo en distintas épocas del año

Parámetro	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Materia seca	21.1	22.4	22.5	21.8
Proteína Bruta	23.2	22.8	24.3	23.1
Fibra det. Neutro	47.7	49.0	39.2	49.9
Digestib.in vitro	67.9	67.4	71.2	69.5

Fuente: UPLI EEA Rafaela (1996)

Si a partir de la pastura se puede lograr una fuente estable de nutrientes de buena calidad, no será necesario hacer permanentes cambios en la cantidad y el tipo de concentrados a suministrar.

Si la pastura es utilizada como único alimento, hay un techo a la producción de leche. Según resultados de la EEA Rafaela, un rodeo de alto mérito genético alimentado con alfalfa de alta calidad suministrada «a voluntad» como único alimento, no alcanza un promedio de producción superior a los 20 litros, en los primeros meses de la lactancia

Para superar este nivel de producción, es necesario corregir los desbalances de la pastura a través de la suplementación, principalmente para aumentar la densidad energética y evitar los efectos del exceso de proteínas en la dieta.

Concentrados para raciones con una alta proporción de pastura

De los parámetros de calidad de alfalfa sobresale el alto contenido de proteína durante todo el año. Esta proteína tiene la característica de ser muy degradable en el rumen (superior al 77 %) y trae como consecuencia una elevada producción de amoníaco, si no hay una fuente concomitante de energía fermentescible en el rumen para captarlo.

Se debe recordar que el amoníaco se transformará en urea con un costo energético adicional, además de desmejorar la calidad de la leche, pues eleva su tenor en urea, que no tiene valor industrial.

Un buen concentrado para alfalfa es, por lo tanto, aquel que tiene un elevado contenido de energía rápidamente fermentescible, derivado principalmente de almidones y azúcares solubles, además de una determinada cantidad de proteínas que no se degraden en el rumen, sí el objetivo fuera lograr elevadas producciones de leche.

Como ejemplo de alimentos para formular concentrados se pueden citar los granos clásicos, que en orden a su concentración energética son: maíz, trigo, cebada, sorgo, avena y centeno.

Una alternativa interesante para la suplementación de alfalfas tiernas la constituyen los granos de cereales húmedos (granos ensilados) que, debido al proceso fermentativo, facilitan una mayor degradabilidad del almidón en rumen.

Dentro de los subproductos, los más apropiados para confeccionar una mezcla para complementar al pastoreo de alfalfa son: la semilla de algodón, los afrechillos de trigo ó de arroz, la melaza y residuos de la fabricación de dulces, las pulpas de citrus deshidratadas, residuos de galletita y de panadería, gluten feed, descarte de legumbres (lentejas, arvejas, porotos etc.).

b. el caso de los silajes

Los silajes también son alimentos voluminosos ricos en fibra. En general son alimentos escasos en proteínas, aún tratándose de un silaje de pastura de alfalfa ya que los procesos fermentativos que sufre el forraje pueden producir una extensiva degradación de las proteínas, desmereciendo su calidad.

La principal limitante para la producción de leche a partir de silajes, además de la falta de proteína es el desbalance entre la fibra y el contenido de carbohidratos no estructurales. Por lo tanto, no es conveniente para obtener altas producciones de leche, componer una ración cuya única fuente de forraje sean los silajes. Sin embargo, los silajes que contienen una alta proporción de grano son una buena fuente de energía y pueden constituirse, en proporciones adecuadas, en excelentes complementos de pasturas. Un silaje de maíz de alta calidad, bien espigado, puede contener hasta 2,7 Mcal de energía metabólica/kg de MS (Lab. EEA Rafaela. INTA. 1989).

Concentrados para raciones con alta proporción de silaje

Se deben considerar aquí al menos tres casos, según se destinen a: a) silajes con alta proporción de grano, b) con alta proporción de fibra y c) silajes de pasturas templadas.

Para el caso a) es necesario que el concentrado sea rico en proteínas de media a baja degradabilidad ruminal. Por ejemplo: poroto de soja tostado, expeller de soja, girasol y lino, gluten meal, semilla de algodón, subproductos de destilería.

Para b) o sea silajes con alto contenido en fibra, es necesario contar con una mezcla de concentrados ricos en energía y en proteína. Por ejemplo granos clásicos y afrechillos en general, en combinación con expellers de oleaginosas y/ó semilla de algodón.

Para el caso c) es necesario que los concentrados sean muy ricos en energía como granos secos ó húmedos, melazas ó pulpa de citrus.

Respuestas de los subproductos sobre la producción y composición química de la leche

No es la situación ideal suministrar el subproducto como único concentrado. Esto en general obedece a que el subproducto, como su nombre lo indica, es un derivado de un producto original al que se le ha extraído nutrientes de alto valor nutritivo (como almidón y aceites).

Hay otros que si bien no han sufrido ninguna extracción, como por ejemplo la semilla de algodón o las legumbres, tienen ciertos nutrientes muy concentrados (proteínas y aceites) y por lo tanto desbalanceados respecto de otros (azúcares), que podrían desequilibrar aún más a la pastura.

A continuación se presenta un resumen de algunos ensayos, con las principales respuestas que se pueden esperar cuando la base forrajera es complementada con algún tipo de subproducto.

BASE FORRAJERA	COMPARACIÓN LECHE	%GB	%PB	Ensayo	
Past. Alfalfa	S.Algodón vs. G.Sorgo	0	0	Rafaela	
Past.Achicoria	Exp. Algodón vs. G. Sorgo	+18%	0	-13%	Rafaela
Past.Alfalfa	S,Algodón vs. Pasto solo	+8%	0	0	Rafaela
Past.Alfalfá	Afr. Trigo vs. Pasto solo (3.5kg)	+6%	-6%	s/dat	Rafaela
Past.Alfalfa	Afr. Trigo vs. Pasto solo (7.0kg)	+15%	0	s/dat	Rafaela
Past.Avena	Afr. Trigo vs. Pasto solo (4.0kg)	0	+10%	+17%	Uruguay
Past.Alfalfa	Exp.Girasol vs. Afr. Trigo	-15%	+7%	-8%	Rafaela
Tr.Rojo/Cebad.	Hez Malta vs. Balanceado	-3.5%	0	0	E. Ríos

Tr.Rojo/Cebad.	Hez Malta vs. Heno Moha	+12%	0	0	E. Ríos
Tr.Rojo/Cebad.	(P.Citrus + Har.Plumas + Gr. de sorgo) vs. Balanc.	0	-6%	+7.5%	E. Ríos

Fuente: EEA Rafaela; EEA Concepción del Uruguay; La Estanzuela (ROU).

Debido a la escasa información bibliográfica referente a sistemas pastoriles, el objetivo de estos ensayos ha sido, en general, el de evaluar las respuestas de la incorporación de subproductos bajo esas condiciones.

Como se observa, las respuesta tanto en leche como en grasa y proteína han sido variables. Se puede especular que esa variabilidad se debió principalmente al efecto de las características particulares (cantidad/calidad) de las pasturas que intervinieron en cada ensayo.

En general se han tratado de pasturas de alto valor nutritivo y ofrecido a las vacas «a voluntad».

La mejor combinación, desde el punto de vista nutricional, sería la de una mezcla donde intervengan uno o más subproductos, con los granos tradicionales, en una proporción que dependerá de cuánta proteína, almidón o carbohidratos solubles tenga el subproducto en cuestión.

Si bien no es sencillo formular una mezcla de concentrados balanceadores del forraje base, es posible seguir algunas pautas considerando algunos de los aspectos básicos, como por ejemplo qué concentración de nutrientes debiera tener la mezcla, según la calidad del forraje y de los concentrados disponibles.

A continuación, se presenta una guía para determinar, en forma sencilla, qué mezcla es la más conveniente en función de los requerimientos de proteína de la dieta total.

Guía práctica para mezclar concentrados, en función de la concentración de proteína y de la calidad del forraje base.

En términos generales, los alimentos concentrados pueden clasificarse en 5 (cinco) grandes grupos, según su concentración de proteínas:

A) De baja concentración (menor al 12 % de la materia seca): melaza, caña de azúcar, pulpa de citrus deshidratada y húmeda, granos de maíz y sorgo húmedos ó secos, mazorca entera molida).

B) De baja a media concentración (de 12 al 18 %): afrechillo de arroz, afrechillo de maíz, afrechillo de trigo, grano de trigo, semilla de girasol.

C) De media a alta concentración (de 18 a 28 %): gluten feed, sojilla, semilla de algodón, cama de pollo, porotos, arvejas.

D) De alta concentración (de 29 a 50 %): expeller de algodón, expeller de girasol, expeller de lino, expeller de soja, expeller de maní, gluten meal, hez de malta, poroto de soja.

E) De muy alta concentración (más de 50 %): subproductos de origen animal: harinas de pescado, harinas de sangre

Una vez identificado el subproducto dentro de los grupos mencionados (A, B, C, D ó E), se puede estimar qué cantidad de cada uno de ellos debiera incorporarse en la dieta, según la concentración de proteína del forraje base.

Cantidad de concentrado de tipo A, B, C, D y E, según la base forrajera, para una concentración determinada de proteína en la mezcla:

Pasturas con alto % PR (alfalfa joven, verdeas tiernos avena y raigrás) (1)

A	B	C	D	E	%PB Mezcla
80	10	10	0	0	±12.0

50	50	0	0	0	±13.0
70	10	20	0	0	±13.4
80	10	0	10	0	±13.8
60	20	20	0	0	±14.0
70	0	30	0	0	±14.2

Pasturas con %PB medio (alfalfa madura, mezclas de alfalfa con gramíneas en estado reproductivo, verdes de verano, silaje de pastura) (2)

A	B	C	D	E	%PB Mezcla
60	30	0	10	0	±15.0
70	10	10	10	0	±15.0
55	40	0	0	5	±15.9
80	0	0	20	0	±16.4
85	0	0	10	5	±16.7
75	0	5	20	0	±17.1
60	0	30	10	0	±17.4
60	20	0	20	0	±17.6

Pasturas con bajo % PB (gramíneas muy maduras, todas las gramíneas subtropicales, rastrojos de cosecha, silajes de maíz y sorgo) (3)

A	B	C	D	E	%PB Mezcla
75	0	10	10	5	±18.1
60	30	0	0	10	±18.8
70	0	0	30	0	±19.6
50	0	30	20	0	±20.6
60	0	30	0	10	±21.6
50	0	20	30	0	±22.4
60	0	0	40	0	±22.8

PB> 16%; (2) PB entre 11 y 15%; (3) PB< 10%

Fuente: The Babcock Institute. Wisconsin USA. 1994.

Cuando la base de la dieta está compuesta por pasturas tiernas con alto contenido proteico las mezclas no deben superar el 12 al 14 % de Proteína, utilizando concentrados tipo A y B y en menor medida del tipo C.

En cambio, si la base de la alimentación está constituida por pasturas de baja calidad (pobres en energía y proteína) se deben combinar concentrados del tipo A con buenas proporciones de tipo D y C.

Debido a que en el mercado hay una gran variedad de subproductos que pueden utilizarse para hacer diversas mezclas, es conveniente contar con alguna herramienta que permita seleccionar los más adecuados y cuyo precio sea el más conveniente. Una de esas herramientas es el valor relativo de los alimentos.

Valor relativo de los alimentos

El valor relativo de un alimento se define como el precio que debería tener ese alimento si se formulara tomando como referencia el valor energético y proteico del maíz y la soja en forma conjunta, y sus precios respectivos.

Aplicando los conceptos nutricionales relativos a calidad de subproductos y balance de dietas, dentro de un grupo de alimentos que cumplan los requisitos buscados, aquel cuya relación «precio por Kg de MS/ valor relativo» (VR/\$kgMS) sea la más baja y menor que 1, es el que conviene comparar para elaborar las mezclas.

Los usuarios que cuenten con el programa RACIÓN de la EEA Rafaela pueden utilizar esta herramienta que se encuentra en el menú Ración, dentro del sub-menú «evaluación económica». Con este software se elaboró la siguiente tabla con diferentes subproductos y sus VR/\$MS.

Valores relativos de diferentes subproductos

ALIMENTO	\$/kg(l)	\$/kg/MS	VR	VR/SMS	Flete
Cama de pollo	0.050	0.060	0.17	0.36	Corto
Semilla algodón	0.132	0.150	0.25	0.59	Corto
Gluten Feed	0.151	0.160	0.24	0.67	Corto
P.Citrus deshid.	0.134	0.140	0.21	0.70	Largo
Afrech. de Arroz	0.121	0.130	0.18	0.72	Corto
Expeller Girasol	0.151	0.160	0.22	0.74	Corto
Hez de Malta	0.043	0.160	0.21	0.78	Largo
Afrech. Trigo	0.151	0.170	0.21	0.82	Corto
Grano de Sorgo	0.179	0.200	0.20	1.00	Corto
Caña de Azúcar	0.052	0.160	0.16	1.02	Largo
Expeller de soja	0.300	0.330	0.29	1.13	Corto
P.Citrus húmeda	0.085	0.570	0.21	2.76	Largo

(1) El precio incluye IVA+Flete.

(2) Flete corto: menos de 400 km (\$0.)18/kg). Flete largo: mas de 400 km (\$0.025/kg)

Dentro de los alimentos ricos en proteínas y aceites, la semilla de algodón comparada con el expeller de soja y de girasol es un alimento muy conveniente, pues combina un precio adecuado y muy buena calidad.

La pulpa de citrus húmeda tiene idéntico VR respecto de la deshidratada, sin embargo, el hecho de contener gran cantidad de agua (85%), hace que su precio relativo sea casi 4 veces superior, considerando el mismo flete.

Como se mencionara, **para utilizar esta herramienta de selección son imprescindibles los criterios nutricionales.**

Por ejemplo, la cama de pollo es un alimento que por su precio relativo (0.36) aparece en la lista como muy conveniente. Sin embargo, se debe considerar que la fuente de proteína de este alimento es de origen no proteico (ácido úrico y otros compuestos, de escaso valor biológico) y su fuente energética proviene en la mayoría de los casos de fibras de muy baja digestibilidad (cáscaras de cereales ó pajas).

Si a este subproducto se lo compara con el afrechillo de arroz, este último alimento, por su valor nutritivo, es preferible a pesar de su \$MS/VR mayor (0.72).

Otro caso interesante para analizar es el de la hez de malta. Tiene un alto contenido de humedad y el costo del flete puede ser elevado. Si bien es un producto muy barato, el precio relativo indica que su compra no es conveniente y deberían buscarse otras opciones, como semilla de algodón ó expeller de girasol.

CONSIDERACIONES FINALES

** La respuesta a la suplementación depende del potencial de producción y del estado de la lactancia:

Vacas en el primer tercio de la lactancia de alto mérito genético tienen respuestas superiores.

** La respuesta a la suplementación depende de la cantidad y calidad del forraje base:

Si el forraje base es de calidad regular a buena, y se suministra en cantidades controladas, la respuesta puede ser superior a 1 litro de leche por kg. de concentrado.

** La respuesta a la suplementación energética sigue la ley de los rendimientos decrecientes:

Cuanto mayor es la cantidad de concentrado energético suministrado, las respuestas en producción de leche serán proporcionalmente menores.

** La respuesta a la suplementación está ligada al equilibrio de la dieta:

Cuanto mayor es el contenido proteico de los pastos, más se necesitará de un concentrado rico en energía altamente fermentescible.

** Los subproductos agroindustriales son alimentos que pueden utilizarse para formular mezclas de concentrados:

La mezcla más conveniente dependerá de la calidad del forraje base y de la concentración en nutrientes de cada subproducto.

Bibliografía consultada

«Utilización de semillas de algodón para la producción lechera». Gallardo, M.R. y Castillo, A.R. Información para extensión No 87. EEA Rafaela INTA. 1989.

«Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa. Sustitución de grano de sorgo por semilla de algodón». Castillo, A.R.; Gallardo, M.R. y Gaggiotti, M. Información para extensión No 103. EEA Rafaela INTA. 1992.

«Utilización de expeller de algodón en la suplementación de vacas en pastoreo». Danelón, J.L.; Cometón, E.A.; Andreo, A.A. y Quaino, O.R. Información para Extensión No 74. EEA Rafaela. INTA. 1987.

«Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa. Efectos inmediatos». Castillo, A.R., Gallardo, M.R. Gaggiotti, M.C. Inf. para Extensión No 104. EEA Rafaela. INTA. 1992.

«Alimentos no tradicionales en vacas lecheras. Consideraciones prácticas para su utilización». Castillo, A.R. y Gallardo, M.R. Inf. para Extensión No 88. EEA Rafaela. INTA. 1989.

«Evaluación de malta húmeda en producción de leche». Garciarena, A.D., Almeida, E. y Caminos, E. Subproductos de la Industria Cervecería. INTA EEA Concepción del Uruguay. 1996: 16-27.

NRC, Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Sixth Revised Edition Update 1989. National Academy Press. Washington, D.C. 1988.

«Tabla de Alimentos de la EEA Rafaela». (Inédito 1996).

Proyecto de Intensificación: «Generación y desarrollo de modelos alternativos de producción intensiva y sostenible de leche». Mimeo Informe Anual 1995. EEA Rafaela. INTA.

«Guía Técnica Lechera». Inst. Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. Univ. de Wisconsin. 1994.

Formulación de raciones de mínimo costo en vacas lecheras

Ing. Agr. Héctor Fernández, Grupo de Nutrición y Alimentación EEA- Rafaela - INTA

Introducción

La posibilidad de incluir subproductos agroindustriales en las raciones de vacas lecheras amplía el espectro de alimentos posibles de ser utilizados en la formulación de raciones. En la medida que existan más alimentos potenciales de ser usados, con variados precios y composición nutricional, más complejo se torna la formulación de raciones que satisfagan determinados niveles productivos y a un mínimo gasto. Para resolver este tipo de problemas se utiliza una técnica muy poderosa conocida como programación lineal.

Una ración de mínimo costo obtenida por medio de programación lineal es aquella que satisface o excede un conjunto de restricciones al menor costo posible.

Mediante la técnica de simulación es posible evaluar raciones bajo diferentes condiciones de los animales, del clima, del manejo, etc., pero las raciones obtenidas no necesariamente son las más adecuadas desde el punto de vista económico. La optimización usando programación lineal es útil para

la resolución de problemas de formulación de raciones al mínimo costo respetando ciertos valores que son denominados restricciones.

En ocasiones se presentan como técnicas antagónicas a la optimización y a la simulación; en lo que presentaremos se podrá observar como trabajan en conjunto. El problema de obtención de la ración de mínimo costo consiste en seleccionar de los alimentos disponibles (actividades), aquellos que satisfacen determinadas restricciones al menor precio. El valor de las restricciones (que implican cálculos acerca de requerimientos nutricionales) pueden ser obtenidas por modelos de simulación.

La eficacia desde el punto de vista práctico de la formulación de raciones por medio de la programación lineal utilizando computadoras ha sido ampliamente probada.

Ración y dieta

Es conveniente aclarar que lo que se va a tratar es el problema de formulación de una «ración» y no de una «dieta».

La formulación de una «ración» es problema del productor y consiste en estimar las cantidades de alimentos que se deben suministrar a animales. La formulación de una «dieta» es problema del fabricante de alimentos balanceados y se trata de relaciones entre nutrientes.

Conceptos y números

Cada tambo presenta peculiaridades en lo que respecta a los alimentos disponibles, el nivel de producción, etc. Con la combinación de simulación (para obtener las restricciones de nutrientes y consumo) y la optimización se puede evaluar de manera muy rápida una gran cantidad de variantes. Es importante comprender que los programas actúan como condensadores, cristalizadores de información, y que los conceptos nutricionales y económicos se encuentran bajo la forma de números y relaciones. Las decisiones que se suelen tomar en los establecimientos son numéricas: qué carga tener, cuánto suplementar, etc. En última instancia lo que se necesita para formular raciones son cantidades de alimentos seleccionados. Es importante conocer los conceptos nutricionales, pero con 2 kg del concepto A y 3 del concepto B no es posible armar una ración. Es preciso trasladar esos conceptos en números asociados a una evaluación económica-productiva lo más completa posible. Dicha evaluación debe ser de utilidad en la toma de decisión acerca de qué alimentos comprar, qué cantidad, dentro de que rango de precios la solución es estable, a qué precios sería posible comprar los alimentos que no forman parte de la solución, cuáles son las restricciones que verdaderamente actúan como tales, cuál es el impacto en el costo de las restricciones que son activas, etc. Una respuesta numérica a todas estas preguntas se obtiene por medio de la optimización de la ración.

Algunas características del programa Ración Plus

De manera resumida se mostraran algunas de las más importantes características del programa Ración Plus:

- Ficha de alimentos
- Caracterización del rodeo
- Resultados que se obtienen
- Análisis de sensibilidad

Con este programa se analizó toda la información presentada.

Ficha de alimentos

En el programa utilizado para formular las raciones de mínimo costo todos los alimentos además de tener una descripción nutricional (%MS, EM, PB, PDR, PND, FDN, Ca, P). contienen información acerca de porcentajes mínimos y máximos del consumo total de materia seca que puede incluirse en la ración. También se informa en cada ficha de alimento si se trata de un forraje y además si es una pastura. Con esta información se construyen restricciones de mínimo de forrajes y de máximo

consumo de pasturas. Un dato sumamente importante es el precio del alimento (Cuadro 1). Los subproductos por lo general suelen tener una restricción de máximo; como regla práctica es prudente no superar el 20%-25% del consumo total.

Cuadro 1. Pantalla ficha de alimento.

• Caracterización del rodeo

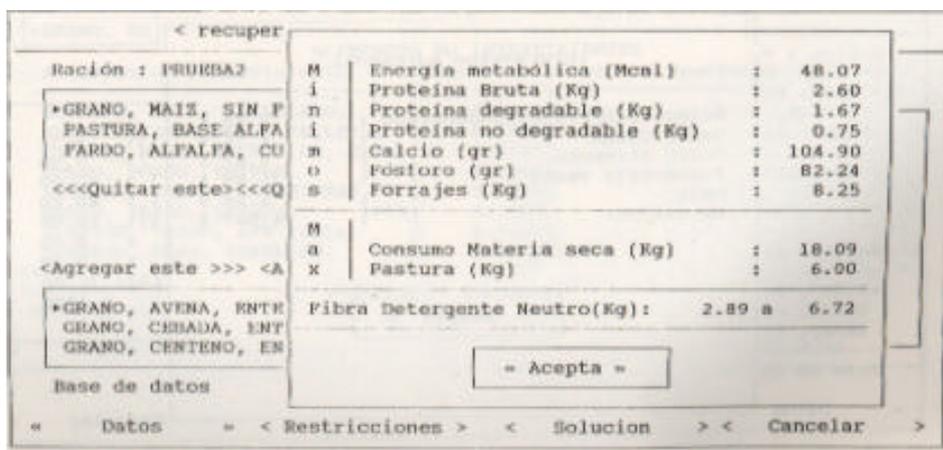
Para el cálculo de los requerimientos es necesario proporcionar la siguiente información (Cuadro 2):

- a) Condición de las vacas (secas o en ordeño). En este último caso el número de lactancia.
- b) Peso vivo (kg).
- c) Grasa butirosa (g/kg).
- d) Sólidos totales (g/kg).
- e) Producción promedio (lt/día).
- f) Desvío estándar de la producción del rodeo (lt/día).
- g) Cantidad de vacas.
- h) Máxima cantidad permitida de consumo de pastura (kg MS/anim./día).
- i) Variación del peso vivo (kg).
- j) Nivel de actividad voluntaria (%).
- k) Precio del kg de grasa butirosa.
- l) Porcentaje de animales que se desea que tengan sus requerimientos cubiertos (%).

Cuadro 2. Pantalla caracterización del rodeo.

Con estos datos se calculan las restricciones de mínimos, de máximos, de rango y se consideran las restricciones de los alimentos en los que las hubiere (Cuadro 3).

Cuadro 3. Pantalla de restricciones nutricionales.



El valor numérico de estas restricciones nutricionales es factible de ser modificado por el usuario en función de sus conocimientos nutricionales o a través del uso de otra fuente de cálculo.

Qué resultados se obtienen?

Una vez definidos los alimentos posibles de ser seleccionados y caracterizado el rodeo se busca una solución. Esta informará:

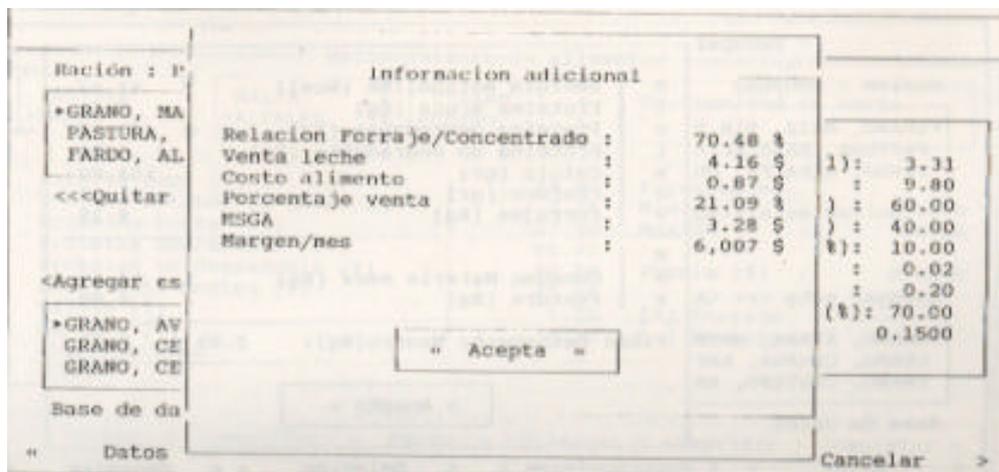
- a) los alimentos que conforman la ración de mínimo costo y sus cantidades.
- b) los alimentos que no forman parte de la ración.
- c) el valor de las restricciones nutricionales y lo calculado por el programa para cada una de ellas.
- d) Las cantidades diarias necesarias de cada alimento para el total del rodeo en consideración y si son suministrados mediante un carro mezclador (mixer), los pesos acumulados de los mismos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Pantalla de cantidades diarias de alimentos en el carro mezclador (mixer)

Alimento interviniente	Kgs MV x animal	Kgs totales	Acumulado
GRANO, MAIZ, SIN FORMA, CURSO	1.7405	104	104
PASTURA, BASE ALFA, NATURAL, A	27.6498	1659	1763
FARDO, ALFALFA, CURSO,	6.5558	393	2156
SUBPROD, ALGODON, SEMILLA,	3.9326	236	2392
SUBPROD, HEZ DE MA. PRENSADA,	3.4362	206	2598
SUBPROD	0.1865	11	2609

- e) información acerca de la relación forraje: concentrado, venta de leche por producción promedio individual diaria, el costo diario de la alimentación, que porcentaje de la venta representa la alimentación, el margen diario y mensual sobre los gastos de alimentación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Pantalla de información adicional.

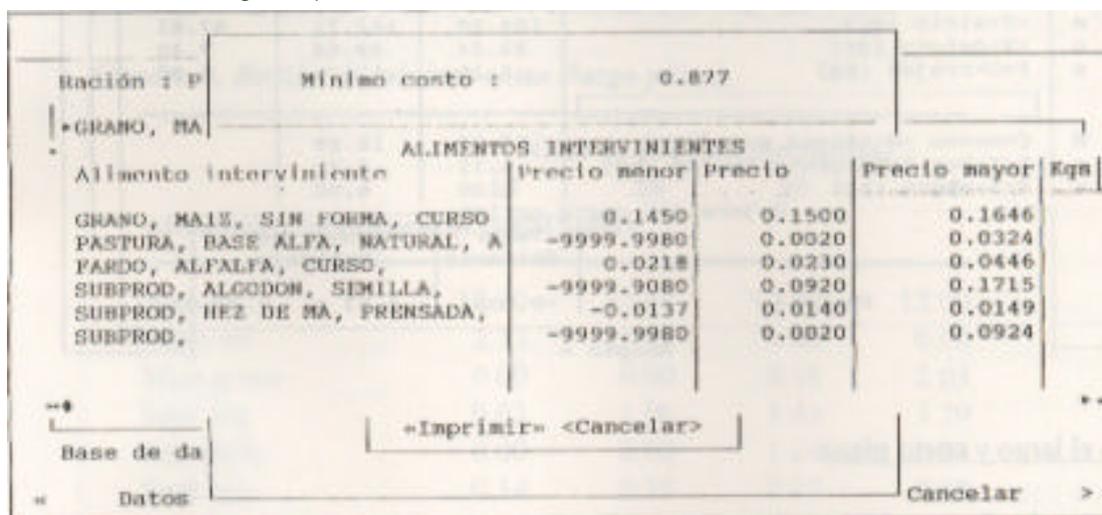


• **Análisis de sensibilidad**

El modelo también realiza un análisis denominado de sensibilidad. Consiste en ampliar la información respecto de la estabilidad de la solución e informa:

- a) Para cada uno de los alimentos intervinientes (que forman la ración) el rango de precios dentro del cual (manteniéndose constante el precio de los otros alimentos), pueden variar sin afectar la solución de mínimo costo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Pantalla de rango de precios de los alimentos intervinientes.



- b) Para los alimentos no intervinientes se calcula el precio al cual deberían ser seleccionados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Pantalla de costo de oportunidad de los alimentos no intervinientes.

Ración : P Mínimo costo : 0.877

*GRANO, MA

ALIMENTOS NO INTERVINIENTES

Alimento no interviniente	Precio	Costo de Oportunidad	Diferencia
SUBPROD, DREA, GRANULADO,	0.5000	-0.2967	-0.79*
SUBPROD, BALANCEAD, PELLETS,	0.1800	0.0723	-0.10
SILAJE, MAIZ, PICADO GR, Grano	0.0120	-0.0031	-0.01
GRANO, SORGO, ENTERO, ****	0.1300	0.0549	-0.07
SUBPROD, CITRUS, DESHIDRAT,	0.1210	0.1134	-0.00
GRANO, TRIGO, ENTERO, ****	0.2300	0.0041	-0.22
SUBPROD, TRIGO, AFR.(PELL,	0.1100	0.0702	-0.03
SUBPROD, SOJA, EXPPELLER, *	0.2550	0.1291	-0.12*

Base de da -Imprimir- <Cancelar>

Datos Cancelar >

c) Para cada una de las restricciones activas (aquellas que verdaderamente actúan como restricciones) el valor de las mismas y rango de validez. Por ejemplo en el Cuadro 8 entre 4.93 y 9.61 kg de consumo de pastura cada incremento de un kg reducirá el costo de la ración \$ 0.0304.

Cuadro 8. Pantalla de valor unitario y rango de validez de las restricciones activas.

	Requerido	Calculado	Diferencia
M <E>nergía metabólica (Mcal)	48.07	48.07	
i <P>roteína Bruta (Kg)	2.60	3.67	1.07
n Proteína <D>egradable (Kg)	1.67	2.31	0.64
i Proteína <N>o degradable (Kg)	0.75	1.36	0.61
m <C>alcio (gr)	104.90	162.71	57.81
o <F>osforo (gr)	82.24	89.64	7.40
n <F>osforos (Kg)	8.25	12.75	4.50
< M Consumo <M>ateria seca (Kg)	18.09	18.09	
a F<I>bra Detergente Neutro (Kg)	6.72	6.72	
x P<a>stura (Kg)	6.00	6.00	
Mejora del costo optino			
	Valor Unitario	Rango de Validez	
Pastura	-0.0304	4.93 a 9.61	

« Acepta »

Raciones en el largo y corto plazo

Dos situaciones de alimentación pueden ser consideradas.

I) Las de largo plazo: en este caso se quiere saber que alimentos satisfacen las restricciones cuando se colocan sus precios de compra o de producción según corresponda.

II) Las de corto plazo, coyunturales, en las que ciertas actividades (alimentos) deben ser incluidas sin considerar su precio.

Aquí se considerarán a los efectos de ambos casos vacas produciendo 15, 20, 25 y 30 l/día:

Caso I) Máximo consumo permitido de pastura: 12 kg de MS

Caso II) Máximo consumo permitido de pastura: 6 kg de MS. El silaje entra obligado como mínimo en un 25% del consumo de materia seca calculado sin tener en cuenta su costo de oportunidad. Para la formulación de la ración los alimentos considerados son:

Forrajes

- 1) pastura base alfalfa
- 2) fardo de alfalfa
- 3) silo de maíz

Concentrados y subproductos

- 4) grano de maíz
- 5) grano de sorgo
- 6) grano de trigo
- 7) balanceado
- 8) semilla de algodón
- 9) afrecho de trigo peloteado
- 10) expeller de soja
- 11) hez de malta prensada
- 12) pulpa de citrus deshidratada
- 13) urea
- 14) suplemento mineral

En el Cuadro 9 se pueden observar los resultados para el Caso I (cuando se permite hasta un máximo de 12 kg de MS diarios de pasturas en cada uno de los niveles de producción).

Cuadro 9. Ración de mínimo costo (largo plazo)

	Nivel de producción (lt/día)			
	15	20	25	30
Alimentos intervinientes (kgMS/día)				
Pastura	12.00	12.00	12.00	12.00
Heno alf.	2.33	1.86	0.00	0.00
Maíz grano	0.00	0.00	0.10	2.03
Sem. alg.	0.03	1.96	3.49	3.79
Hez malta	0.00	0.00	1.69	0.94
Supl. min.	0.14	0.15	0.17	0.18
Costo (\$/a/d)	0.174	0.355	0.566	0.882

En el Cuadro 10 (Caso II) se determina para cada uno de los niveles de producción la composición de la ración, en este caso el silo entra de manera obligatoria con por lo menos un 25% del consumo de materia seca calculado sin tener en cuenta el costo del mismo.

Cuadro 10. Ración de mínimo costo (corto plazo)

	Nivel de producción (lt/día)
--	------------------------------

	15	20	25	30
Alimentos intervinientes (kgMS/día)				
Pastura	6.00	6.00	6.00	6.00
Heno alf.	3.92	3.07	2.13	1.19
Silo maíz	3.61	3.99	4.36	4.73
Maíz grano	0.65	1.67	2.67	3.66
Sem. alg.	0.00	0.88	1.89	2.90
Arroz afr.	0.12	0.19	0.22	0.25
Supl. min.	0.14	0.15	0.17	0.19
Costo (\$/a/d)	0.424	0.685	0.948	1.210

Las raciones de mínimo costo presentadas para ambas situaciones fueron obtenidas bajo específicas condiciones de precio y de composición nutricional utilizadas. **No se deben tomar a estas raciones como una recomendación y para cada establecimiento se deben realizar los cálculos correspondientes.** (En el Anexo de este trabajo se pueden encontrar en forma detallada dos raciones).

La valoración de los alimentos puede realizarse mediante la utilización de los costos de oportunidad. Si se observan los Cuadros 11 y 12 se podrá comprobar la naturaleza dinámica del valor de los distintos alimentos.

Cuadro 11. Costo de oportunidad \$/Tonelada de los alimentos cuando el máximo de pastura permitido es 12 kg de materia seca/animal/día.

Nivel de producción (1/día)				
Alimentos	15	20	25	30
Pastura (2)	Base	Base	Base	Base
Silo maíz (12)	-2	-2	-3	-3
Rollo alfalfa (23)	Base	Base	Base	21
Grano maíz (150)	74	74	Base	Base
Grano sorgo (130)	28	28	52	52
Grano trigo (230)	-1	-1	3	3
Balanceado (180)	34	34	71	71
Sem. algodón (92)	Base	Base	Base	Base
Hez malta (14)	0	0	Base	Base
Pulpa citrus(121)	63	63	113	113
Expeller soja (255)	57	57	113	113
Expeler lino (165)	47	47	84	84
Afrecho trigo (110)	40	40	69	69
Afrecho arroz (85)	31	31	44	44

(entre paréntesis el \$/Tonelada) Base = incluido en la ración

Cuadro 12. Costo de oportunidad \$/Tonelada de los alimentos cuando el máximo de pastura permitido es 6 kg de materia seca/animal/día y el silo se incluye obligatoriamente.

Nivel de producción (1/día)				
Alimentos	15	20	25	30
Pastura (2)	Base	Base	Base	Base
Silo maíz (12)	Base	Base	Base	Base
Rollo alfalfa (23)	Base	Base	Base	Base
Grano maíz (150)	Base	Base	Base	Base
Grano sorgo (130)	96	92	92	92
Grano trigo (230)	-18	-15	-15	-15
Balanceado (180)	95	93	93	93
Sem. algodón (92)	82	Base	Base	Base
Hez malta (14)	-16	-13	-13	-13
Pulpa citrus(121)	89	91	91	91
Expeller soja (255)	79	84	84	84

Expeler lino (165)	82	84	84	84
Afrecho trigo (110)	73	75	75	75
Afrecho arroz (85)	Base	Base	Base	Base

(entre paréntesis el \$/Tonelada) Base = incluido en la ración

Comentarios finales

Si bien en determinadas circunstancias puede ser útil conocer el valor relativo de los alimentos tal como fue presentado en esta jornada, estimarlo, en realidad es algo más complejo que valorar a un alimento por dos nutrientes. El valor de un subproducto y en general de cualquier alimento está dado por la composición nutricional de los alimentos factibles de ser utilizados en la formación de la ración, los precios de los mismos y del nivel de producción seleccionado. Los Cuadro 10 y 11 permiten claramente observar la naturaleza dinámica del costo de oportunidad de los alimentos en función del nivel de producción y de las restricciones.

El valor de los alimentos y por ende de los subproductos agroindustriales no es constante sino que cambia en relación a los alimentos disponibles, sus precios y el nivel de producción a ser incluidos.