

# ALIMENTACIÓN DE LA VACA LECHERA

Marcos Gingins, Ph.D.  
www.agropro.com.ar

La vaca lechera moderna, producto de la aplicación de los conocimientos de genética de poblaciones durante los últimos 50 años, es el rumiante con mayor capacidad de producción y en consecuencia, con mayores requerimientos. Una vaca de 600 kg. que produce 45 kg. de leche con el 3,5% de grasa butirosa tiene requerimientos de energía iguales a los de 4 novillos de 300 kg. que aumenten 0,5 kg. diario. Esta misma vaca produce durante la lactancia tanta proteína como la contenida en 7 novillos gordos. Cuanto mayor es la producción a la que aspiramos, más estrictos son los requerimientos y más sensible es la vaca a los desequilibrios de la dieta.

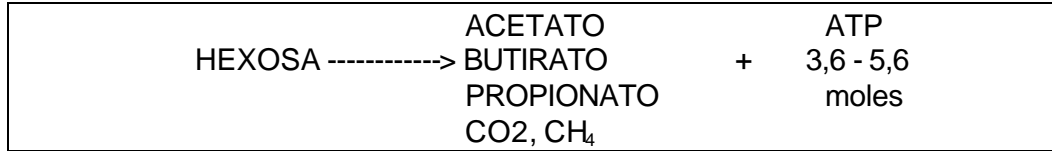
La producción lechera sigue una curva, tal como la de la figura, donde el máximo de producción se logra a las tres semanas del parto, a partir de allí la producción comienza a declinar. Esta es una curva de producción "potencial", las curvas reales presentan variaciones con respecto a este patrón cuando la calidad y/o cantidad de alimento es limitante. En la misma figura vemos que la capacidad de consumo de alimentos es limitada en el momento del parto y que se incrementa más lentamente que la producción, de modo que se produce un bache que debe ser cubierto por la movilización de reservas corporales de la vaca. Esto determina que la vaca sufra una pérdida de peso luego del parto, peso que debe ser recuperado antes del próximo parto o, por razones que veremos más adelante, antes del fin de la lactancia. Esta situación determina la forma de la tercer curva que se puede observar en la figura. A los fines del manejo dividiremos la lactancia en dos partes, la primera comprende los primeros dos meses, en los que el balance energético es negativo y la segunda cuando la vaca debe ganar el peso perdido con su capacidad de consumo recuperada y, además, preñarse y gestar un ternero.

Comienzo de la lactancia: Se dice que la producción de la lactancia se determina en la primer semana. En realidad comienza en el período de vaca seca, pues el estado corporal con que la vaca llegue al parto determinará la magnitud de las reservas corporales de que dispondrá para cubrir el "bache" entre requerimientos y consumo de alimento. Si bien lo tratamos en un capítulo anterior no está de más poner énfasis en la importancia del estado corporal al parto, debiendo éste hallarse ente 3,5 y 4,0 puntos sobre una escala máxima de 5 puntos. Un engorde excesivo no sólo trae aparejados problemas físicos en el momento del parto sino también problemas metabólicos al comienzo de la lactancia, como la cetosis, entre otros. De todos modos es muy raro ver vacas con exceso de gordura en nuestro país, siendo más bien el caso opuesto lo más común. Hoy se descartó la vieja explicación del bajo consumo en el

posparto como debida a una disminución del tamaño del rumen durante la gestación para reemplazarla por una causa de origen metabólico, ligada a la magnitud de las reservas grasas. Según Philip Garnsworthy, investigador de la Universidad de Nottingham en Gran Bretaña, éste es un problema producto de la actividad humana. Las vacas salvajes paren a fines del invierno, con muy pocas reservas grasas. El hombre suministró mejor alimentación en el parto para que se pudiera manifestar la mayor capacidad de producción, producto del mejoramiento genético. En todas las especies de mamíferos hay un mecanismo de regulación que reduce el consumo a medida que se incrementan las reservas para prevenir un engorde excesivo. Según este investigador el consumo aumentaría durante la lactancia a medida que disminuyen las reservas grasas. “Se non é vero é ben trovato” y el esquema cierra porque las vacas que llegan flacas a la parición no presentan disminución del consumo y, en consecuencia, podemos “repechar”, al menos en parte, los efectos de la mala alimentación en el parto gracias al mayor consumo en el parto. Pero hay que hacer una distinción importante: las reservas que acumula la vaca son fundamentalmente de grasa o sea energía mientras que las proteínas movilizables son muy pocas porque en el organismo cada proteína cumple una función específica y tiene un costo de mantenimiento relativamente alto, de modo que no hay proteínas de reserva. Las reservas energéticas son muy importantes, una vaca de buen tamaño puede perder sin problemas 100 kg. de grasa corporal durante los primeros 2 meses de lactancia, lo que aporta energía suficiente para producir 650 kg. de leche, o sea 10 litros diarios.

En el rumen las proteínas son degradadas dando lugar a amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) que es utilizado por las bacterias para sintetizar sus proteínas, las que posteriormente son digeridas por el rumiante. Pero la síntesis bacteriana, en condiciones de exceso de nitrógeno -que son las más comunes en la alimentación de la vaca lechera- depende de la disponibilidad de energía en forma de ATP. El ATP (AdenosinTriPhosphate-Trifosfato de adenosina) es el vehículo en el que se transfiere la energía en el metabolismo entre las reacciones de degradación que lo generan y las reacciones de síntesis que lo requieren. El  $Y_{\text{ATP}}$  es un índice de los gramos de bacteria sintetizados por unidad de ATP, y se considera habitualmente un valor de 10 o sea 10 gramos de materia seca bacteriana por mol de ATP. Si las bacterias tienen 75% de proteína verdadera (CAB International, 1993), por cada mol de ATP se sintetizan 7,5 gramos de proteína. Como se genera el ATP? En el medio anaerobio del rumen cada mol de hidratos de carbono fermentado -sean azúcares, almidón o celulosa- genera 4 ATP, que son utilizados por las bacterias, y ácidos grasos volátiles (AGV), fundamentalmente acético, propiónico y butírico, que son utilizados como fuente de energía por el rumiante además de metano que se pierde. Entonces, como ya dijimos, un mol de hidratos de carbono ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) pesa 180 gramos y genera 4 moles de ATP que permiten sintetizar 30 gramos de proteína. La energía de los hidratos de carbono, en este caso energía digestible (DE), es de 4 kcal por gramo, de modo que los 180 gramos de hidratos de carbono equivalen a 720 kcal. Entonces podemos decir que el rumen sintetiza 4,16 gramos de proteína cada

100 kcal de ED digeridas. Esto establece una relación energía:proteína entre los productos de la digestión ruminal que no se puede alterar, de modo que si necesitamos más proteína en relación a la energía deberemos recurrir a la proteína “by-pass” que no es degradada en el rumen y permite alterar la relación.



Owens e Isaacson (1977)

$Y_{ATP} = 10 \text{ g BACTERIAS secas / mol ATP}$
--

Owens e Isaacson (1977)

Cuando la vaca entra a la lactancia con suficientes reservas debemos suministrar proteína “by-pass” para poder movilizarlas. Para sintetizar leche se requiere energía y proteína; al movilizar sus reservas grasas la vaca aporta la energía y nosotros debemos aportar la proteína adicional, por medio de la proteína “by-pass”, de modo que este aporte esencial para poder utilizar las reservas acumuladas. Pero si la vaca entra flaca a la lactancia, su consumo de materia seca será más alto y, al no tener que movilizar reservas, el aporte de proteína “by-pass” es mucho menos importante. El cuadro que sigue resume la discusión anterior.

Estado al Parto	Aporte energético	Proteína “by-pass”	Consumo de materia seca	Producción de leche
bueno	alto	alta	bajo	muy alta
flaca	alto	alta	alto	alta
flaca	alto	baja	alto	alta
bueno	alto	baja	bajo	media
bueno	bajo	alta	bajo	media
flaca	bajo	alta	bajo	media
flaca	bajo	baja	bajo	media
bueno	bajo	baja	muy bajo	baja

Modificado de Gamsworthy (1988)

Podemos observar que las más altas producciones sólo se logran con vacas en buen estado, bien alimentadas, pero que si por cualquier inconveniente las vacas no llegan al parto en buen estado, aún así pueden lograrse producciones aceptables siempre que se las alimente adecuadamente, y que en este caso la proteína “by-pass” no es importante.

Otra conclusión a sacar es que en ningún caso se pueden obtener altas producciones con niveles energéticos bajos. Este es el caso más frecuente que observamos en nuestros tambos, gastamos mucho dinero en semen pero damos una alimentación que no permite que las vacas manifiesten su potencial de producción. En este período inicial de la lactancia lo más importante es lograr el mayor pico de producción posible. Se dice que, "grosso modo" la vaca produce durante la lactancia -en 305 días- 200 veces su producción diaria en el pico, o sea que si el pico es de 30 litros la producción será de 6.000 litros, equivalente a 20 litros diarios. Siguiendo con este razonamiento, para producir 25 litros diarios se necesita un pico de 37,5 litros y para promediar 30 litros un pico de 45 litros. Debemos tener en cuenta que estos son valores promedio, pues para lograr 25 litros de producción tendremos vacas que produzcan 30 litros y otras 20. Del mismo modo, el pico necesario de 37 litros es un valor promedio y tendremos picos de 45 litros y otros de 30. La falta de cantidad y/o calidad en la alimentación de la vaca en el posparto es muchas veces la causa de las bajas producciones. En vacas mal alimentadas, al analizar los controles lecheros se observa que los picos son muy bajos, muy poco notables o que, si algunas vacas tienen una producción interesante en el primer o segundo control después del parto, decae notablemente en el siguiente.

Cuando el concentrado se da en la sala de ordeño la vaca dispone para comer sólo el tiempo que dura el ordeño de modo que se logran consumos de 3 a 3 1/2 kg. por ordeño o sea un máximo de 7 kg. diarios mientras que para lograr altos picos de producción necesitamos ofrecer de 12 a 14 kg. diarios de concentrado. Esta es la base del manejo del lote de *vacas frescas*, como en muchos tambos se denomina al lote de vacas en los primeros 60 días de lactancia. Estas vacas se deberían alimentar a voluntad con una ración alta en energía y en proteína, siendo lo ideal una ración preparada en el mixer que contenga concentrados y forrajes adecuadamente mezclados. Según el NRC (1989) esta ración debe tener la siguiente composición (sobre materia seca):

Energía Metabolizable	2,80	Mcal/kg
Proteína Bruta	19	%
Prot. By Pass	36	% de la PB
Fibra Det. Neutro efect.	20	%
Calcio	0,77	%
Fósforo	0,28	%

Una de las raciones que satisfacen estos requerimientos es la siguiente:

Ingrediente	% s/Peso Fresco	% s/Mat. Seca
Maíz grano	29,59%	35,36%
Pellet de Girasol (29% )	17,04%	20,83%
Maíz silaje bien granado	34,25%	20,00%
Algodón semilla	8,02%	10,02%

Soja Pellet	5,17%	6,32%
Soja Grano Tostado	4,09%	5,00%
Conchilla	1,32%	1,77%
Sal común	0,37%	0,50%
Núcleo vitamínico-mineral	0,15%	0,20%
TOTAL	100,00%	100,00%

Esta ración fue formulada por computadora como ración de mínimo costo con los valores de abril de 1999, y creo que merece algunos comentarios. Se cubrieron los requerimientos de proteína, que son muy altos, con girasol más semilla de algodón y pellet de soja para poder cumplir simultáneamente con los requisitos de energía que son también altos. El pellet de girasol, si bien es muy barato, tiene muy bajos niveles de energía. Se forzó la entrada de un 5% de soja tostada por ser "by-pass" y por la calidad de los aminoácidos que aporta. Un rumiante tiene en su organismo requerimientos de aminoácidos similares a los de un monogástrico, siendo lisina y metionina los más limitantes. Las suma de las bacterias digeridas en el intestino más las proteínas "by-pass" digeribles deben aportar estos aminoácidos, por eso es importante la composición en aminoácidos de la proteína pasante y se la incluye en las tablas de composición de alimentos más modernas. El suministrar una ración totalmente mezclada disminuye los problemas de acidosis ruminal que suelen producirse con este tipo de raciones; de todos modos se recomienda agregar un buffer (0,75% de bicarbonato de sodio) o monensina (30 g de droga pura por tonelada de materia seca) para evitar problemas de acidosis. La monensina tiene la ventaja adicional de que también evita los posibles problemas de cetosis en vacas de alta producción que deben movilizar gran cantidad de grasa de sus reservas.

En la descripción de los requerimientos hablamos de *Fibra en Detergente Neutro Efectiva*. Se sabe desde hace tiempo que no todos los tipos de fibra son igualmente eficientes para facilitar la rumia, producir salivación y regular el pH ruminal. La determinación de cualquier tipo de fibra se realiza gravimétricamente, pesando el residuo que queda luego de solubilizar los demás componentes, ya sea con ácidos y álcalis o con detergentes, según el tipo de fibra de que se trate. Por la forma en que se determina, la fibra está compuesta por una variedad de sustancias con distinto grado de estructura. Los investigadores de la Universidad de Cornell desarrollaron recientemente un *índice de efectividad de la fibra en detergente neutro* (FDN). Este índice pretende cuantificar el grado en que fibras de distintos orígenes tienen capacidad para inducir la masticación y la rumia, y así contribuir a la regulación del pH ruminal.

Muy bajos niveles de fibra son utilizados en engorde intensivo, pues permiten maximizar la ganancia de peso y la conversión. En esas condiciones la digestión de la fibra es menor a la que se puede lograr con pH mas altos, pero esto es poco importante pues las raciones de engorde intensivo tienen poca fibra. Del mismo modo, a estos bajos valores de pH la producción de proteína microbiana es menor a la que se logra con valores de pH superiores a

6,2. Por estas y otras razones (disminución del porcentaje de grasa butirosa) en vacas lecheras el pH ruminal debe ser mayor a 6,2 y esto se logra con porcentajes de FDN efectiva superiores al 20%.

La efectividad de la FDN de los forrajes secos es cercana al 100% en las gramíneas y un poco menor (92%) en las leguminosas, pero la de los forrajes verdes tiene una efectividad promedio del 40%, menor en forrajes tiernos y mayor en forrajes más maduros. Esto explica los bajos valores de pH ruminal en animales en pastoreo hallados por investigadores del INTA. La fibra de los concentrados es de efectividad variable. La siguiente tabla (\*) lo ayudará en los cálculos.

<b>Materias Primas</b>	<b>Efectividad F.D.N. (%)</b>
<b>Concentrados Livianos</b>	
Burlanda de cereales seca	18
Afrechillo de trigo	2
Pulpa de Citrus	33
Pellet de Soja	33
Afrecho de Trigo	33
Semilla de Algodón	100
Grano de Soja entero	100
Pellet de Alfalfa deshidratada	6
Marlo de Maíz molido	56
<b>Concentrados de Peso Medio</b>	
Cebada molida	34
Trigo molido	34
Avena Molida	34
Harina de Pescado	9
Burlanda de Cereales húmeda	4
Espiga de Maíz molida	56
Harina de Sangre	9
<b>Concentrados Pesados</b>	
Grano de Maíz seco entero	100
Grano de Maíz seco molido	48
Grano de Maíz seco partido	60
<b>Maíz de alta humedad</b>	
Entero	100
Rolado grueso	70
Rolado intermedio	60
Rolado fino	48
Pellet de Soja	23
Pellet de Algodón	36
Gluten Meal	36
Gluten Feed	36

<b>Materias Primas</b>	<b>Efectividad F.D.N. (%)</b>
Pellet de Maní	36
Harina de Carne con hueso	8
Heno de Leguminosas	
Alta calidad (18-21% de P.B.)	
Largo	92
20% > 2,5 cm.	82
1/2cm.	67
Calidad Media (< 18% de P.B.)	
Largo	92
20% > 2,5 cm.	82
1/2cm.	67
Silaje de Maíz	
Maduro (> 50% de Grano)	
Picado Normal	71
Picado muy Fino	61
Intermedio (30-50% de Grano)	
Picado Normal	81
Picado muy Fino	71
Inmaduro (< 30% de Grano)	
Picado Normal	81
Picado muy Fino	71

\*Los valores de esta tabla provienen de "Nutrient Requirements of Beef Cattle" 7th. Revised Edition N.R.C. (1997)

Mediados y fin de la lactancia: La vaca llegó al pico en el período anterior y sus requerimientos son menos estrictos. Generalmente la vaca permanece en el grupo de alta producción hasta que se haya preñado, a fin de asegurar una alimentación suficiente. En este aspecto hay un punto importante a tener en cuenta y es no suministrar un exceso de proteína. El exceso de proteína disponible en el rumen en relación a la energía no puede ser utilizado por las bacterias por las razones que ya vimos, entonces es transformado en urea por el hígado y luego excretado en la orina. La urea circulante en sangre difunde a todo el organismo y en el útero afecta el pH del medio, creando condiciones desfavorables para la nidación del óvulo, disminuyendo así los porcentajes de preñez. Estos fenómenos ocurren cuando la concentración de urea en plasma supera los 0,40 g/L. Dijimos que la urea difunde por todos los líquidos corporales, entonces si esto fuera cierto, podríamos utilizar la concentración de urea en leche para controlar la situación con más facilidad. Esto es así, y existen tiritas sensibles especiales (Azotest) para determinar la concentración de urea en leche. Otra manera complementaria de hacerlo es mediante el cálculo del Balance Nutricional por medio de un "software" adecuado, a fin de evitar suministrar a las vacas un exceso de proteína en relación a sus requerimientos.

Las alfalfas al comienzo del crecimiento pueden llegar a tener hasta 30% de proteína y deben ser complementadas con energía (almidón) fácilmente digestible en el rumen. Si no se pudiera, existen en el mercado productos en base a extracto de Yucca que adsorben el exceso de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), liberándolo lentamente y mejorando así su utilización.

Es importante que durante este período la vaca recupere el peso perdido en el período anterior, pues es más eficiente en la utilización de la energía para el engorde mientras está lactando que en el período de seca.