



## NUTRICION Y ALIMENTACION DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO





**Autor:**

René Anrique G. - Ingeniero Agrónomo  
M.Sc.Ph.D  
Universidad Austral de Chile  
Valdivia - Chile

**Capítulo leche Inestable:**

Jaime Vásquez, Médico Veterinario  
Watt's S.A.

**Edición:**

Alex Knopel S., Médico Veterinario  
Cristian Canales C., Ingeniero Agrónomo  
Francisco Deck R., Médico Veterinario  
Luis Reyes D., Ingeniero Agrónomo  
Leonardo Salas G., Médico Veterinario

Impreso en Imprenta America LTDA. Valdivia, [www.iamerica.cl](http://www.iamerica.cl)

**Edición:** Carla Bizama D. [bizama.carla@gmail.com](mailto:bizama.carla@gmail.com)

**Diseño y diagramación:** Cecilia Araneda P. [www.paralelos.cl](http://www.paralelos.cl)

**NUTRICION Y  
ALIMENTACION DE  
VACAS LECHERAS  
EN PASTOREO**

## DEDICATORIA

“Deben haber golpes de innovación, asociados a la simplificación del camino al éxito. Años atrás tenía una concepción más sistémica del proceso de negocio primario. Hoy soy un convencido de la independencia de los sistemas, pero dependiendo del comportamiento de aquellas variables determinantes del éxito y que, curiosamente independientemente del lugar geográfico, son transversales a muchas empresas lecheras”.

**Hugo Soto Moreira**  
(1948-2012)  
Jefe Agropecuario Watt´s Osorno

	<b>DEDICATORIA</b>		04
	<b>RESUMEN Y AGRADECIMIENTOS</b>		08
<b>1</b>	Variaciones estacionales en la disponibilidad de pradera	<b>1.1</b>	<u>Efecto del déficit hídrico</u> 09
<b>2</b>	Diferencias estacionales en la calidad de la pradera	<b>2.1</b>	<u>Proteína, energía y fibra</u> 11
		<b>2.2</b>	<u>Minerales (calcio, fósforo, magnesio y potasio)</u> 15
<b>3</b>	Excesos de proteína en la pradera y sus efectos	<b>3.1</b>	<u>Niveles elevados de urea en la leche</u> 17
		<b>3.2</b>	<u>Menor consumo de pradera</u> 19
		<b>3.3</b>	<u>Menor producción y calidad de leche</u> 19
		<b>3.4</b>	<u>Riesgo de toxicidad por amonio</u> 19
		<b>3.5</b>	<u>Riesgo de intoxicación por nitratos</u> 20
		<b>3.6</b>	<u>Otros riesgos asociados</u> 20
<b>4</b>	Fertilización nitrogenada e importancia de la mineralización	<b>4.1</b>	<u>Fertilización con Nitrógeno (N)</u> 21
		<b>4.2</b>	<u>Importancia de la mineralización</u> 22
<b>5</b>	Prevención de los efectos del consumo excesivo de proteína	<b>5.1</b>	<u>Reducción de la frecuencia de pastoreo</u> 23
		<b>5.2</b>	<u>Reducción de la dosis y aplicaciones parciales de Nitrógeno (N)</u> 25
		<b>5.2.1</b>	<u>Dosis anual</u> 25
		<b>5.2.2</b>	<u>Aplicaciones parciales</u> 26
		<b>5.3</b>	<u>Uso de fertilizantes nitrogenados de entrega lenta (FEL)</u> 26
		<b>5.4</b>	<u>Uso de cultivares de ballicas altas en azúcares (HS)</u> 27

<b>6</b>	Consumo de pradera en pastoreo	<b>6.1</b>	<u>Efecto de la oferta de pradera</u>	29
		<b>6.2</b>	<u>Efecto de la suplementación</u>	30
		<b>6.2.1</b>	<u>Factores que afectan el grado de sustitución</u>	31
		<b>6.2.2</b>	<u>Estimaciones del consumo de pradera</u>	34
<b>7</b>	Diferencia de composición entre pradera y ensilaje	<b>7.1</b>	<u>Contenido de materia seca</u>	37
		<b>7.2</b>	<u>Contenido de azúcares</u>	37
		<b>7.3</b>	<u>Contenido y características de la proteína</u>	37
		<b>7.4</b>	<u>Contenido de fibra</u>	38
<b>8</b>	Los sólidos lácteos en el país	<b>8.1</b>	<u>Diferencias entre zonas</u>	39
		<b>8.2</b>	<u>Diferencias estacionales.</u>	40
		<b>8.3</b>	<u>Mejora del contenido de sólidos vía alimentación</u>	43
		<b>8.3.1</b>	<u>Importancia de la genética y la alimentación</u>	43
		<b>8.3.2</b>	<u>Otros factores influyentes</u>	43
		<b>8.3.3</b>	<u>Posibilidades de aumento de la proteína</u>	44
		<b>8.3.4</b>	<u>Posibilidades de aumento de la materia grasa</u>	45
		<b>8.4</b>	<u>Características de suplementos clave en relación a los sólidos</u>	45
		<b>8.4.1</b>	<u>Ensilajes de pradera</u>	45
		<b>8.4.2</b>	<u>Ensilajes de maíz</u>	46
		<b>8.4.3</b>	<u>Ensilajes de cereales de grano pequeño</u>	46
		<b>8.4.4</b>	<u>Concentrados</u>	46

8

**8.5** Complementación pradera -ensilaje 47

**8.6** Recomendaciones por estación para favorecer los sólidos 49

9

Manejo y prevención de alteraciones en la calidad de la leche

**9.1** Inestabilidad de la leche cruda 53

**9.1.1** Factores que influyen en la inestabilidad de la leche 54

**9.1.2** Evaluación de inestabilidad de leche a nivel predial 55

**Bibliografía** 59

**Glosario** 61

**Anexos** 64

## RESUMEN

En la presente publicación se analizan los principales aspectos nutricionales y de alimentación que influyen en la producción de leche en condiciones de pastoreo, como son las variaciones en disponibilidad y calidad de la pradera a través del año, los límites de consumo esperables bajo diferentes condiciones de manejo, el efecto del tipo y la cantidad de suplemento, con orientaciones para lograr la mejor complementación pradera-suplemento en beneficio de la producción y el retorno económico. También se analizan los efectos de la fertilización nitrogenada, sus beneficios en el rendimiento y los impactos negativos de excesos de proteína producidos por fertilización excesiva o mal distribuida, tanto sobre la salud y la reproducción animal, como sobre la calidad de la leche. Se revisan además las posibilidades existentes para disminuir los excesos de proteína en la pradera, situación que ha ido en aumento en los últimos años. Todos estos temas son discutidos entregando información que favorezca su comprensión, en lo posible con un enfoque cuantitativo y entregando herramientas para prevenir o resolver problemas, con el fin último de favorecer la producción de leche competitiva.

### AGRADECIMIENTOS

Se destaca la desinteresada colaboración del Dr. Oscar Balocchi L., Ing. Agr., Ph.D, profesor del Instituto de Producción Animal de la Universidad Austral de Chile, por los efectivos aportes realizados en los diferentes capítulos y su excelente disposición a releer el texto, las veces que fue requerido por el autor.

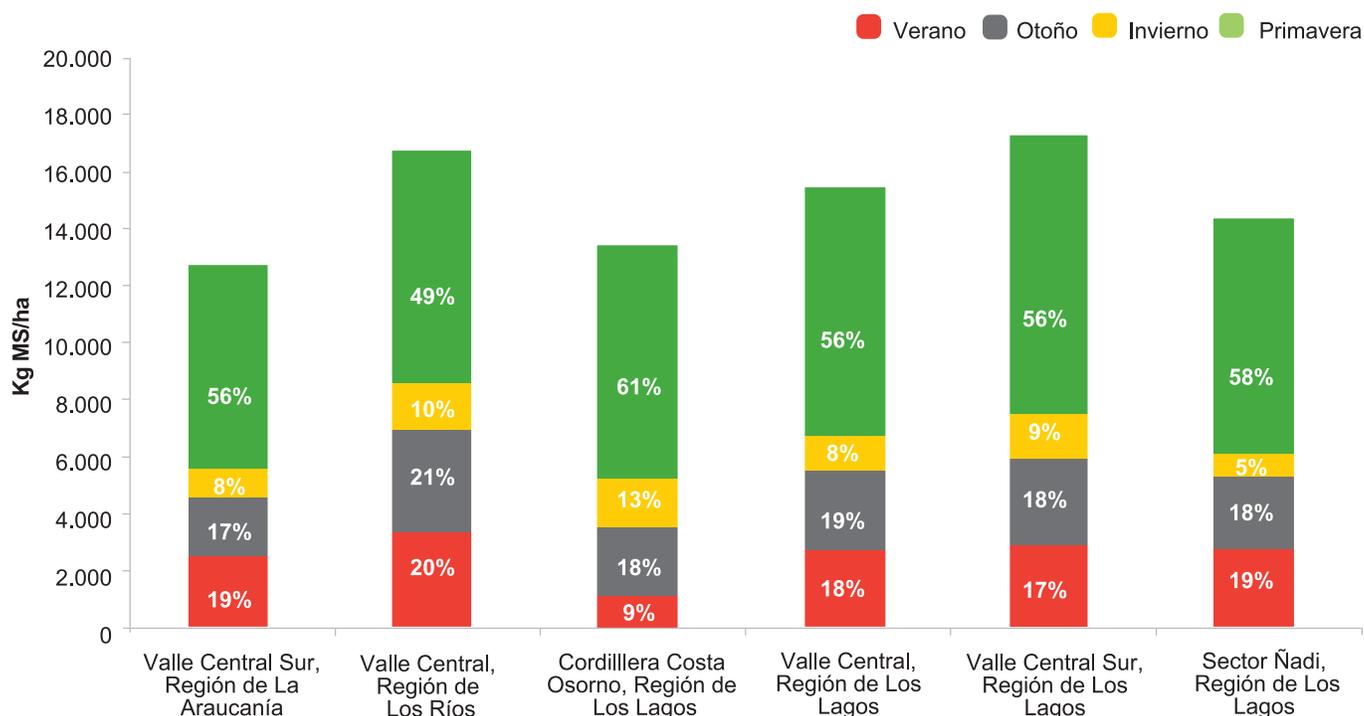
**René Anrique G.**

Ingeniero Agronomo, M.Sc. Ph.D  
Universidad Austral de Chile

# 1 VARIACIONES ESTACIONALES EN LA DISPONIBILIDAD DE PRADERA

La pradera permanente es un alimento cuya disponibilidad y composición es bastante variable, aunque con tendencias predecibles a lo largo del año. Por lo tanto, el conocimiento de la pradera, desde el punto de vista de las restricciones nutricionales y de disponibilidad, permitirá comprender mejor las respuestas al uso de suplementos.

Lo anterior determina que la participación de pradera en la ración sea diferente a lo largo del año, obligando a suplementar en periodos de escasez y a conservar los excedentes en periodos de abundancia, principalmente durante la primavera. La disponibilidad de pradera a lo largo del año cambia debido principalmente a las diferencias estacionales de crecimiento, el que a su vez difiere entre zonas. Sin embargo, el crecimiento también está muy influido por el manejo y la fertilización.



**Figura 1** Distribución estacional de la producción de praderas permanentes en diversas zonas Agroecológicas entre Araucanía y Los lagos. (PDP Watt's, 2011).

**En la Figura 1**, se compara la distribución del crecimiento por estación del año entre diferentes zonas agroecológicas. Las diferencias en disponibilidad estacional de forraje entre zonas pueden ocurrir sin que consistentemente haya diferencias en la producción anual de materia seca. De este modo, la distribución del rendimiento tiende a ser típica de cada zona; sin embargo, el rendimiento va a ser más dependiente de la fertilización y el manejo y no debe tomarse como indicador de diferencias entre zonas.

En el sector costa hay claramente un buen potencial de crecimiento invernal y en primavera, estaciones en que ocurre casi un 80% del rendimiento total, siendo muy bajo el crecimiento de verano. En cambio, en el valle central de Los Ríos y el valle Central Sur de La Región de Los Lagos, la distribución del rendimiento es comparativamente más pareja entre estaciones. El menor crecimiento invernal se obtiene en el sector Nadi, que por otro lado presenta un buen crecimiento primaveral y de verano. En otoño, las diferencias en la distribución del rendimiento entre zonas son menores.

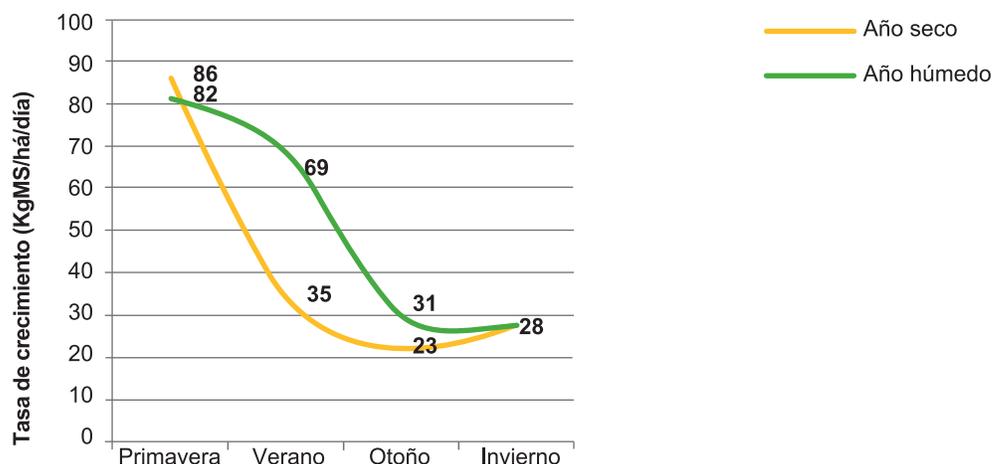
Las diferencias entre zonas pueden ser aprovechadas a través de estrategias de producción de forraje apropiadas a cada caso. Por ejemplo, el mayor potencial de crecimiento en primavera e invierno del sector costa, puede ser aprovechado para aumentar la producción incorporando ballicas de rotación que tienen un mayor crecimiento en estas estaciones que la pradera permanente.

En el valle central de Osorno, en cambio, por un crecimiento de la pradera más homogéneo entre estaciones, la pradera puede tener una mayor participación en la ración con un menor uso de suplementos.

## 1.1 EFECTO DEL DEFICIT HIDRICO

El déficit hídrico de verano, cuando afecta a zonas que normalmente tienen veranos más húmedos, disminuye fuertemente el crecimiento y en consecuencia, la participación de la pradera en la ración.

Resultados del PDP de Watt's, demuestran que en el año seco (2008-2009), el consumo de pradera representó un 42% de la ración anual, en cambio, en el año húmedo (2009-2010) alcanzó un 52% de la ración anual, principalmente producto de las diferencias en el crecimiento de la pradera en verano-otoño (Figura 2).



**Figura 2** Variación estacional de la tasa de crecimiento de la pradera en año seco vs año húmedo (Llano Central, Osorno). (PDP Watt's, 2011).

Lo anterior es ilustrativo del aumento de consumo de pradera que se podría obtener si se dispone de riego, que pasa a ser una herramienta estratégica para lograr una alta participación de la pradera en la ración anual al anular el efecto del déficit de pradera en verano.

## 2 DIFERENCIAS ESTACIONALES EN LA CALIDAD DE LA PRADERA

### 2.1 PROTEÍNA, ENERGÍA Y FIBRA

Nutricionalmente, la pradera es el componente más variable de la ración y estas variaciones las debemos comprender para balancear lo mejor posible la alimentación sin sacrificar su consumo, que debe representar por lejos el principal componente de la ración.

Las diferencias mensuales en los contenidos de proteína, energía y fibra a lo largo del año, se pueden apreciar con más detalle en las **figuras 3 y 4**.

En el **Cuadro 1** se presentan los contenidos de proteína, energía y fibra por estación y se analizan las principales características nutricionales y sus efectos.

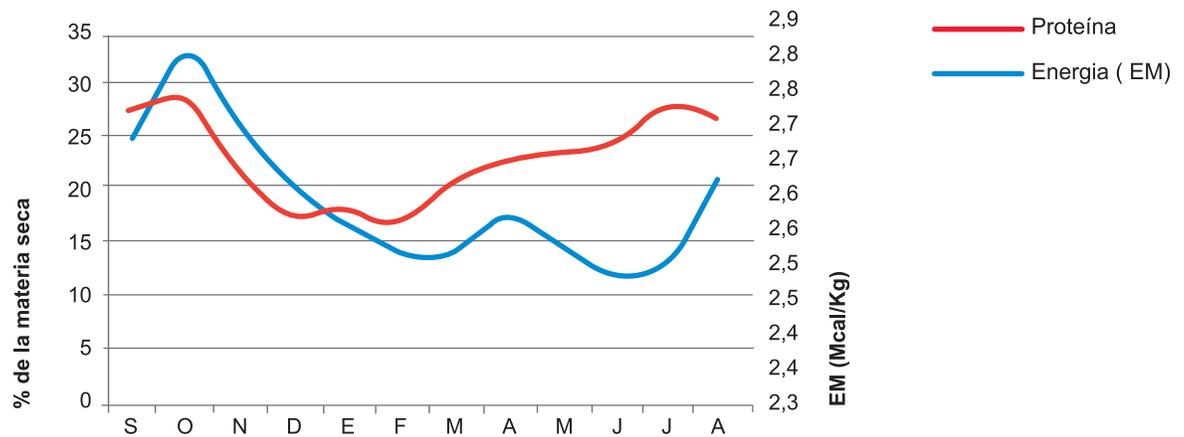


Figura 3 Cambios en los contenidos de proteína y energía de la pradera durante el año.

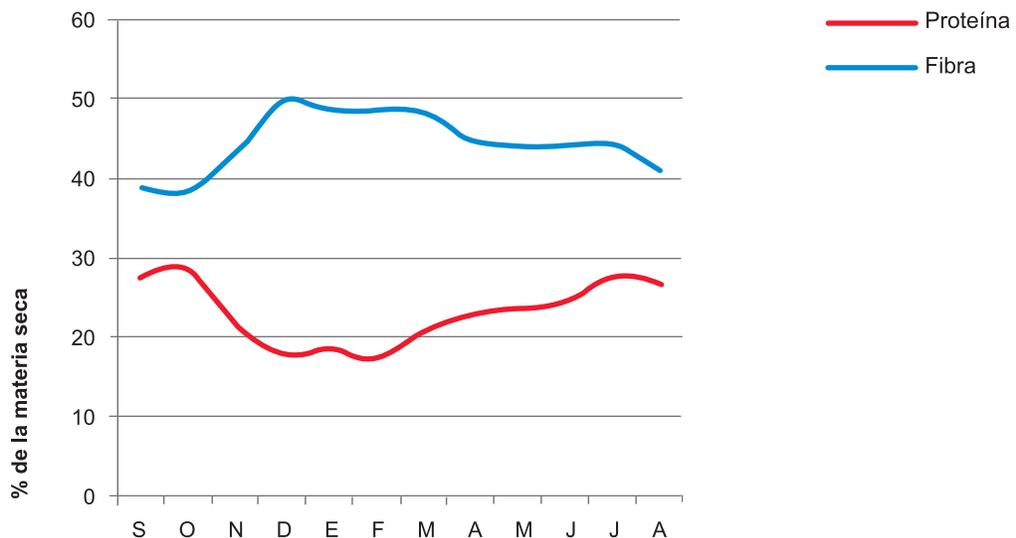


Figura 4 Cambios en los contenidos de fibra y proteína de la pradera durante el año.

El contenido de energía es mayor en primavera, coincidente con los máximos de proteína y luego decrece hacia el verano, para remontar en otoño. Durante el invierno baja levemente o se mantiene para subir gradualmente hacia la primavera (**Figura 3**).

El nivel más bajo de fibra se presenta en entre los meses de Agosto y Octubre; los contenidos más altos de fibra se presentan en veranos secos. Si no hay déficit hídrico y la pradera se mantiene en crecimiento activo, con pastoreos o cortes frecuentes, los niveles de fibra y proteína pueden ser parecidos a la primavera, lo que demuestra que el manejo de la pradera, por su efecto en el estado de desarrollo de la planta, es muy influyente en los contenidos de proteína y fibra.

A su vez, la proteína y la fibra se relacionan de manera claramente inversa, de modo que la proteína baja al aumentar la fibra y viceversa (**Figura 4**).



Pradera permanente en primavera temprana, con bajo contenido de fibra.



Pradera permanente en verano, con alto contenido de fibra.

**Cuadro 1** Caracterización nutricional de la pradera por estación del año.

<b>PRIMAVERA</b>	
<b>Contenidos</b>	<b>PC: 25-30%; EM: 2.6-2.9 Mcal/Kg; FDN: 35- 40% (Sep-Oct)</b>
<b>Características nutricionales y factores influyentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La calidad nutricional es mayor que el resto del año, sin embargo, un alto contenido de proteína puede ser limitante importante ya que parte de ella no es aprovechada y se elimina por la orina en forma de úrea; también suben los niveles de úrea en leche.</li> <li>● Por efecto de la fertilización con N el contenido de NNP aumenta fuertemente, lo que se refleja en altos contenidos de proteína cruda que pueden superar 30% de la materia seca, muy por encima de lo que la vaca necesita.</li> <li>● La fibra es normalmente insuficiente y poco efectiva para estimular la rumia, con lo cual baja la materia grasa de la leche, principalmente a comienzos de la estación.</li> <li>● En praderas de calidad el contenido de energía es generalmente alto, sin embargo, se produce de todos modos un déficit en relación a los requerimientos por insuficiente consumo, aunque se aumente la oferta de pradera por vaca.</li> </ul>

<b>VERANO</b>	
<b>Contenidos</b>	<p><b>Sin sequía, PC:15-20%; EM: 2.4-2.7 Mcal/kg; FDN: 45-52%</b></p> <p><b>Con sequía, PC: 8-13%; EM: 1.9-2.4 Mcal/kg; FDN: 45-60%</b></p>
<b>Características nutricionales y factores influyentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dependiendo del déficit hídrico y del manejo de la pradera, desde fines de primavera se produce una reducción progresiva de la digestibilidad y del consumo, lo que se acentúa en pleno verano.</li> <li>● Con déficit hídrico son deficitarios los contenidos de proteína, energía y fósforo y hay exceso de fibra.</li> <li>● En estas condiciones la respuesta a la suplementación es buena, ya que las vacas sustituyen menos debido a una oferta de pradera insuficiente.</li> </ul>

**Cuadro 1** Caracterización nutricional de la pradera por estación del año.

OTOÑO	
<b>Contenidos</b>	<b>PC: 22-28%; EM: 2.7-2.9 Mcal/kg; FDN: 44-50%</b>
<b>Características nutricionales y factores influyentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● En otoño, la pradera aumenta fuertemente el contenido de proteína, sin embargo, el contenido de azúcares es bajo y por lo tanto, la pradera tiene un mayor exceso de proteína en relación al contenido de energía que en primavera.</li> <li>● Por lo anterior el aprovechamiento de los altos niveles de proteína y de NNP es más limitado.</li> <li>● Comparativamente con la primavera, los problemas por N son mayores, a pesar de que el consumo de pradera es más bajo (ver cap. 5).</li> </ul>

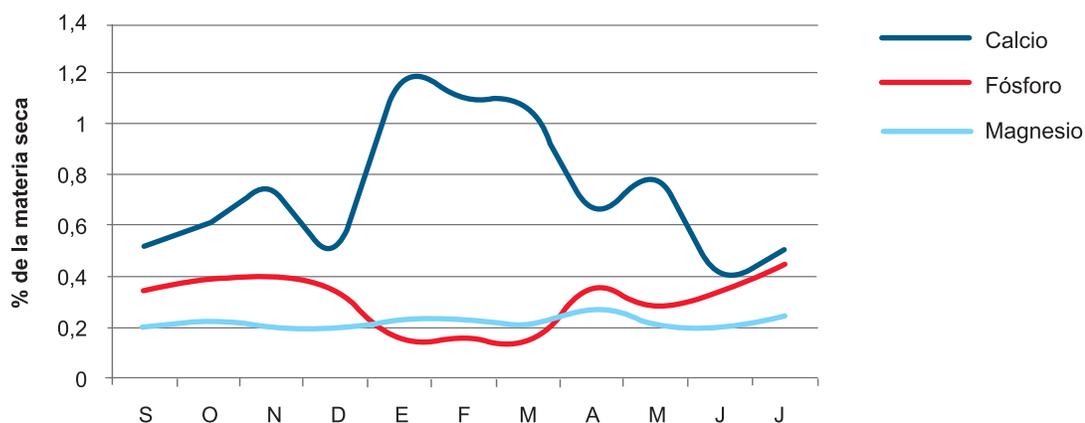
INVIERNO	
<b>Contenidos</b>	<b>PC: 25-30%; EM 2.8-3.0 Mcal/kg; FDN 41-47%</b>
<b>Características nutricionales y factores influyentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La pradera en invierno es rica en agua, baja en fibra y con exceso de proteína en relación al contenido de energía, lo que puede ser algo más marcado que en otoño, pero con efectos poco notorios por el bajo consumo de pradera.</li> <li>● Sin embargo, al pastorear rezagos con alta disponibilidad se pueden generar problemas similares que en otoño.</li> </ul>

### RESUMEN

La composición nutritiva de la pradera varía por efectos estacionales y también es muy influida por el manejo y la fertilización, siendo el componente más variable de la ración. Como deseamos que la pradera constituya el principal alimento, más que tratar de optimizar el balance de la ración, se debe mantener su calidad nutricional dentro de ciertos límites, evitando excesos de proteína y déficits o excesos de fibra, en lo cual el manejo de la pradera y la fertilización son herramientas clave.

## 2.2 MINERALES (CALCIO, FÓSFORO, MAGNESIO Y POTASIO)

La variación normal de los contenidos de calcio (Ca), fósforo (P) y magnesio (Mg) en praderas permanentes a través del año se presenta en la **Figura 5**.



**Figura 5** Cambios en los contenidos de Ca, P y Mg en praderas mixtas con presencia de trébol (sequía estival). (Anrique et al., 2008).

### CALCIO (Ca)

El contenido de Ca tiende a subir durante el verano, influido por un aumento de leguminosas que son ricas en este elemento alcanzando niveles sobre 1% de la materia seca. En praderas pobres en leguminosas el Ca se encuentra a niveles más bajos, pero suficientes, entre 0,4 y 0,7% de la materia seca (MS). Es interesante resaltar que el contenido de Ca no baja al madurar la pradera, por estar en parte ligado a la fibra, contrariamente a lo que ocurre con el contenido de fósforo (P).

### FOSFORO (P)

El contenido de P en praderas en crecimiento que han sido fertilizadas, es adecuado a las necesidades del animal alcanzando niveles de 0.3-0.5% de la materia seca. Sin embargo, su contenido baja junto con el de proteína a medida que la planta madura, lo que se hace más notorio cuando hay sequía. Esto se debe a que el fósforo es más necesario cuando la planta está en activo crecimiento, siendo mínimo su contenido cuando la planta alcanza su madurez, por lo tanto, en veranos secos debe esperarse contenidos bajos de P en la pradera y relaciones Ca:P mucho más amplias.

## RELACION CALCIO: FOSFORO

En veranos con déficit hídrico el contenido de P baja sin que ocurra lo mismo con el Ca, por lo que la relación Ca:P se amplía, pudiendo alcanzar niveles de hasta 8:1, que es bastante más de lo deseable (2:1) para un adecuado consumo y aprovechamiento del P. Dependiendo de las condiciones del verano, esta situación puede extenderse hasta por tres meses, en cambio, en veranos lluviosos la planta está en crecimiento, con buenos contenidos de P y proteína siendo la relación Ca:P bastante cercana a lo deseable (Figura 7).

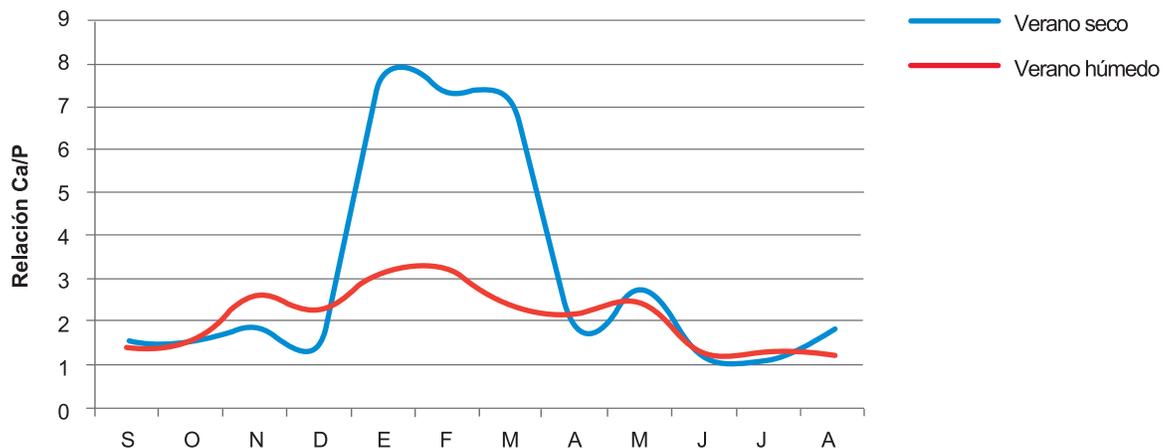


Figura 6 Cambios de la relación Ca:P en año con verano seco y verano húmedo. (Anrique et al., 2008).

En consecuencia, para veranos secos, la composición de los concentrados y sales minerales de las vacas debe adaptarse para corregir el desbalance calcio:fósforo, principalmente reforzando su contenido de fósforo.

## MAGNESIO (Mg)

El contenido de Mg es bastante más parejo a lo largo del año, fluctuando entre 0.2 y 0.25% de la materia seca. El contenido de Mg en la pradera es normalmente más bajo que el de P, exceptuando veranos con déficit hídrico, lo que demuestra que nivel de Mg es menos afectado por la maduración de la pradera.

Sin embargo, el aprovechamiento del Magnesio por el animal puede verse seriamente limitado cuando aumenta el contenido de Potasio y también de Nitrógeno en la pradera, porque limitan la absorción de Magnesio, favoreciendo el riesgo de Hipomagnesemia o Tetania de los Pastos.

La hipomagnesemia se produce principalmente en primavera y ocasionalmente en otoño, por una deficiencia clínica de Mg en el animal. Los síntomas son rigidez muscular, caminar tambaleante y extremo nerviosismo. Animales que caen tienen una mayor probabilidad de morir si no son tratados.

Un aumento desmedido del contenido de Potasio en la pradera se puede producir por:

- Aplicación de purines a la pradera
- Fertilización con nitrógeno y con potasio.

## PREVENCIÓN DE HIPOMAGNESEMIA

La forma más efectiva de prevención es suplementar el rebaño con Magnesio (Óxido de Magnesio, Sulfato de Magnesio) antes y durante el período de pariciones, en que es más frecuente su aparición. Se debe aportar al menos 10 g de Mg por vaca al día (50 g Óxido de Magnesio, 100 g de Sulfato de Magnesio o 100 g de Cloruro de Magnesio).

El Óxido de Magnesio puede ser aplicado directamente sobre la pradera, ensilaje o heno antes de ser consumidos o a través de suspensiones orales. La suplementación con Magnesio también ayuda a prevenir la incidencia de Fiebre de Leche (Hipocalcemia).

## POTASIO (K)

El contenido de potasio de la pradera en crecimiento es en general alto (2.5 - 4% de la materia seca) y supera con creces las necesidades para producción de leche (0.3 - 0.5% de la materia seca). Bajo estas condiciones, la pradera, además de ser rica en potasio es también rica en nitrógeno y ambos elementos interfieren la absorción de magnesio en el rumen y producir hipomagnesemia o tetania de los pastos como se describe en el punto anterior. Debido a esta situación, es necesario suministrar a los animales, sales minerales que no contengan potasio.

### 3 | EXCESOS DE PROTEÍNA EN LA PRADERA Y SUS EFECTOS

#### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

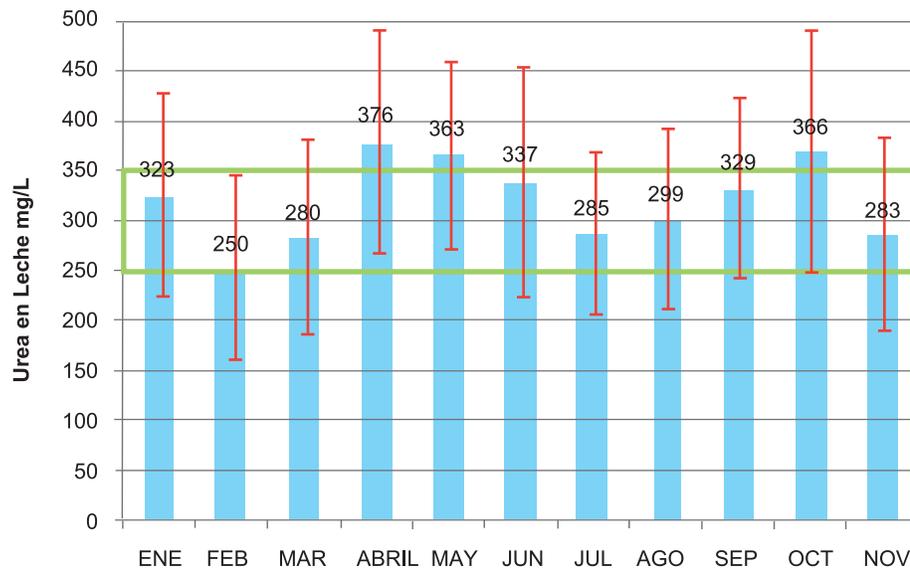
Los excesos de proteína en la pradera son consecuencia de la intensificación de la producción de leche, que conduce al logro de una alta producción de MS por hectárea y en lo cual, la fertilización con N, pastoreos más intensivos y el uso de nuevas variedades juegan un rol fundamental. De este modo, las soluciones al problema se encuentran en estos mismos ámbitos, siendo la gestión de pastoreo la principal herramienta.

A continuación se analiza el efecto del exceso de proteína sobre la leche y los animales y las formas de encarar estos problemas se discuten en el capítulo 5.

#### 3.1 | NIVELES ELEVADOS DE UREA EN LA LECHE

Consumos excesivos de proteína se manifiestan en niveles aumentados de urea en la leche y también en orina, considerándose normal o aceptable niveles entre **250 y 350 mg/L**. Valores sobre el límite superior del rango, son indicativos de excesos crecientes de proteína en relación a la disponibilidad de energía de la dieta. Niveles de urea que se alejan del mínimo hacia abajo, corresponden a una deficiencia creciente de proteína.

En la **Figura 7**, se muestra la variación de los niveles de urea en leche a lo largo del año, de productores lecheros de Watt's. Es claro que los promedios más elevados de urea se encuentran en abril-mayo y en octubre, que son justamente meses de alto contenido de proteína de la pradera. Los promedios más bajos se observan en los meses de febrero y marzo.



**Figura 7** Variación anual del contenido de Urea en la leche en la zona sur (— nivel máximo y mínimo de referencia). (Watt's, 2011)

Es interesante constatar que en otoño, el promedio de urea supera el nivel más alto del rango durante 2 meses (abril-mayo), en cambio, en primavera solo ocurre en el mes de octubre, demostrando que el riesgo es más extendido en otoño a pesar de que el consumo de pradera es menor que en primavera. Estas diferencias son el resultado del mayor desequilibrio proteína-energía que existe en la pradera de otoño (bajo contenido de azúcares por menor luminosidad y temperatura).

En consecuencia se deben evitar pastoreos con baja disponibilidad y mayor concentración de NNP.



Pastoreo de otoño en franja, con disponibilidad de entrada de 1.800 kg MS/ha, proteína cruda de 28%, mayor concentración de NNP.



Pastoreo de otoño en franja, con disponibilidad de entrada de 2.200 kgMS/ha. proteína cruda de 22%, menor concentración de NNP.

### 3.2 MENOR CONSUMO DE PRADERA

Puede ocurrir que los animales disminuyan el consumo de pradera o que incluso rechacen consumirla, en parte porque el exceso de proteína se asocia con menor palatabilidad del pasto (menor contenido de azúcares y exceso de N), pero aún más importante, es que también opera un mecanismo inhibitorio del apetito, que sería una forma de evitar una intoxicación. Como se plantea más adelante, este mecanismo no es efectivo si los animales tienen hambre y consumen rápido, lo que aumenta seriamente el riesgo de intoxicaciones.

### 3.3 MENOR PRODUCCION Y CALIDAD DE LECHE

La menor producción se debe a un menor consumo de pradera y a la energía que el animal debe gastar para eliminar el exceso de N en forma de urea por la orina. Se calcula que este gasto representa diariamente una menor producción de 1-2 L de leche. También se afectan las propiedades de coagulación de la leche y su aptitud para procesamiento y la leche puede no pasar la prueba de alcohol.

### 3.4 RIESGO DE TOXICIDAD POR AMONIO

El consumo de pradera rica en proteína puede producir acumulación de gas amonio en el rumen por la baja capacidad de los microorganismos de utilizarlo. Si el amonio se acumula, puede producir alcalosis (lo opuesto a la acidosis) y parálisis ruminal que limita la eructación y el animal se meteoriza; el pH del rumen puede superar niveles de 7.5.

Normalmente los animales afectados consiguen eructar evitando meteorizarse, sin embargo, el amonio en exceso es absorbido y pasa a la sangre produciendo parálisis cerebral y muscular, condición que es normalmente fatal. Los animales afectados tienden a mostrar síntomas nerviosos extremos y un pH de sangre alcalino (para el tratamiento de la toxicidad por amonio ver **Anexo 1**).

### 3.5 RIESGO DE INTOXICACION POR NITRATOS

Al aumentar la proteína cruda en la pradera aumenta el contenido de nitratos, aceptándose que niveles sobre 22-25% de proteína son potencialmente tóxicos. La acumulación de nitratos se ve favorecida por deficiencias de azufre en la planta, siendo importante balancear la fertilización N con aportes de este elemento.

El nivel tóxico de nitrato en la planta se encuentra entre 0.6-1.0% de la MS, sin embargo, aunque los animales puedan no sucumbir con estos altos niveles, se encuentran comúnmente en un stress de toxicidad sub-clínica.

Los primeros signos de toxicidad sub-clínica se presentan con bastante anticipación a efectos más agudos, que pueden evitarse: a) un menor consumo y producción de leche, causados por los efectos tóxicos del nitrito en los microorganismos del rumen, b) un aumento de abortos espontáneos y fallas reproductivas causadas por muerte temprana de embriones, afectados por falta de oxígeno en esos tejidos.

En condiciones normales, el menor consumo antes descrito tiende a proteger a los animales antes de que puedan ingerir grandes cantidades de Nitratos. De este modo, la única forma de que se produzca toxicidad por Nitratos es que los animales entren a pastorear con hambre, lo que se debe evitar. Sin embargo, aún bajo estas condiciones, es más probable que los animales sufran de toxicidad por amonio, agravada por una toxicidad subclínica por Nitratos.

Para el tratamiento de la toxicidad por nitratos ver Anexo 1.

### 3.6 OTROS RIESGOS ASOCIADOS

En primer lugar, una alta concentración de amonio en la sangre impone al animal una fuerte carga de actividad hepática. También existe evidencia de que la fertilidad de las vacas se afecta al aumentar los niveles de urea en la leche; adicionalmente, por exposición repentina a una alimentación excesiva en proteína aumenta el riesgo de enfisema pulmonar.

Por lo tanto un exceso de proteína y NNP son dañinos para la salud animal, la reproducción y la producción de leche.

## 4 FERTILIZACION NITROGENADA E IMPORTANCIA DE LA MINERALIZACION

### 4.1 FERTILIZACION CON NITROGENO (N)

Con la intensificación de la producción de leche, se es más dependiente de la fertilización con Nitrógeno para lograr altos niveles de producción de forraje. Sin embargo, al aumentar la fertilización nitrogenada ocurren los siguientes cambios en la composición de la planta:

- Aumenta el contenido de Proteína Cruda, que puede alcanzar 25-34% de la MS, lo que supera largamente lo que los animales necesitan (14-18% según el nivel de producción de las vacas).
- También aumenta en la planta la proporción del N que no es proteína (NNP), pudiendo superar 40% del N total (Figura 8), lo cual más que duplica el contenido existente en praderas con baja o nula fertilización.
- También aumenta el contenido de Nitratos (N-NO<sub>3</sub>) que puede alcanzar niveles tóxicos (los nitratos son parte del NNP).
- Los niveles máximos de proteína, NNP y nitratos se alcanzan 10-15 días después de la fertilización, independiente de la dosis aplicada, por lo cual la pradera no debe ser pastoreada antes de 3 semanas pasada la fertilización.

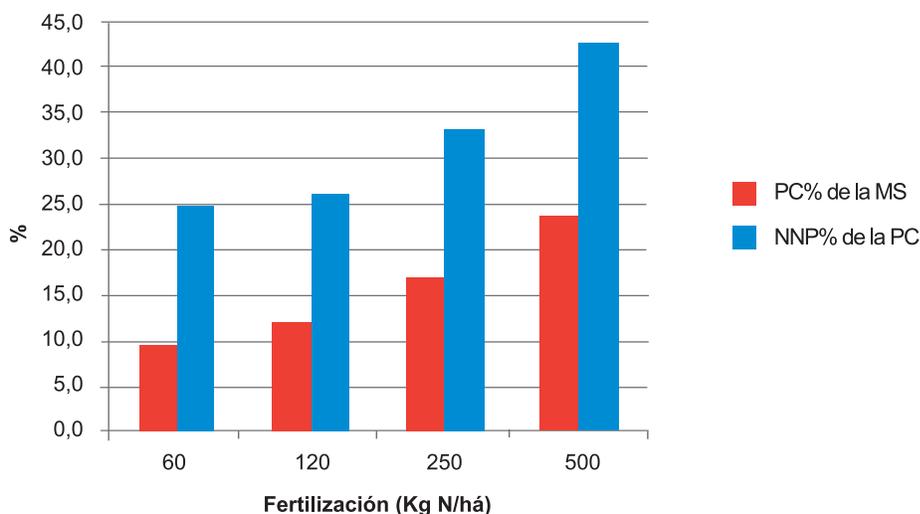


Figura 8 Fertilización nitrogenada y contenido de NNP en praderas.  
Fuente: Pacheco y Waghorn, 2008.

## 4.2 IMPORTANCIA DE LA MINERALIZACION

Es sabido que suelos ricos en materia orgánica entregan a la planta bastante N a través de la mineralización, que transforma el N orgánico (microorganismos, restos de tallos, raíces, humus) en N formas inorgánicas (N amoniacal y Nitrato). Este aporte es adicional al que realiza la fertilización y ocurre principalmente por acción de microorganismos y también de las lombrices del suelo.

Por consiguiente, en los suelos de la zona sur, que poseen en general niveles altos de Materia Orgánica, es más riesgoso emplear fertilizaciones excesivas y no bien parcializadas, especialmente si las condiciones ambientales (temperatura y humedad) favorecen la mineralización.

Los principales factores que favorecen la mineralización son (Whitehead, 1995):

- **La temperatura y humedad del suelo:** la mineralización aumenta sobre 5 °C y con la humedad, mientras no sea excesiva y limite la aireación.
- **Corrección de la acidez del suelo:** cuando la acidez ha sido corregida por encaladuras, la mineralización puede aumentar marcadamente debido a una mayor población y actividad de las bacterias del suelo.
- **El pastoreo:** los animales, principalmente a partir de la orina y en menor grado de las fecas, aumentan la mineralización y en consecuencia, la cantidad de nitratos y amonio en el suelo.
- **Rotura del suelo:** la mineralización aumenta fuertemente por mejora de la aireación, en especial cuando se trata de praderas permanentes, pudiendo alcanzar niveles de 400 kg/ha en el primer año después de una aradura. También será mayor mientras más alta haya sido la fertilización el año anterior a la aradura y si luego la nueva pradera es pastoreada.

En general, el aporte de N por mineralización será alto en praderas sembradas de primer año o cultivos, principalmente en el otoño y primavera siguientes a la aradura.

## 5 PREVENCIÓN DE LOS EFECTOS DEL CONSUMO EXCESIVO DE PROTEÍNA

El consumo excesivo de proteína en condiciones de pastoreo ha ido en aumento, por un manejo más intensivo de la pradera para una mayor producción y utilización, con talajeos más frecuentes, menores ofertas y residuos más bajos, conjuntamente con una mayor fertilización nitrogenada y uso de variedades de ballica de mayor potencial de rendimiento en detrimento de las leguminosas. De este modo, la solución del problema se debe trabajar a través de los mismos factores que lo producen, mencionados anteriormente.

Entre las medidas de mayor efectividad para evitar excesos de N en el pasto se encuentran las siguientes:

- Reducción de la frecuencia de pastoreo.
- Reducción de las dosis de N y aumento de la frecuencia de aplicación.
- Utilización de fertilizantes de liberación lenta.
- Incorporación variedades de ballicas ricas en azúcares.

### 5.1 REDUCCION DE LA FRECUENCIA DE PASTOREO

Aumentar el intervalo entre pastoreos (período de descanso entre pastoreos), o el esperar que las ballicas alcancen un estado de 3 hojas por macollo antes de pastorear, aumenta la disponibilidad de forraje y además tiene las siguientes ventajas:

- Disminuye de manera efectiva el contenido de proteína. En investigaciones realizadas en la zona sur (Cuadro 2), se demuestra que al dejar que la pradera aumente en 1 hoja por macollo (ej. pasar de 2 a 3 hojas), el contenido de proteína baja en 2.3 unidades porcentuales.
- También permite que la pradera exprese mejor el potencial de rendimiento acorde con la fertilización aplicada (Figura 9).

Si por el contrario, se recurre a pastoreos frecuentes en cualquier estación del año, aumenta el contenido de proteína y disminuye el rendimiento, pudiendo también verse afectada la persistencia (duración) de la pradera debido a que la planta no tendrá una adecuada acumulación de reservas y desarrollo de hojas.

Adicionalmente, se puede generar un círculo vicioso, consistente en que se aplica N extra con el fin de aumentar el crecimiento de la pradera, pero en respuesta al mayor crecimiento acortamos el intervalo entre pastoreos, lo cual reduce el crecimiento. De este modo incurrimos en un costo extra de fertilizante para aumentar crecimiento, sin dejar que este mayor crecimiento se exprese.

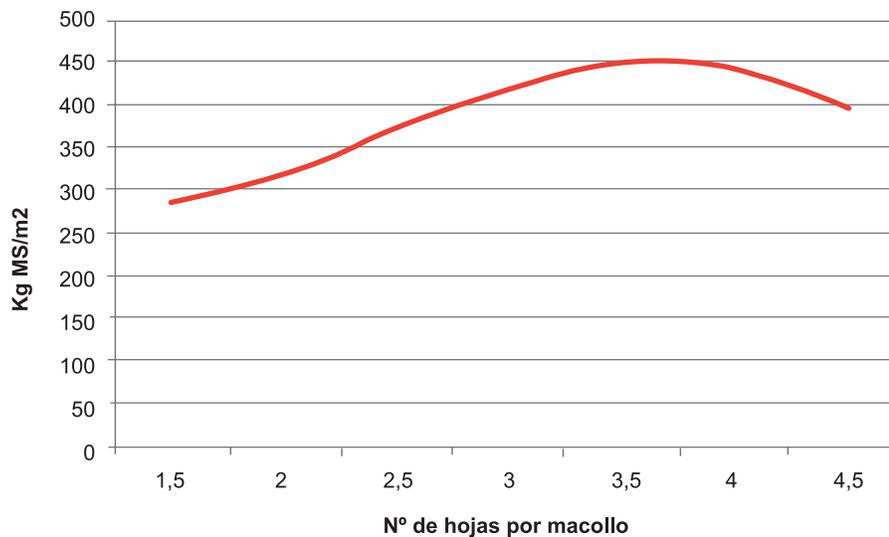
**Cuadro 14** Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la composición del forraje (otoño-invierno)

N° hojas por macollo a inicio del pastoreo <sup>1</sup>	Proteína <sup>2</sup> %	Fibra (FDN) %	Azúcares g/kg
2	24.0	33.9	99.8
3	21.7	36.5	104.0
4	19.4	39.1	108.3

<sup>1</sup> 20 días promedio para aparición de una nueva hoja (rango 11-25 días)

<sup>2</sup> El contenido de proteína disminuye en promedio 2.3 unidades % al desarrollar una hoja adicional.

**Fuente: CASTRO (2010), Poff (2009), Solis (2010).**



**Figura 14** Producción de materia seca en relación al número de hojas en pradera de ballica perenne (Castro 2010)



Manejo adecuado de una pradera permanente de otoño con disponibilidad de entrada a pastoreo de 2.400 kgMS/ha. Rezago de 25 días, a partir de un residuo 1.500 KgMS/ha dejado en el pastoreo anterior.

## 5.2 | REDUCCION DE LA DOSIS Y APLICACIONES PARCIALIZADAS DE NITROGENO (N)

El control de la cantidad y distribución de la fertilización nitrogenada es un aspecto principal para evitar excesos de N en la planta.

### 5.2.1 | DOSIS ANUAL

En producción de leche, para obtener una buena respuesta económica a la fertilización con N, no serían recomendables aplicaciones superiores a 200 kg N/año. Según estudios recientes realizados en Australia (Staines et al, 2011), aplicaciones de N mayores 200 kg N/año son difíciles de justificar desde el punto de vista productivo y económico, ya que no aumenta la pradera efectivamente utilizada, demostrando que se requiere menos N para producir leche que para una máxima producción de forraje.

En el sur del país, las aplicaciones de N fluctúan entre mínimos de 80-90 y máximos de 300 Kg anuales, siendo más frecuentes niveles alrededor de 150 kg N/año, en 2 parcialidades de 30 kg por vez en otoño y 2-3 en primavera. También existe un uso creciente de ballicas de rotación, de preferencia bianuales, en siembras de otoño con dosis de N más altas (ej. 70 kg N por aplicación en 3 aplicaciones), lo cual representa un mayor riesgo.

## 5.2.2 APLICACIONES PARCIALIZADAS

Para las praderas permanentes de la zona sur, que crecen en suelos ricos en materia orgánica, es recomendable evitar dosis por aplicaciones mayores a 30 Kg de N, especialmente en primavera y otoño.

También es beneficioso que cada aplicación de N vaya acompañada con otros minerales que favorezcan la síntesis de proteína verdadera por la planta y reduzcan la acumulación de NNP. Recomendaciones realizadas en la zona sur por Demanet (Demanet, 2012, comunicación personal), se basan en la ventaja en el rendimiento de materia seca, al parcializar la dosis anual en, al menos, cuatro aplicaciones, complementadas en forma equilibrada con magnesio, azufre y potasio. Estos minerales favorecen que el N absorbido por la planta quede como proteína verdadera en lugar de NNP (Synder&Thompson, 2012); [www.rainbowplantfood.com](http://www.rainbowplantfood.com)).

Las consecuencias principales de aumentar la proteína verdadera son:

- Baja el contenido de NNP en la planta, incluidos los nitratos
- Bajan los contenidos de proteína cruda, normalmente aumentados por excesos de NNP.

## 5.3 USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS DE ENTREGA LENTA (FEL) .

El uso de fertilizantes nitrogenados de entrega lenta, representa otra opción que debe ser evaluada económicamente.

Las principales características de estos fertilizantes son las siguientes:

- Se trata principalmente de urea recubierta por una capa protectora (no todos los FEL están recubiertos) lo cual hace más lento el ingreso de agua al gránulo de urea, permitiendo una entrega parcial y más lenta del N al suelo.
- Comparado con la urea normal, con este tipo de fertilizantes:
  - Se reduce la pérdida de N por lixiviación y desnitrificación y se elimina la volatilización
  - Aumentaría moderadamente la eficiencia de utilización del N
  - Se favorece un mayor rendimiento de aproximadamente 10% (M. Alfaro, 2012, comunicación personal)

## 5.4 USO DE CULTIVARES DE BALICAS ALTAS EN AZUCARES (HS)

Debido a que un aumento de azúcares está ligado a una disminución del contenido de proteína en la planta, se espera producir con estas ballicas los siguientes efectos beneficiosos:

- Reducción del contenido de proteína del pasto y de la sobrecarga de N al animal.
- Aumento de la producción de proteína microbiana y disminución de las pérdidas de N por orina.
- Mejora el ambiente ruminal y se produce una menor emisión de metano.
- Las ventajas de las variedades HS disminuyen en raciones mixtas con menor participación de la pradera e igualmente cuando se optimizan los aspectos mencionados en los puntos 1 y 2 anteriores

Sin embargo, la investigación no ha demostrado que exista una mejora consistente de la producción de leche o del consumo, aunque no se descarta que en este aspecto haya posibilidades de progreso

**Es importante señalar que la mayoría de estos resultados se han obtenido en Europa del Norte donde las temperaturas invernales son bajas. Con temperaturas invernales más moderadas como en el sur de Chile o Nueva Zelanda, ha sido difícil demostrar aumentos consistentes en el nivel de azúcar de las ballicas HS, debido a que en estas condiciones disminuye la expresión de la característica.**

Los estudios efectuados en Chile, principalmente en INIA y cuyos resultados se resumen a continuación, indican que lo anterior es efectivo.

- Demuestran tendencia a un menor rendimiento de las ballicas HS comparadas con la ballica normal.
- El aumento en el contenido de azúcares ha sido bajo y poco consistente.
- No se ha observado una clara disminución del contenido de proteína.

Dadas las pocas diferencias de composición encontradas, los beneficios esperados a partir de los actuales cultivares HS disponibles serían bajos. Sin embargo, se trata de una tecnología en desarrollo, con interesantes perspectivas de mejora y un aumento de superficie sembrada en explotaciones lecheras de Europa y Oceanía, por lo que no se debe descartar que esta opción cobre importancia para nuestro país en el futuro.

Sin embargo, entre los requisitos que debieran reunir cultivares de ballica HS para el Sur de Chile están los siguientes:

- Deben contener el hongo endófito.
- Deben tener un rendimiento al menos igual a las ballicas normales y buen crecimiento invernal.
- Deben ser resistentes a la roya (polvillo).

## RESUMEN DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA CONTROLAR RIESGOS POR EXCESO DE PROTEINA

- Utilizar rezagos más largos, con disponibilidades de pradera más altas.
- Aplicar la fertilización N en forma parcializada y menores niveles de fertilización.
- Evitar que ganado hambriento pastoree praderas de riesgo o praderas nuevas en tiempo nublado o después de una sequía.
- El uso de suplementos ricos en energía de disponibilidad rápida y bajos en proteína (maíz grano húmedo, maíz roleado, triticale, trigo, cebada, maíz molido entre los granos y ensilaje de maíz o ensilajes de grano pequeño, entre los forrajes) previene llegar a niveles tóxicos.
- Cuando la pradera tiene un bajo contenido de fibra (FDN menor a 35-40%), el aporte de fibra efectiva es también necesario para favorecer la rumia y evitar desarrollo de acidosis.
- Utilizar variedades HS que sean efectivas en demostrar consistentemente más azúcares y menos proteína bajo las condiciones de la Zona Sur.
- Mantener el ganado con buena salud y condición corporal le otorga mayor fortaleza para enfrentar cuadros de stress por exceso de N.

## 6 CONSUMO DE PRADERA EN PASTOREO

### 6.1 EFECTO DE LA OFERTA DE PRADERA

Se entiende por oferta a la cantidad de materia seca de pradera que se ofrece por vaca al día (Kg MS/ vaca/día). Lo más frecuente es que los valores de oferta se expresen como kg de MS de pradera medida a ras de suelo.

Esto significa que las vacas son capaces de cosechar en cada pastoreo solo una proporción del forraje ofrecido (proporción de utilización por pastoreo), que varía entre **30 y 60%** del forraje presente en la pradera y el valor efectivo que se obtenga dependerá de la disponibilidad de pre-pastoreo y consumo por hectárea, lo que a su vez dependerá del n° de vacas/ha. Es importante señalar que la proporción cosechada en cada pastoreo no puede alcanzar el 100% debido a la necesidad de un residuo, que permita a la pradera rebrotar después de cada pastoreo.

**La eficiencia de utilización corresponde a la proporción de la producción anual de la pradera, que es efectivamente consumida por los animales en pastoreo. La eficiencia de utilización anual puede alcanzar valores entre 60 y 90%, lo que va a depender del manejo del pastoreo, especialmente de la oferta de pradera (Cuadros 3 y 4)**

En el **Cuadro 3**, se puede apreciar como varían la eficiencia, la cosecha por pastoreo y el consumo por vaca en relación a la oferta de pradera. En el **Cuadro 4**, se presentan valores de cosecha por pastoreo para diferentes relaciones entre disponibilidad de entrada y de salida.

Al pasar de “alta oferta” a “baja oferta” (**Cuadro 4**), la eficiencia de utilización (anual) aumenta de 60 a 80% y la cosecha por pastoreo (%) también aumenta, pudiendo alcanzar un 60% de la disponibilidad medida a ras de suelo. Sin embargo, el consumo por vaca disminuye.

**Cuadro 3** Relación entre oferta y eficiencia de utilización de la pradera.

Condición de manejo	Eficiencia anual %	Cosecha por pastoreo %	Consumo estimado Kg/vaca
Oferta alta: (> 30 kg MS/vaca/día)	60	< 45	14-16
Oferta media: (20-30kg MS/vaca/día)	70	55	12-14
Oferta baja: (< 20 kg MS/vaca/día)	80	60	9-11

Fuente: elaboración a partir de “Manejo de pastoreo”, 2007.

Por lo tanto, para lograr una alta eficiencia de utilización de la pradera, es necesario restringir la oferta por vaca, con lo cual se reducirá el consumo individual en favor de un mayor consumo por hectárea. Contrariamente, para obtener un alto consumo de pradera por vaca se debe aumentar la oferta, con lo cual disminuirá el consumo por hectárea y la eficiencia de utilización.

De igual modo, al intensificar el pastoreo disminuyendo la disponibilidad de salida, la cosecha por pastoreo aumentará (**Cuadro 4**).

El impacto que tiene el aumentar la eficiencia de utilización en la producción por hectárea se presenta en el Anexo 2.

**Cuadro 4** : Cosecha de la pradera por pastoreo según la disponibilidad de entrada y de salida y la oferta de pradera por vaca.

Disponibilidad de entrada (KgMS/ha)	<b>2.400</b>	<b>2.400</b>	<b>2.400</b>
Disponibilidad de salida (kg MS/ha)	<b>1.600</b>	<b>1.400</b>	<b>1.000</b>
Consumo aparente (Kg MS/ha)	<b>800</b>	<b>1.000</b>	<b>1.400</b>
<b>Cosecha por pastoreo (%)</b>	<b>33</b>	<b>42</b>	<b>58</b>

**Fuente:** elaboración a partir de “Manejo de pastoreo”, 2007.

## 6.2 EFECTO DE LA SUPLEMENTACION

El aporte de suplementos debe realizarse teniendo presente que la pradera es el alimento más económico y debe participar lo más posible en la ración. Sin embargo, cuando hay déficit o desequilibrios en la pradera, el uso de suplementos permite reforzar el consumo así como la calidad de la ración y la producción de leche.

Sin embargo, al suministrar suplementos, la vaca tiende a “sustituir o reemplazar” parte de la pradera que consumía, a lo que se denomina “Efecto de sustitución de pradera por suplemento”. El efecto de sustitución se debe a los factores que se analizan más abajo y la forma de medirlo es a través de la Tasa de sustitución.

**La Tasa de Sustitución (TS) corresponde a la cantidad de pradera (kg) que los animales dejan de consumir por kilo de suplemento y se expresa en kg/kg base materia seca.**

Normalmente la TS varía entre **0 (sin sustitución)** a **1 kg/kg (sustitución total)**, pudiendo en algunos casos ser algo mayor a 1 (ver más adelante). El efecto práctico es que sin sustitución, el consumo de pradera y de suplemento se suma y el consumo total aumenta, en cambio, con sustitución total, la vaca deja de consumir en pradera la misma cantidad de materia seca que recibe de suplemento y el consumo total se mantiene.

Por lo tanto, mientras mayor sea la sustitución, menor será la mejora en el consumo y menor la respuesta productiva o económica al suplemento (litros o \$/kg de suplemento) (**Cuadro 6**). Por otro lado, si la sustitución es alta y el suplemento es de mayor costo que la pradera, como ocurre con concentrados y ensilajes, puede suceder que la producción de leche no suba, se encarezca la alimentación y disminuya el margen sobre el costo de alimentación.

Afortunadamente el efecto de sustitución se puede controlar manteniéndolo bajo, con el fin de asegurar que exista un beneficio marginal de la suplementación. Sin embargo, es realista pretender que siempre habrá algún grado de sustitución.

## 6.2.1 FACTORES QUE AFECTAN EL GRADO DE SUSTITUCION

### LA OFERTA DE PRADERA: a mayor oferta mayor sustitución

El efecto de sustitución va a ser máximo y la respuesta al suplemento va a ser mínima cuando **la oferta de pradera sea alta**. Por lo tanto, si se restringe la oferta, como ocurre en el pastoreo intensivo, es posible controlar el efecto de sustitución manteniéndolo bajo, aún en períodos de máxima calidad de la pradera, como es el caso de la primavera (**Cuadro 5**).

**Cuadro 5** Respuesta al concentrado según la oferta de pradera.

OFERTA DE PRADERA	Respuesta al concentrado
<b>ALTA (&gt; 35 kg MS/vaca):</b> corresponde a una disponibilidad de entrada alta (2400-2600 kg/ha) y dejando residuos altos (1400-1600 kg/ha).	<b>0.6 L/kg</b> <b>(0.4-0.8 L/ kg)</b>
En general, con una relación precio del concentrado a precio de leche cercana a 1:1, el costo de suministrar concentrado se cubre si la respuesta productiva es mayor a 1 L/kg de concentrado.	
<b>BAJA (&lt; 25 kg MS/vaca):</b> corresponde a una disponibilidad de entrada más baja (2200-2400 kg/ha), pastoreo con carga alta y dejando residuos bajos (menores a 1.200 kg/ha).	<b>1.1 L/kg</b> <b>(0.8-1.5 L/kg)</b>
Con pastoreo intensivo, la respuesta al concentrado puede llegar a ser igual que en condiciones de confinamiento y alcanzar valores mayores a 1.5 L/Kg de concentrado.	

Fuente: adaptado de Bargo (2003).

## LA PRODUCCION DE LA VACA: vacas más productoras sustituyen menos

Vacas más productoras sustituyen menos y tienen mayor respuesta al concentrado (L/Kg) debido a que tienden a aumentar el tiempo de pastoreo para poder consumir más. Sin embargo, el consumo que se logra en ese tiempo extra de pastoreo no alcanza a cubrir los requerimientos, razón por la cual deben ser suplementadas. Esto en gran medida explica por qué se deben utilizar vacas de menores requerimientos en sistemas pastoriles.

Cuadro 6 : Efecto de la productividad de las vacas en la respuesta al concentrado.

Nivel de producción de leche (L/día)		Respuesta al concentrado con igual oferta de pradera
Más de	28 litros/vaca	1.0 - 1.3 Litros/kg
Entre	24-28 litros/vaca	0.8 - 1.0 Litros/kg
Menos de	24 litros/vaca	0.4 - 0.5 Litros/kg

Con alta oferta de pradera las vacas más productoras muestran una respuesta mayor al concentrado que las vacas de menor potencial. Sin embargo, en sistemas de pastoreo intensivos con vacas de menor potencial genético, se obtienen también respuestas elevadas al concentrado (> 1.5 L/kg) debido a una baja sustitución.

## LA ESTACION DEL AÑO: mayor sustitución en primavera que en verano

Al pasar de la primavera al verano, normalmente la pradera se va tornando más fibrosa y menos digestible, por lo cual el consumo por vaca baja. Por este motivo, el efecto de sustitución es menor y sube la respuesta al suplemento.

En veranos con déficit hídrico, dada la menor calidad y disponibilidad de pradera que típicamente se produce, se puede esperar una buena respuesta a la suplementación. Sin déficit hídrico, rigen los mismos criterios de control de disponibilidad que para primavera, con el fin de evitar efectos de sustitución altos.

## TIPO DE SUPLEMENTO: mayor sustitución con forrajes

**Forrajes v/s concentrados.** La sustitución es máxima (0.9-1.2 kg/kg) al suplementar con forrajes (ensilaje, heno, paja) y con alta disponibilidad de pradera.

Ello se explica porque los alimentos voluminosos tienen más efecto de llenado del rumen y por este motivo, las vacas disminuyen el tiempo de pastoreo más marcadamente (40 min/kg MS) que al recibir concentrados (15 min/kg MS). Sin embargo, al restringir la oferta de pradera, la sustitución puede bajar a la mitad (0.5-0.6 kg/kg).

Lo que puede ocurrir también, es que si el forraje es de baja digestibilidad (heno, paja) y se suplementa, en cantidades altas, se resienta el consumo y la producción. Sin embargo, el efecto será poco notorio con suministros bajos (< 2 Kg de MS).

**Fuente energética del concentrado.** En condiciones de pastoreo, debido principalmente a que los niveles de suplementación con concentrado son más bajos la fuente energética del concentrado tiene menos efecto. Diversos estudios demuestran que, cuando el suministro de suplementos concentrados es inferior a 5 Kg/vaca, el usar granos de cereales (fuentes de almidón), o fuentes ricas en fibra digestible (coseta de remolacha o de achicoria, pulpa de cítricos, cascarilla de soya, cascarilla de lupino) o combinaciones entre ellos, tiene efectos similares en la producción y la composición de la leche.

La combinación de fuentes de almidón y de fibra digestible en el concentrado tiene la ventaja de fortalecer el contenido de materia grasa de la leche en primavera y amortiguar el riesgo de acidosis, por lo que son una opción deseable para suplementar en condiciones de pastoreo.

**Fuente de proteína del concentrado.** Resultados de la investigación demuestran que en condiciones de pastoreo, el aportar fuentes de proteína no degradable como una manera de regular la degradabilidad de la proteína de la ración no tiene respuesta productiva ni económica, lo que también es válido para vacas de alta producción. Por lo tanto, el énfasis debe estar en suministrar principalmente alimentos que aporten energía al rumen, exceptuando veranos con déficit hídrico, en que hay que suministrar concentrados con suficiente proteína (15-20% de la MS), dependiendo de la severidad de la sequía.

Lo anterior se explica, en gran medida porque en pastoreo el consumo de proteína es alto y a la vez con una rápida velocidad de pasaje del alimento desde el rumen, que redundan en suficiente aporte de proteína metabolizable.

### **CANTIDAD DE SUPLEMENTO: menor efecto de sustitución con aportes moderados a bajos**

Como se planteó anteriormente, en el caso de concentrados, la mejor respuesta en pastoreo se obtiene con suministros inferiores a 5-6 kg/vaca. Sobre estos niveles, la respuesta al concentrado disminuye a menos que la oferta de pradera por vaca se restrinja fuertemente.

En resumen, la mejor respuesta a la suplementación se tendrá con:

- Oferta restringida de pradera (uso de cerco eléctrico) (< 30 kg MS/vaca)
- Niveles de suplementación moderados a bajos (< 5 kg MS).
- Vacas de buen nivel de producción, tendrán mejor respuesta que vacas de menor producción a igual oferta de pradera.

## 6.2.2 ESTIMACIONES DEL CONSUMO DE PRADERA

En los Cuadros 7 al 10, se presentan consumos realistas de pradera por estación del año con distintas ofertas de pradera por vaca, con y sin suplementación. Para el cálculo de los consumos al dar suplementos, se consideró la tasa de sustitución.

**Cuadro 7** Límites de consumo de pradera por vacas lecheras en primavera según la oferta de pradera y el consumo de suplemento.

PRIMAVERA	
ALTA OFERTA (35-40 kg MS/vaca (pastoreo con residuos altos))	CONSUMO DE PRADERA
Solo pradera (vacas 550 kg, 23 l/día)	<b>16-17 kg ms/vaca/día</b>
Pradera + 2 kg concentrado o grano/vaca	<b>15-16</b> “
Pradera + 4 kg concentrado o grano/vaca	<b>14-15</b> “
Pradera + 5 kg MS ensilaje/vaca	<b>11-12</b> “
OFERTA RESTRINGIDA (20-25 kg MS/vaca) (pastoreo con residuos bajos)	CONSUMO DE PRADERA
Solo pradera (vacas 550 kg, 20 l/día)	<b>13-14 kg ms/vaca/día</b>
Pradera + 2 kg concentrado/vaca	<b>12-13</b> “
Pradera + 4 kg concentrado/vaca	<b>11-12</b> “
Pradera + 5 kg MS ensilaje/vaca	<b>10-11</b> “

- La oferta de pradera tiene un espacio amplio de ajuste, ya que con igual disponibilidad (kg MS/ha) se pueden tener distintas ofertas, regulando la superficie por vaca. Por lo tanto, alta oferta no significa que la pradera deba estar excedida en disponibilidad. Por lo tanto, con baja intensidad de pastoreo aumenta el consumo por vaca, los residuos son mayores (>1600 kg MS/ha) y disminuye la eficiencia de utilización de la pradera.
- Con pastoreo intensivo el consumo por vaca disminuye; el residuo post-pastoreo es más bajo (< 1400 kg MS/ha) y aumenta la eficiencia de utilización de la pradera.

**Cuadro 8** Límites de consumo de pradera por vacas lecheras en verano según la oferta de pradera y el consumo de suplemento.

<b>VERANO</b>	
<p><b>SIN SEQUIA-OFERTA RESTRINGIDA</b>  <b>(20-25 kg MS/vaca)</b>  <b>(pastoreo con residuos &lt; 1.600 kg MS/ha)</b></p>	<p><b>CONSUMO DE PRADERA</b></p>
<p>Solo pastoreo                      Pastoreo + 2 Kg concentrado o grano/vaca                      Pastoreo + 5 kg MS de ensilaje o de nabos</p>	<p><b>14-16 Kg MS/vaca/día</b>  <b>13-14           “</b>  <b>9-11             “</b></p>
<p><b>SEQUIA MODERADA-OFERTA RESTRINGIDA</b>  <b>(&lt; 20 Kg MS/vaca)</b>  <b>(pastoreo con residuos &lt; 1.600 kg MS/ha)</b></p>	<p><b>CONSUMO DE PRADERA</b></p>
<p>Solo pastoreo                      Pastoreo + 2 kg concentrado/vaca                      Pastoreo + 5 kg ensilaje o nabos</p>	<p><b>8-12 Kg MS/vaca/día</b>  <b>7-11           “</b>  <b>6-10           “</b></p>

- En verano es normal que haya déficit hídrico, lo que reduce el crecimiento, la calidad de la pradera y el consumo.
- El efecto de sustitución es bajo, principalmente por una menor oferta, por lo cual la suplementación es efectiva para aumentar el consumo total.
- Los suplementos deben tener mayor contenido de proteína que el resto del año, lo que dependerá de la severidad de la sequía y la condición de la pradera.

**Cuadro 9** Límites de consumo de pradera por vacas lecheras en otoño según la oferta de pradera y el consumo de suplemento.

OTOÑO	
<b>ALTA OFERTA (35-40 kg MS/vaca) (pastoreo con residuos &lt; 1.400 kg MS/ha)</b>	<b>CONSUMO DE PRADERA</b>
Solo pastoreo	<b>15-16 Kg MS/vaca/día</b>
Pastoreo + 2 kg concentrado o grano/vaca	<b>14-15</b> “
Pastoreo + 4 kg concentrado o grano/vaca	<b>13-14</b> “
Pastoreo + 5 kg MS ensilaje/vaca	<b>10-11</b> “
<b>OFERTA RESTRINGIDA (20-25 kg MS/vaca) (pastoreo con residuos &lt; 1.400 kg MS/ha)</b>	<b>CONSUMO DE PRADERA</b>
Solo pastoreo	<b>12-13 Kg MS/vaca/día</b>
Pastoreo + 2 kg concentrado o grano/vaca	<b>11-12</b> “
Pastoreo + 4 kg concentrado o grano/vaca	<b>10-11</b> “
Pastoreo + 5 kg MS ensilaje/vaca	<b>9-10</b> “

La pradera de otoño tiene una composición diferente que en primavera.

- El contenido de NNP es más alto, especialmente si se pasa de un verano seco a un otoño húmedo y más aún si se fertiliza con nitrógeno.
- El contenido de azúcares es bajo, por lo tanto, la suplementación debe ser baja en proteína y rica en energía.
- En general, los riesgos por altos niveles de NNP en la pradera son mayores en otoño que en primavera.

**Cuadro 10** Límites de consumo de pradera por vacas lecheras en invierno según la oferta de pradera y el consumo de suplemento.

INVIERNO	
<b>OFERTA RESTRINGIDA (&lt; 15 kg MS/vaca) (pastoreo con residuos &lt; 1.200 kg MS/ha) Pradera + suplementación</b>	<b>CONSUMO DE PRADERA</b>
	<b>3-6 Kg MS/vaca/día</b>

- En invierno, el crecimiento de la pradera es bajo y normalmente se produce menos del 10% del rendimiento anual. Por este motivo, el aporte de la pradera no supera un tercio de la ración.
- Sus características son similares a la pradera de otoño, pero por el bajo consumo existe menor riesgo de trastornos por exceso de nitrógeno.
- Sin embargo, para reducir el costo de alimentación y mejorar el contenido de proteína de la leche, la pradera debiera aumentar su participación en la dieta.

## 7 DIFERENCIA DE COMPOSICION ENTRE PRADERA Y ENSILAJE

Los ensilajes tienen una composición bastante diferente de la pradera de origen, debido a los cambios que ocurren en la fermentación.

Las principales diferencias en la composición son las siguientes:

### 7.1 CONTENIDO DE MATERIA SECA

Los ensilajes directos en general no sobrepasan 20-22% de MS. Sin embargo, en ensilajes premarchitos, el contenido de MS es notoriamente más alto y alcanza niveles de 28-35%, siendo aun más alto en ensilajes bolo (Cuadro 10). En la pradera de calidad, en cambio los contenidos están normalmente bajo 20%.

### 7.2 CONTENIDO DE AZUCARES

Los azúcares del forraje cosechado son transformados en ácidos durante la fermentación y esta acidez permite la conservación del forraje. Una rápida producción de ácido láctico es lo más deseable para obtener una buena conservación y calidad fermentativa.

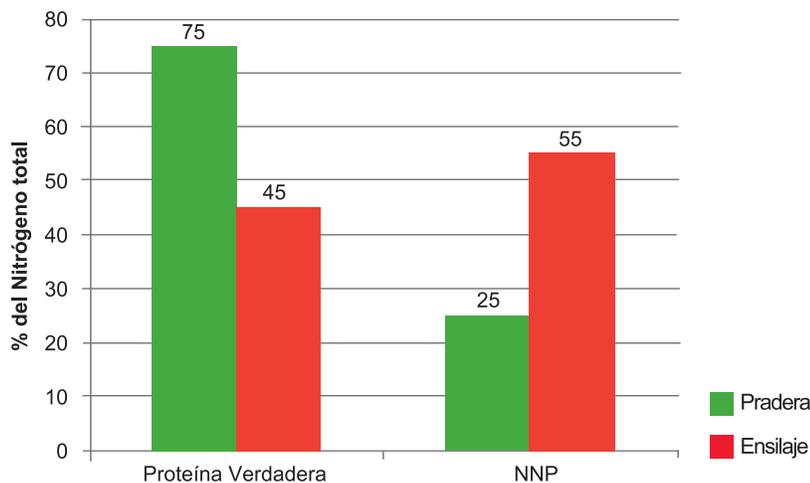
En ensilajes directos de pradera, todos los azúcares son transformados en ácidos. Los ensilajes premarchitos, incluidos los ensilajes bolo, la fermentación tiene una duración menor y como resultado pueden quedar entre 20 y 40% de azúcares sin fermentar. Este aspecto es muy deseable, ya que los azúcares son una fuente de energía rápidamente aprovechable en el rumen.

### 7.3 CONTENIDO Y CARACTERISTICAS DE LA PROTEINA

Aunque el contenido de proteína del forraje no cambia con el ensilado, gran parte queda transformada en nitrógeno no proteico (NNP) y por esta razón es menos aprovechable.

La principal diferencia entre ensilajes de buena y mala calidad fermentativa está en la composición del NNP. En ensilajes de buena calidad, el NNP tiene un bajo contenido de compuestos amoniacales, en cambio, en los de mala calidad predominan los compuestos amoniacales, que son mal aprovechados y reducen el consumo.

Las diferencias en la distribución del N del ensilaje y de la pradera entre proteína verdadera y NNP se presentan en la Figura 8, donde se aprecia que el ensilaje tiene bastante menos proteína verdadera y mucho más NNP que la pradera.



**Figura 8**  
 Distribución típica del N entre proteína verdadera y NNP en la pradera de origen y el ensilaje (primavera).

## 7.4 CONTENDIDO DE FIBRA

Debido a pérdidas que ocurren en la fermentación (líquidos de escurrido y gases), la fibra aumenta en relación a la pradera de origen, diferencia que representa de 10-15% en ensilajes directos y de 5-10% en premarchitos. En el cuadro 11, se compara la composición de diferentes tipos de ensilajes y se demuestra lo siguiente:

- Las principales diferencias se producen en el contenido de MS, N amoniacal y en el pH.
- En ensilajes premarchitos el contenido de MS es mayor y es aun más alto en ensilajes bolo.
- El contenido de N amoniacal también es menor en ensilajes premarchitos, incluidos los silos bolo y comparables al contenido del ensilaje de maíz. En silos bolo se aprecian los niveles más bajos, que se explican por la rapidez del proceso de ensilado un por un período de fermentación más corto.

**Cuadro 11** Composición característica de diferentes tipos de ensilaje.

Tipo de ensilaje	MS %	PC %	FDN %	EM Mcal/kg	NNH3 %	pH --
Pradera, directo	19.4	14.3	58.0	2.41	8.5 ± 4.9	4.16
Pradera, premarchito	29.5	14.4	53.0	2.56	5.9 ± 2.4	5.23
Pradera, bolo	44.3	12.9	51.0	2.54	4.7 ± 2.2	5.01
Maíz > 30% MS	33.7	7.8	48.0	2.62	5.5 ± 2.3	3.90

MS: materia seca, PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, NNH3: nitrógeno amoniacal (% del N total), pH: grado de acidez

**Fuente: Anrique y otros, 2008**

## 8 LOS SÓLIDOS LÁCTEOS EN EL PAÍS

### 8.1 DIFERENCIAS ENTRE ZONAS

En la zona sur, el contenido promedio de grasa y proteína de la leche así como el de sólidos es más alto que en el resto del país (**Cuadro 12**), que se explica en parte por un efecto genético (creciente diversidad racial con la consecuente menor participación de la raza Holstein) y por diferencias de alimentación, atribuible en general a un efecto favorable de la pradera.

Aceptando que existe un gradual cambio genético en la zona sur, por la incorporación gradual de razas que producen leche con más sólidos, es muy posible que la pradera tenga un efecto positivo, influido por su combinación con concentrados o granos, que es una práctica habitual en las lecherías.

Sin embargo, al aumentar el uso de la pradera, la composición de la leche es más variable que con alimentación balanceada en condiciones de confinamiento, debido a los cambios permanentes de calidad de la misma. Por lo tanto, un cierto grado de desbalance de la ración es inevitable.

**Cuadro 12** Composición promedio de la leche por zona del país.

ZONA	Proteína %	Grasa %	Sólidos %	Relación Grasa / Proteína
Central	3,25	3,55	6,80	1.09:1
Centro - Sur	3,28	3,65	6,90	1.11:1
Sur	3,37	3,81	7,20	1.13:1
País <sup>1</sup>	3,35	3,77	7,10	1.12:1
NZ <sub>2</sub>	3,73	4,96	8,70	1.32:1

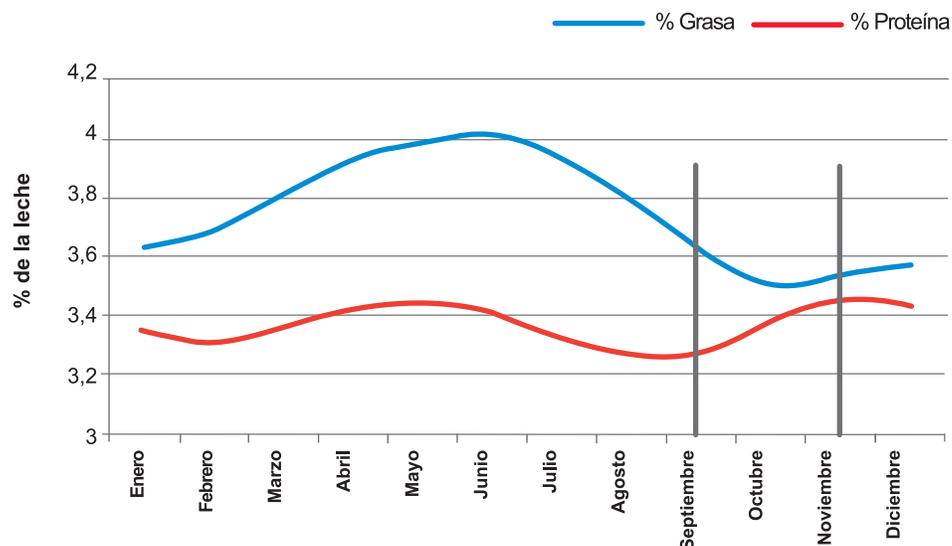
Fuente: Consorcio Lechero, Informes Finales Proyecto FIA, Vol 1, 2011

El año 2009 a nivel nacional, los contenidos promedios de proteína (3.35%), grasa (3.77%) y proteína+grasa (7.1%), eran claramente más bajos que en Nueva Zelanda, existiendo una brecha importante de mejora.

La meta de aumento del contenido de sólidos planteada en el documento de Desarrollo Estratégico del sector lechero, establece para el año 2020 alcanzar 7.6% de sólidos a nivel país.

## 8.2 DIFERENCIAS ESTACIONALES

Un cierto grado de variación estacional de la composición de la leche existirá siempre, aún en sistemas intensivos con alimentación balanceada y distribución de partos homogénea. Sin embargo, en esas condiciones, la grasa y la proteína tienden a fluctuar en forma conjunta y no de manera inversa, como ocurre durante la primavera en la zona sur (**Figura 16**).



**Figura 16** : Variación del contenido de grasa y proteína de la leche a través del año en la Zona Sur. (Consortio Lechero, 2011).

Los promedios de sólidos por estación según zona del país se presentan en el **Anexo 4**.

En general, contenido de sólidos es más bajo en primavera en todas las zonas pero la diferencia es más notoria en la zona sur, lo que se explica por la depresión de la materia grasa que ocurre con pastoreo primaveral. Durante el verano los sólidos aumentan, principalmente porque sube la materia grasa a pesar de que la proteína tiende a bajar.

Durante fines de otoño y entrada de invierno se producen los niveles más altos de sólidos.

En los **Cuadros 13 y 14** se analizan las principales causas de las variaciones estacionales en el contenido de sólidos de la leche.

**Cuadro 13** Causas de variación estacional del contenido de sólidos en primavera y verano con alimentación basada en pradera.

PRIMAVERA - ZONA SUR	Contenidos %
<p><b>Proteína:</b> sube notoriamente, siendo el promedio más alto que en las otras estaciones. Su aumento se debe principalmente a un efecto favorable de la pradera, que posee abundante proteína en esta época.</p> <p><b>Grasa:</b> baja durante septiembre-octubre y luego sube, siendo el promedio más bajo que en las otras estaciones (3.61%). Se explica por un insuficiente contenido de fibra de la pradera, que constituye sobre 70% de la ración, lo que se traduce en menos fibra efectiva para estimular la rumia y la producción en el rumen de precursores de la materia grasa.</p> <p>El impacto de esta situación es importante porque en primavera se produce el mayor volumen de leche.</p>	<p><b>3.43 ± 0.04</b></p> <p><b>3.61 ± 0.05</b></p>
VERANO - ZONA SUR	
<p><b>Proteína:</b> baja alrededor de 0.1 punto % en relación a la primavera llegando a valores mínimos en febrero. La razón es un menor consumo de proteína, materia seca y energía, por una menor calidad de la pradera, dependiendo de la severidad del déficit hídrico.</p> <p><b>Grasa:</b> sube en aprox. 0.2 puntos % en relación a la primavera. En este período la pradera contiene bastante más fibra efectiva, que favorece la producción de materia grasa.</p>	<p><b>3.35 ± 0.08</b></p> <p><b>3.82 ± 0.13</b></p>

**Cuadro 14** Causas de variación estacional del contenido de sólidos en otoño e invierno con alimentación basada en pradera.

OTOÑO - ZONA SUR	Contenidos %
<p><b>Proteína:</b> sube en relación al verano, siendo el promedio similar a la primavera y más alto que el resto del año. La razón es el aumento en la proteína de la pradera y un posible efecto de los partos de otoño, ya que pasado un mes postparto, el contenido de proteína aumenta.</p>	<p><b>3.40 ± 0.07</b></p>
<p><b>Grasa:</b> sube en relación al verano, siendo más alto que el resto del año, explicable por un mayor consumo de fibra efectiva. También puede influir la proporción de partos de otoño y de vacas en término de lactancia.</p>	<p><b>4.05 ± 0.08</b></p>
INVIERNO - ZONA SUR	
<p><b>Proteína:</b> baja respecto al otoño siendo el promedio en general más bajo en invierno que en las otras estaciones. Los contenidos de proteína son similares entre zonas, con una pequeña ventaja de la zona sur, similitud que se puede atribuir a un mayor parecido de la alimentación invernal entre zonas. El menor contenido de proteína puede explicarse por la reducida contribución de la pradera, a pesar de consumos de concentrados más altos.</p>	<p><b>3.29 ± 0.05</b></p>
<p><b>Grasa:</b> disminuye en relación al otoño y el verano siendo similar que en primavera, que puede explicarse por un consumo más alto de concentrado en esta época.</p>	<p><b>3.78 ± 0.13</b></p>

## 8.3 MEJORA DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS VIA ALIMENTACION

### 8.3.1 IMPORTANCIA DE LA GENÉTICA Y LA ALIMENTACIÓN.

Independiente de si la leche se produce en pastoreo o en confinamiento, la genética y la alimentación son los aspectos más influyentes en la producción y contenido de sólidos, sin embargo, el factor genético tiene un efecto mayor que la alimentación.

#### IMPORTANCIA RELATIVA DE LA GENETICA Y LA ALIMENTACION

Genética: 55 % - Factores no genéticos: 45%

Entre los factores no genéticos la alimentación es el más importante

### 8.3.2 OTROS FACTORES INFLUYENTES

#### GESTACION:

La grasa y proteína en la leche aumentan a partir de la 20ª semana de gestación. Por esta razón, la proporción de vacas en gestación avanzada va a influir en el contenido de sólidos del rebaño.

#### ALIMENTACION PREPARTO:

El aumentar la energía y proteína de la ración en el preparto tiene marcado efecto en la producción de sólidos en el postparto.

#### ESTADO DE LACTANCIA:

El contenido de sólidos es más alto al parto, cae rápidamente (en aprox. 1 mes) hasta un mínimo coincidente con el período de máxima producción y luego sube lentamente hasta el fin de lactancia. De este modo, la distribución de los partos va a influir en las fluctuaciones del contenido de sólidos en el año.

#### CONDICION CORPORAL:

Vacas flacas (CC baja < 2,5) producen leche con menos grasa y proteína. Vacas con una (CC alta > 3,5) consumen menos y producen leche con menor contenido de proteína.

#### EDAD DE LA VACA:

Las vaquillas producen leche con más proteína, produciéndose una disminución de un 0,01% anual en las lactancias posteriores.

#### FRECUENCIA DE ORDEÑA:

Al aumentar la frecuencia de ordeña los porcentajes de sólidos bajan. Por este motivo, el mayor porcentaje de sólidos se obtiene con un ordeño al día.

## SANIDAD MAMARIA:

La presencia de bacterias causantes de mastitis en el tejido mamario produce, en una primera etapa, un aumento en la cantidad de células somáticas y posteriormente una inflamación del tejido mamario. En consecuencia se genera un daño en el epitelio secretor y en la calidad de la leche, reflejada principalmente en una disminución de 5-10% en los sólidos totales.

### 8.3.3 POSIBILIDADES DE AUMENTO DE LA PROTEINA

El contenido de proteína de la leche está determinado genéticamente, por lo tanto, con una alimentación apropiada solo se puede lograr la manifestación de ese potencial, pero no se puede sobrepasar. Sin embargo, el efecto de la alimentación siempre será importante porque normalmente el contenido de proteína está por debajo del potencial genético.

Por mejoras de alimentación es difícil aumentar en más de 0.2-0.3 unidades porcentuales el contenido de proteína (ej. de 3.2 a 3.4%)

Como norma, para aumentar el contenido de proteína de la leche hay que aumentar el consumo de energía, mejorando la calidad de la ración y aumentando el consumo total de MS.

Esto es especialmente importante en el caso de praderas de calidad, en que no hay déficit de proteína, por lo que los suplementos deben ser bajos en proteína.

Por lo tanto, en sistemas a base de praderas, las posibilidades de aumentar el consumo de energía son las siguientes

1. Mejorando la calidad de la ración, lo que parte por tener buenas praderas y usar los suplementos apropiados, que normalmente deben ser bajos en proteína.
2. Aumentando el consumo de MS total por vaca.

### APORTE DE PROTEINA NO DEGRADABLE (PND)

Cuando el consumo de pradera es alto, el suministro de suplementos proteicos de baja degradabilidad, no tiene mayor resultado. Ello se explica por el abundante consumo de proteína, que asegura un suficiente aporte de proteína metabolizable (Kolver, 2000).

### SUPLEMENTACION CON GRASAS

También se debe evitar la suplementación con grasa, que tiende a bajar la síntesis de proteína en el rumen y su contenido en la leche, a menos que sean grasas protegidas para no ser degradadas en el rumen.

### 8.3.4 POSIBILIDADES DE MEJORA DE LA MATERIA GRASA

El contenido de materia grasa dependerá de que exista un adecuado consumo de fibra efectiva (fibra larga). Consumos insuficientes de fibra a comienzos de primavera son la principal razón de la depresión de la grasa láctea, que en casos extremos puede ser menor que el contenido de proteína, lo que se denomina inversión grasa. Por lo tanto, es fundamental conocer los niveles de fibra (FDN) de la pradera y suplementar fibra larga de ser necesario.

En primavera, debido al menor contenido de fibra efectiva de la pradera, en pastoreo se requieren niveles de fibra (FDN) más altos, **(sobre 35%)** que en confinamiento **(28-32%)**. Adicionalmente, es necesario mantener un buen funcionamiento del rumen, principalmente evitando acidosis.

Estos aspectos deben ser satisfechos lo mejor posible con una alimentación adecuada, tanto en sistemas base pastoreo como confinados.

A través de la alimentación es difícil aumentar en más de 0.2-0.3 unidades de % el contenido de materia grasa

## 8.4 CARACTERISTICAS DE SUPLEMENTOS CLAVE EN RELACION A LOS SOLIDOS

### 8.4.1 ENSILAJES DE PRADERA

La proteína del ensilaje fermenta muy rápido y la energía es de entrega lenta, porque proviene principalmente de la fermentación de la fibra.

Este aspecto es más notorio en ensilajes directos en que las transformaciones en el silo son mayores y por más tiempo, debido al alto contenido de agua. Por lo tanto, parte de la proteína no se aprovecha y es eliminada como úrea por la orina y tiende a bajar el contenido de proteína en la leche. Con ensilajes de buena calidad, de preferencia premarchitos, el efecto depresor de la proteína es mucho menor.

Comparativamente, los tipos de ensilaje de pradera más convenientes en sentido descendente, son:

**Ensilajes pre marchitos con aditivo y ensilajes bolo**  
**Ensilajes directos con aditivo**  
**Ensilajes directos sin aditivo**

Comparativamente, los ensilajes de pradera no son la mejor opción para suplementar en primavera y otoño, especialmente si son ricos en proteína, pero son la mejor alternativa como suplemento de verano si tienen un buen contenido de proteína.

## 8.4.2 ENSILAJE DE MAIZ

El ensilaje de maíz posee menos proteína y fibra, y más energía que los ensilajes de grano pequeño y por esta razón son algo más efectivos para contrarrestar los excesos de proteína de la pradera. Sin embargo, no son la mejor opción para aportar fibra efectiva temprano en primavera.

## 8.4.3 ENSILAJE DE CEREALES DE GRANO PEQUEÑO

Los ensilajes de grano pequeño (triticale, cebada, trigo, avena) son buenos recursos para bajar la proteína de la ración en condiciones de pastoreo y en este aspecto se complementan bien con la pradera. También son una buena fuente de fibra efectiva para manejar la depresión grasa de la leche en primavera.

Es importante enfatizar que para ensilar esta clase de forraje, la maquinaria debe asegurar un picado corto y homogéneo que permita una buena compactación; de lo contrario habrá problemas de baja calidad fermentativa. También se debe evitar la cosecha con madurez excesiva.

## 8.4.4 CONCENTRADOS

Bajo la denominación de concentrado, están las formulaciones comerciales así como combinaciones simples de uno o más ingredientes energéticos (granos de cereales en mezclas con otros granos o suplementos ricos en fibra digestible). Los concentrados se distinguen por su aporte de energía que es un nutriente básico para mejorar la proteína de la leche.

En general, los concentrados tienden a mejorar el contenido de proteína de la leche, con una respuesta promedio de **0.04** unidades %/kg suministrado: Dado su bajo contenido de fibra, tienden a bajar la grasa en **0.03** unidades%/kg concentrado.

- Con suministros bajos a moderados (< 5 kg/vaca), la base energética del concentrado tiene menor importancia. Sin embargo, el incorporar fuentes fibrosas permite atenuar la disminución del contenido de grasa en la leche.
- Con suministros altos (> a 5 Kg/vaca, la combinación de granos con fuentes de fibra digestible es más segura para prevenir acidosis ruminal.

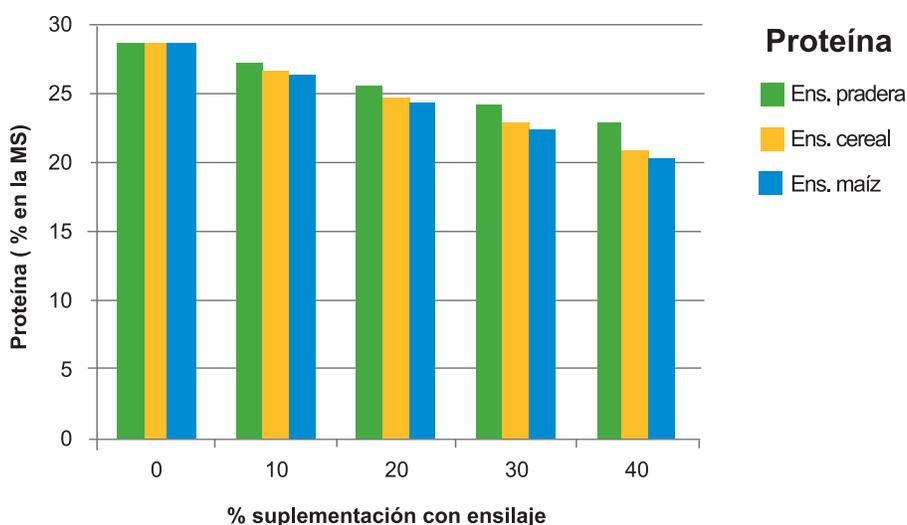
La acidosis se produce por acumulación excesiva de ácido láctico en el rumen debido, principalmente, a altos consumos de concentrado o de granos de fermentación rápida (trigo, maíz grano húmedo, maíz roleado o grano molido muy fino). También ocurre por cambios bruscos a raciones con más concentrado, agravado por una mala distribución del concentrado durante el día.

## 8.5 COMPLEMENTACION PRADERA- ENSILAJE

Al suplementar ensilajes en condiciones de pastoreo, se debe tener claro el objetivo que se persigue; por ejemplo, a inicio de primavera puede ser necesario aumentar el consumo de materia seca y de fibra, en cambio en verano, lo más importante es reforzar el aporte de proteína y el consumo.

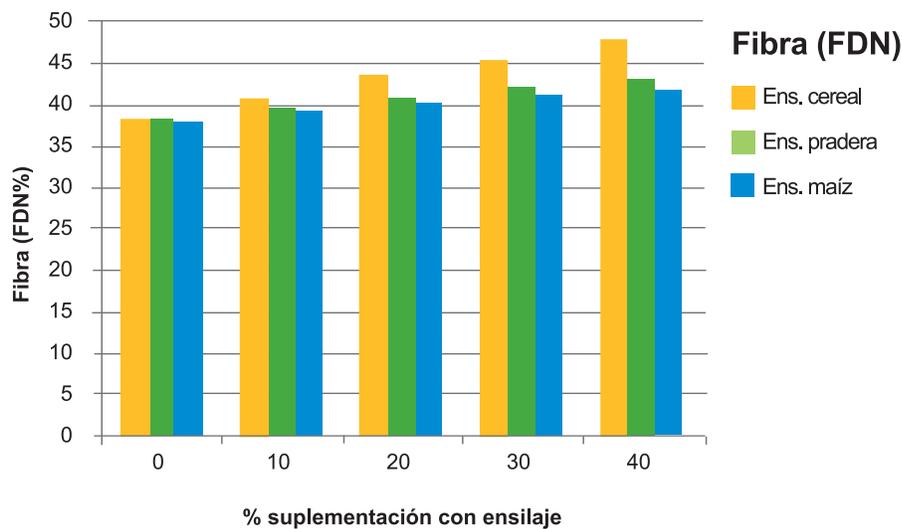
En las **Figuras 13 y 14**, se compara el efecto de suplementar con tres tipos de ensilaje sobre el contenido de proteína y de fibra de la ración (pradera+ensilaje) El efecto sobre el contenido de NNP, se presenta en el **Anexo 3**.

Si no se suplementa, el contenido de proteína corresponde al que tiene la pradera (28% de la MS). Sin embargo, al suministrar ensilaje en cantidades crecientes, el contenido de proteína baja, siendo el ensilaje de maíz más efectivo en reducirlo.



**Figura 13** : Efecto de suplementar la pradera con diferentes tipos de ensilaje en el contenido de proteína de la ración.

A diferencia de la proteína, al aumentar el nivel de suplementación el contenido de fibra aumenta, siendo el ensilaje de grano pequeño más efectivo en el aporte de fibra (**Figura 14**).



**Figura 14** Efecto de suplementar la pradera con diferentes tipos de ensilaje en el contenido de fibra (FDN) de la ración.

Se puede apreciar que el ensilaje de maíz es un poco más efectivo para bajar el contenido de proteína de la ración, pero los ensilajes de grano pequeño son efectivos tanto para bajar proteína como para reforzar fibra.

## RESUMEN DE EFECTOS POR ESTACION SEGUN TIPO DE ENSILAJE

**Primavera:** para suplementar temprano en primavera, los ensilajes de grano pequeño son efectivos tanto para bajar proteína como para aportar fibra, ayudando a controlar la disminución de materia grasa de la leche.

Los ensilajes de maíz, por su bajo contenido de proteína y riqueza en energía, son también una buena opción, sin embargo, son menos efectivos para subir el consumo de fibra.

Los ensilajes de pradera no son la mejor alternativa para evitar excesos de proteína, aunque son apropiados para aportar fibra (de preferencia utilizar ensilajes pre-marchitos).

**Verano:** los ensilajes de pradera de calidad, ricos en proteína, son la mejor alternativa, especialmente cuando la pradera ha bajado su calidad y disponibilidad. Los ensilajes de maíz y de grano pequeño no son una buena alternativa por su bajo contenido de proteína.

**Otoño:** el ensilaje de maíz, por su alto contenido de energía y baja proteína y fibra, constituye la mejor opción, sin embargo, se pueden usar otros tipos de ensilajes combinados con concentrados bajos en proteína.

## 8.6 RECOMENDACIONES POR ESTACION PARA FAVORECER LOS SÓLIDOS

En los cuadros 15-18 se resumen las pautas de suplementación para favorecer el contenido de sólidos así como la producción de leche en cada estación del año.

Cuadro 15 | Recomendaciones para mejorar los sólidos en primavera.

### PRIMAVERA

En primavera la proteína alcanza los valores más altos del año, sin embargo, los sólidos (grasa +proteína) no suben por depresión de la materia grasa que ocurre por los bajos niveles de fibra efectiva.

Se debe favorecer el consumo de pradera, que debe constituir a lo menos un 70 - 80% de la ración. Para mejorar los sólidos no se requiere el uso de concentrados, sin embargo, refuerzan la producción de leche y por su aporte de energía, ayudan a reducir problemas por exceso de proteína en la pradera. También es aconsejable suplementar con forrajes para aumentar el aporte de fibra efectiva.

Utilizar ración completa mezclada (TMR parcial) es una buena alternativa cuando se dispone de carro mezclador. Este tipo de ración se diseña para que se complemente con la pradera, siendo efectiva en mejorar la producción y % de sólidos y en evitar acidosis.

### PAUTAS DE SUPLEMENTACION PARA PRIMAVERA

**Objetivo:** reforzar consumo, bajar proteína y aumentar fibra de la ración

#### ALTERNATIVAS:

##### Concentrado o uso estratégico de granos

- Hasta 3-4 kg/vaca con oferta de pradera abundante (1 kg/cada 4-6 L.
- Hasta 3-4 kg/vaca con tope de 6 kg/vaca con oferta de pradera restringida

##### Heno o paja

- Si la fibra (FDN) es menor a 35%, suministrar 1.5-2.5 kg para aumentar fibra efectiva y materia grasa.

##### Ensilaje de maíz y cereales de grano pequeño

- Hasta aproximadamente 10 kg/vaca (3-3.5 kg MS), lo que genera una respuesta de 0.7-1.0 L/kg MS.

##### Ensilaje de pradera

- De preferencia usar ensilajes premarchitos, por tener un mejor equilibrio energía: proteína y para favorecer consumo de materia seca.

##### TMR parcial

- Suplemento o mezcla única para equilibrar proteína, energía y fibra, efectiven mejorar producción y % de sólidos (+ 5-7%), con similar conversión (Kg MS/L leche) que al suplementar con concentrado

## VERANO

En esta época, la proteína de la leche tiende a estar en los niveles más bajos del año.

Con verano húmedo se debe favorecer el consumo de pradera para que constituya la mayor parte de la ración, cautelando que exista una buena eficiencia de cosecha.

La producción de leche por vaca comienza a descender por avance de la lactancia, por lo cual es poco justificable suplementar con concentrado a vacas que produzcan menos de 16-18 litros. lo que se debe evaluar de manera realista para no encarecer innecesariamente la ración.

## PAUTAS DE SUPLEMENTACION PARA EL VERANO

**OBJETIVO VERANO CON SEQUIA:** reforzar consumo, aumentar proteína y bajar fibra.

**OBJETIVO VERANO HUMEDO:** favorecer consumo de pradera, con mínima suplementación.

### ALTERNATIVAS:

#### Nabos y brassicas en general

- Suministrar en cantidad no mayor de 20-30% del consumo total de materia seca (no más de 5 kg MS o 50 kg base fresca) por vaca.
- Por ser pobres en fibra, se debe evaluar la necesidad de aportar fibra efectiva. Si hay escasez de pradera, es conveniente reforzar consumo con aporte adicional de ensilaje, lo cual además resuelve la escasez de fibra.

#### Ensilaje de pradera

- De preferencia rico en proteína y bajo en fibra, porque se complementa mejor con las características de la pradera (baja proteína y alta fibra), siendo conveniente planificar una reserva estratégica de ambos recursos para el verano, lo que también otorga mayor flexibilidad en el suministro.

#### Concentrados

- Deben tener más proteína y menos fibra que en primavera (15-18% PC para veranos secos; 10-12% PC en veranos húmedos o ser reemplazado por grano). Sin embargo, se debe evaluar la necesidad real del suministro, especialmente en consideración a que en esta época, los niveles de producción van a ser más bajos.

Cuadro 17 | Recomendaciones para favorecer los sólidos en otoño.

## OTOÑO

En el otoño se encuentran los niveles de sólidos (proteína+grasa) más altos del año, sin embargo, es un período que presenta dificultades propias, que se acentúan si el verano ha sido seco.

En este período el consumo de pradera es menor que en primavera, sin embargo, los problemas por exceso de proteína son mayores, debido a un menor contenido de azúcares del pasto, razón por la cual, la suplementación debe estar orientada a reforzar el consumo de energía.

### PAUTAS DE SUPLEMENTACION PARA EL OTOÑO

**OBJETIVO** : reforzar consumo (pradera+suplementación baja en proteína y rica en energía).

#### ALTERNATIVAS:

##### Pradera

- Evitar exceso de proteína en el pasto (manejo de fertilización).
- Asegurar su participación por medio de ajuste en la rotación (respetar frecuencia de talajeo).

##### Ensilaje

- De preferencia premarchitos de pradera o ensilajes de maíz o de grano pequeño.

##### Concentrados

- Deben tener < 12% PC o ser reemplazados por grano. Concentrados base grano son más efectivos para contrarrestar efectos de exceso de proteína del pasto y mejorar desequilibrio energía-proteína.

Cuadro 18 | Recomendaciones para favorecer los sólidos en invierno.

## INVIERNO

En invierno los sólidos bajan, especialmente la proteína que presenta los valores más bajos del año.

Se debe tener presente que la base forrajera en este período es una combinación de ensilaje y pradera, que representa aproximadamente 2/3 de la ración, por lo cual el concentrado, que constituye alrededor de 1/3, debe complementarse bien con la proteína de la base forrajera (pradera-ensilaje), que tiene un alto contenido de NNP, siendo recomendable omitir el uso de urea en el concentrado.

## PAUTAS DE SUPLEMENTACION PARA EL INVIERNO

**OBJETIVO:** favorecer el consumo de ración balanceada

### ALTERNATIVAS:

#### Ensilajes

- De preferencia ensilajes de pradera premarchito, maíz, cereales de grano pequeño.

#### Concentrados

- El contenido de proteína dependerá del aporte de los forrajes en la ración, lo que se debe calcular para cada situación. En general, los contenidos deben ser más altos con raciones ricas en ensilaje maíz o de grano pequeño.

#### Pradera

- Evitar exceso de proteína en la pradera, respetando las condiciones de manejo (disponibilidad de entrada y frecuencia de rotación).

#### Brassicas

- Se debe cautelar que el consumo no supere un 30% de la ración, y evitar el consumo en estado de floración en el caso de las coles, por riesgo de anemia (anemia de la col).

#### Heno

- La suplementación con heno no es necesaria, salvo que haya escasez de forraje, o para aumentar el aporte de fibra cuando es insuficiente.

## 9.1 INESTABILIDAD DE LA LECHE CRUDA

Desde el punto de vista fisicoquímico la leche puede ser considerada como la mezcla de sus componentes distribuidos en tres fases:

- 1° Fase; solución acuosa formada por lactosa (azúcar de la leche), sales orgánicas e inorgánicas, minerales, vitaminas y otras sustancias solubles en agua.
- 2° Fase; solución donde están las micelas de caseína, proteínas globulares y partículas de grasa-proteína.
- 3° Fase; emulsión formada por los glóbulos grasos en el medio acuoso.

### ¿QUE ES LA INESTABILIDAD DE LA LECHE?

Es la pérdida de los equilibrios que mantienen las micelas de caseína en suspensión, lo que se manifiesta con la formación de precipitados o coágulos de caseína. La termo-estabilidad se refiere a la resistencia relativa de la leche a coagular cuando ésta es calentada a temperaturas de esterilización; entonces ésta se utiliza para determinar si la leche puede resistir o no los tratamientos térmicos que se le apliquen.

La inestabilidad de la leche se determina al momento de la recolección mezclando partes iguales de alcohol y leche, produciéndose una floculación o corte de la leche. El corte a la prueba de alcohol es una alteración que fue descrita en Holanda en el año 1930 como la inestabilidad de la leche cruda entera al ser mezclada con alcohol. La leche inestable recibe diferentes denominaciones, tales como; síndrome de Utrecht, síndrome de Leche Anormal (SILA), Leche Inestable Alcalina o Leche Inestable No Acida (LINA).

La micela de caseína es un coloide, cuyo interior está formado por una trama enmarañada de moléculas Alfa s1, Alfa s2 y  $\beta$  caseínas, estas fosfoproteínas están ligadas entre sí por medio del fosfato de calcio. Esta organización puede dar origen a submicelas, las que a su vez están ligadas entre sí por fosfato de calcio. La kappa caseína por poseer menor afinidad por el calcio y tener uno de sus extremos hidrófilos, se ubica en la periferia de la estructura coloidal y es la que, en mayor medida, contribuye a la estabilidad del sistema coloidal en el medio acuoso.

### ¿CUAL ES LA IMPORTANCIA DE LA ESTABILIDAD TERMICA EN LECHE CRUDA?

La importancia de conocer la estabilidad térmica de la leche radica en la necesidad de prever el comportamiento de la leche en evaporadores, condensadores y esterilizadores, con el objeto de minimizar la formación de precipitados a causa de su coagulación, e impedimentos de funcionamiento de los equipos procesadores. Es necesario también, que las leches destinadas a la elaboración de leche en polvo tengan alta estabilidad térmica, ya que esta puede ser destinada a la elaboración de productos que posteriormente recibirán tratamientos térmicos severos.

Las leches inestables, es decir positivas a la prueba de alcohol, no son recolectadas por la industria láctea, lo que lleva a pérdidas económicas a los productores.

### 9.1.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA INESTABILIDAD DE LA LECHE

El síndrome de leche inestable, es un fenómeno multifactorial y está relacionado con la raza, individualidad animal, edad, etapa de lactancia, número de lactancias, tipo, disponibilidad y forma de conservación de los forrajes, balance de la dieta en relación a los requerimientos del animal, deficiencia de energía y proteína, stress, estación del año, manejo, sanidad, contaminación bacteriana y composición de la leche.

#### COMPOSICION DE LA LECHE

La leche inestable presenta una composición química diferente a la leche normal, con menores niveles de lactosa y sólidos no grasos y por lo general niveles de sodio, cloro y potasio más elevados. La estabilidad depende también de la concentración de calcio libre y total, fósforo libre y total, sodio, potasio, urea, proteínas del suero y pH.

#### VARIABILIDAD GENETICA

La proporción de Alfa, Beta y Kappa caseína varía entre las distintas razas y además tiene una variación individual dentro de la raza. La función natural de la kappa caseína es mantener la miscela en suspensión, por lo tanto, leches que tengan una mayor proporción de esta serán más estables.

#### ESTACION DEL AÑO

La inestabilidad de la leche presenta un comportamiento estacional; siendo más frecuente en periodos de primavera - verano. Este comportamiento está asociado a las variaciones estacionales que presentan las concentraciones de calcio iónico en la leche.

#### ETAPA DE LACTANCIA

Hay una tendencia a la disminución de la concentración de calcio libre desde el primer hacia el tercer tercio de lactancia de las vacas, esto puede ser explicado por el sistema de pariciones estacionales, ya que en otoño la mayor parte del rebaño está conformado por vacas en el tercer período de lactancia y durante la primavera el número de vacas en el primer período de lactancia aumenta por el gran número de pariciones en esa época. De esta manera la concentración de calcio libre disminuiría desde primavera hacia otoño e inversamente lo haría la estabilidad térmica de la leche.

Por otro lado, la concentración de sodio y potasio es alta en las vacas recién paridas, entonces a medida que disminuye la proporción de animales recién paridos en el rebaño, las concentraciones de sodio y potasio disminuyen y con ello se eleva la estabilidad térmica de la leche, la cual es muy baja a horas del parto pero va aumentando con el transcurso de los días hasta llegar a un valor estable a los 10 días post parto.

## EDAD DEL ANIMAL

La estabilidad térmica de la leche, aumenta con el número de partos.

## ALIMENTACIÓN DEL REBAÑO

Desde el punto de vista nutricional, altos consumos de calcio en la dieta, provenientes de praderas con alto contenido de calcio, adición de sales de calcio o carbonato de calcio, deficiencia de fósforo o deficiencia de magnesio, pueden producir un aumento de la inestabilidad.

En general, las restricciones alimentarias provocan una reducción de la producción de leche y aumentan la frecuencia de aparición de leche inestable, reduciendo los niveles de proteína bruta, lactosa y sólidos totales, lo que pone de manifiesto la importancia de mantener controlados los aportes de energía y proteína en la dieta, así como también los niveles de fibra.

Existe correlación también entre la inestabilidad de la leche y afecciones digestivas o metabólicas. El periodo más crítico en que pueden ocurrir desequilibrios metabólicos en las vacas lecheras, es el llamado periodo de transición que corresponde a los cambios alimenticios y metabólicos entre el periodo seco y el inicio de lactancia hasta el peak de producción entre los 80 a 120 días posteriores al parto. En este periodo las vacas presentan balance energético negativo que repercute en movilización de grasas, generando cuerpos cetónicos y riesgo de alteración hepática. En este periodo también los requerimientos de calcio y fósforo son altos lo que puede llevar a desequilibrios metabólicos y a aumentos de la inestabilidad de la leche.

Desequilibrios en la relación energía - proteína de la dieta, llevan a niveles elevados de urea, los cuales conllevan riesgos de infertilidad en el ganado lechero y tienen una estrecha correlación con las variaciones habituales en la estabilidad de la leche. Al aumentar la urea en leche se produce una disociación parcial de la caseína, calcio y fosfato, hacia la fase soluble. En particular, altas concentraciones de urea son causa directa o indirecta de problemas como son el incremento en el tiempo de coagulación en la elaboración de quesos, formación de una cuajada más débil y menos estructurada, desarrollo prematuro de fermentaciones irregulares y cambios en la destrucción de la proteína en la masa de los quesos.

### 9.1.2 EVALUACION DE INESTABILIDAD DE LECHE A NIVEL PREDIAL

Con el objetivo de evaluar estabilidad térmica de leche a nivel de predio, se realizaron 5 experiencias prácticas en lecherías (L) de proveedores de la industria Watt's S.A., Osorno. El análisis y resultados obtenidos se presentan en los cuadros 19, 20, 21 y 22.

**Cuadro 19** Estabilidad de la leche cruda a la prueba de alcohol.

Lechería	Prueba de Alcohol		pH
	80%	72%	
1	Positivo	Positivo	6.78
2	Positivo	Negativo	6.80
3	Positivo	Negativo	6.83
4	Positivo	Negativo	6.79
5	Negativo	Negativo	6.81

En cada lechería evaluada, se tomó una muestra de 500 ml para la determinación de Ca, P y Mg; total, libre (iónico) y ligado, así como también el porcentaje de lactosa, obteniendo los valores indicados en el Cuadro 20.

**Cuadro 20** Estabilidad de la leche cruda a la prueba de alcohol.

Lechería	Minerales Totales			Minerales Libres			Minerales Ligados			Lactosa %
	Ca	P	Mg	Ca	P	Mg	Ca	P	Mg	
1	115	55	8.5	21	17	6.0	94	38	2.5	4.55
2	110	60	8.0	13	7	4.5	97	53	3.5	4.60
3	114	65	9.0	25	28	4.5	89	37	1.5	4.81
4	112	62	8.0	25	19	5.5	87	43	2.5	4.78
5	110	54	8.0	16	22	5.0	94	32	3.0	4.83

Está descrito que se presentan leches inestables a la prueba de alcohol cuando la concentración de calcio libre (iónico) supera el 10% del calcio total; en el caso de las muestras analizadas, los niveles de calcio iónico estuvieron entre el 13 y 25%, estando todas las muestras sobre el rango aceptado.

En las muestras analizadas llama la atención las bajas concentraciones de magnesio y fósforo. El magnesio es importante en la mayor parte de los complejos enzimáticos que intervienen en la síntesis y secreción de los componentes lácteos tanto en el metabolismo general como de la glándula mamaria. El fósforo participa en la formación de los enlaces de fosfato de calcio que dan estabilidad a la micela de caseína. En los cuadros de leche inestable, las limitaciones de energía disponible por el tejido mamario afectan la síntesis y secreción de los componentes lácteos y de los principales macrominerales como son el fósforo y el magnesio.

De las lecherías presentadas, en cuatro de ellas el aporte de sales minerales era entregado mediante sales minerales para alta producción (18% Ca - 4% P) incorporadas al concentrado. (L1; L2; L4; L5). En solo una de ellas el aporte mineral se basó en un ajuste realizado para cubrir los requerimientos productivos, reproductivos y podales (L3).

Solo una de las lecherías (L 2), aparte de suministrar sales minerales de alta producción incorporadas al concentrado, estaba suplementando con sales minerales fosforadas (18% P - 4% Ca).

## VALORES DE REFERENCIA Y CRITERIOS IMPORTANTES A CONSIDERAR

Los valores normales para calcio, fósforo, magnesio y lactosa en leche cruda, se indican en el Cuadro 21 y los criterios para identificar cuadros de leche inestable, en el Cuadro 22.

Cuadro 21 : Valores de referencia para minerales y lactosa.

COMPONENTE	Contenido
Calcio Mg/ml	110 - 130
Fósforo Mg/ml	90 - 100
Magnesio Mg/ml	9 - 14
Lactosa (%)	4,6 - 4,8

Cuadro 22 : Criterios establecidos para identificar un cuadro de leche inestable.

INDICADOR	VALOR
Prueba Alcohol 72%	Positiva
Acidez Titulable	< 17° Th
pH	> 6.75
Calcio Total	110 - 130 mg/ml
Calcio Iónico (libre)	> 10% del Total
Fosforo Total	< 80 mg/ml
Magnesio Total	< 9 mg/ml
Lactosa	< 4,7 %

## CONSIDERACIONES FINALES SOBRE INESTABILIDAD DE LA LECHE

De acuerdo a los resultados de las muestras analizadas por Watt's S.A, aquellos rebaños que presenten cuadros con reacción positiva a la prueba de alcohol 80%(inestabilidad alcohol 80%), deben considerar siempre las siguientes medidas de manejo:

- Leche de vacas recién paridas no debe ser incorporada al estanque antes de los 10 días post parto.
- Se debe cuidar el equilibrio de la relación energía/proteína fundamentalmente en el primer tercio de la lactancia.
- Se debe asegurar que la ración cumpla con los requerimientos energéticos durante toda la lactancia.
- Durante todo el periodo de lactancia se debe tener especial cuidado de satisfacer los requerimientos de fibra.
- Se debe cuidar que el aporte de minerales de manera de cubrir los requerimientos del animal.
- Se debe cuidar la relación Ca / P en el aporte de minerales.
- El manejo alimentario es crítico y obliga a reforzar el aporte de energía a través del uso de granos o mezclas entre estos y suplementos ricos en fibra digestible, que deben estar en la proporción adecuada con la cantidad y calidad de los voluminosos y la fibra efectiva, para no romper el equilibrio energético lo que genera altos niveles de urea en leche.

Si el problema de inestabilidad se agudiza, es necesario tomar las siguientes medidas correctivas:

- Asegurar un consumo mínimo de MS acorde con los requerimientos de su rebaño (16 y 20 Kg MS, dependiendo del tipo de rebaño).
- Corregir la relación energía - proteína de la dieta.
- Considerar un aporte de FDN, entre 30 - 35%.
- Uso de sales minerales con relación calcio - fósforo inversa.
- Sacar del rebaño en producción aquellas vacas que estén con menos de 65 días a la fecha probable de parto.

## BIBLIOGRAFIA

**R. Anrique, R. Fuchslocher, S. Iraira y R. Saldaña. 2008.** Composición de alimentos para el ganado bovino. Universidad Austral de Chile, INIA-Remehue, Consorcio Lechero. 87 p.

**R. Anrique. 2011.** Análisis de características del consumo en nueve predios bajo monitoreo en dos escenarios pluviométricos-200/2009-2009/2010. Plan de Desarrollo Lechero Watt's S.A. Publicación N°1, Agosto 2011. 55p.

**F. Bargo. 2003.** Suplementación en pasoreo: conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Alimentacion/bargo.pdf>

**L. Barros.** Estabilidad de leche, fracciones proteicas y calcio iónico. Departamento Patología y Clínica Rumiantes, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. 2ª Conferencia Internacional sobre Leche Inestable. Colonia del Sacramento, Uruguay, 2011.

**J. Castro. 2010.** Dinámica de crecimiento y calidad de una pradera de *Lolium perenne* L. sometida a diferentes frecuencias de desfoliación en otoño-invierno. Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 62 p.

**Consorcio Lechero. 2011.** Informes finales proyectos FIA, Vol 1. 3-20 pp.

**L. Costabel, A. Cuatrin, R. Páez, G. Audero, S. Campos, M. Taverna,** Avances en el estudio de estabilidad térmica y al alcohol de la leche. 2ª Conferencia Internacional sobre Leche Inestable. Colonia del Sacramento, Uruguay, 2011.

**V. Fischer, M. Zanela, M. Ribeiro, L. Marques, A. Abreu, S. Machado, V. Fruscalso, R. Barbosa, M. Stumpf.** Relação entre alimentação e a estabilidade do leite bovino. 2ª Conferencia Internacional sobre Leche Inestable. Colonia del Sacramento, Uruguay, 2011.

**E. Nannig. 2012.** Producción, utilización y calidad de una pradera *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. sujeta a diferentes criterios de frecuencia e intensidad de pastoreo con vacas lecheras. Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.

**L. Negri, M. Chávez, L. Costabel, M. Taverna** Composición de leche de tanque, silo y derivados, relaciones con la estabilidad térmica y variables de manejo. 2ª Conferencia Internacional sobre Leche Inestable. Colonia del Sacramento, Uruguay, 2011.

**D. Pacheco and G.C. Waghorn. 2008.** Dietary nitrogen-definitions, digestion, excretion and consequences of excess for grazing ruminants. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 70: 107-116.

**J. Poff. 2009.** Efecto de la frecuencia de desfoliación y adición de nitrógeno sobre la producción de fitomasa, dinámica de crecimiento y calidad nutritiva de *Lolium perenne* L. durante el crecimiento otoñal. Tesis Magister en Ciencias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 67 p.

**P. Ponce** Composición láctea y sus interrelaciones: expresión genética, nutricional, fisiológica y metabólica de la lactación en las condiciones del trópico Centro de Ensayos para el Control de la Calidad de la Leche y Derivados Lácteos, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

**M. Rocha, M. Balbinotti, G. Jacob, Vivian Fischer.** Análises de composição e estabilidade do leite ao alcohol. 2ª Conferencia Internacional sobre Leche Inestable. Colonia del Sacramento, Uruguay, 2011.

**C.Solis. 2010.** Tasa de aparición de hojas en una pradera de *Lolium perenne* L. durante el período invernal: efecto de frecuencia de desfoliación y fertilización nitrogenada. Tesis Ing. Agr., Fac. de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 47 p.

**M. Staines, R.Morris, T. Casson, M. Bolland, B. Russel, I. Guthridge, J. Lucey and D. Bennet.** Nitrogen for intensive grazed dairy pastures. Bull. 4815, February 2011. Department of Agriculture and Food. 29 p.

**C. Synder and B. Thomson. 2012.** Efficient Fertilizer Manual-Secondary Nutrients. Mosaic. [www.rainbowplantfood.com](http://www.rainbowplantfood.com).

**N. Teuber, O. Balocchi y J. Parga (Ed.) 2007.** Manejo del Pastoreo. INIA Remehue, Universidad Austral de Chile, Universidad de la Frontera, Fundación para la Innovación Agraria (FIA). 129 p.

**H. Z. Tawell. 2006.** Improving dry-matter intake of perennial-ryegrass pasture by dairy cows. In Fresh herbage for Dairy Cattle, 159-174. 2006 Springer, Printed in the Netherlands. D.C. Whitehead. 1995. Grassland Nitrogen. CAB Inte10 8DE. UK.397 p.

# GLOSARIO

<b>Acidosis ruminal:</b>	Acidez ruminal excesiva por acumulación de ácido láctico, favorecida por altos consumos de concentrado, cambios bruscos a raciones con más concentrado, relación forraje/concentrado inapropiada, alto uso de granos de fermentación rápida o mala distribución del concentrado en el día.
<b>Balance de raciones:</b>	Proceso de cálculo que permite desarrollar raciones balanceadas, es decir, que aportan los nutrientes en cantidades y proporciones que permiten nutrir adecuadamente al animal. Adicionalmente, los nutrientes requeridos deben estar contenidos en la cantidad de materia seca que los animales son capaces de consumir dentro de 24 horas.
<b>Balance forrajero:</b>	También se denomina planificación forrajera, cual permite asegurar anticipadamente una adecuada disponibilidad de forraje, para satisfacer las necesidades del rebaño o explotación ganadera a través del año. Ello implica conocer el rendimiento de cada recurso forrajero y su curva de producción y los requerimientos del rebaño. Normalmente el balance forrajero se efectúa en términos de materia seca, pero también se puede ampliar a proteína y energía.
<b>Cenizas totales (CT):</b>	Fracción del alimento que contiene los minerales. En forrajes esta fracción puede aumentar por contaminación con tierra. Normalmente representa alrededor de 10% de la materia seca.
<b>Digestibilidad:</b>	Es la proporción de un alimento o ración, aprovechable luego del proceso digestivo. Se calcula restando de la cantidad de alimento consumido, la cantidad eliminada por las fecas. La digestibilidad es el principal factor determinante del contenido de energía (EM o EN) de los alimentos. En general, los alimentos más digestibles son aquellos que poseen menos fibra y en el caso de forrajes, son los cosechados o consumidos en estados inmaduros, en que son ricos en fibra digestible.
<b>Efecto sustitución o reemplazo:</b>	Cantidad de pradera que un animal deja de comer, por kg de suplemento que recibe, y se mide por la tasa de sustitución (TS). La TS varía de 0-1 kg/kg MS. Al suplementar animales que pastorean con alta disponibilidad de pradera, la TS puede alcanzar 1 Kg MS de pradera/Kg de concentrado, y el consumo total (pradera+suplemento) prácticamente no cambia. La TS se puede bajar incluso hasta cero, si se restringue la oferta de forraje por vaca con cerco eléctrico.
<b>Eficiencia de utilización de la pradera:</b>	Corresponde a la proporción de la producción anual, que es efectivamente consumida por los animales en pastoreo. La eficiencia de utilización anual puede alcanzar valores entre 60 y 90%, lo que va a depender del manejo del pastoreo, especialmente de la oferta de pradera. Mientras mayor es la oferta, menor es la eficiencia de utilización.
<b>Energía metabolizable (EM):</b>	Representa la energía aprovechable del alimento, luego de descontar las pérdidas obligadas por fecas, gases y orina. En praderas de alta calidad, de mediana calidad y de baja calidad (sobremaduras), respectivamente el contenido de EM fluctúa entre 2,7 y 2,9; 2-3 y 2,5; y 2,0 y 2,3 Mcal/kg de MS. En concentrados en general el contenido de EM se encuentra entre 2,8 y 3,2 Mcal/kg de MS.

<b>Ensilaje directo:</b>	También denominado ensilajes de corte directo, se realizan cortando y picando el forraje, el cual es inmediatamente transportado al silo. De este modo, los ensilajes directos tienen un contenido de materia seca que es similar al del forraje original, que normalmente fluctúa entre 10-22%. Debido al mayor contenido de agua, la fermentación ocurre en un período prolongado, lo cual produce cambios profundos en la composición, con transformación del N proteico en N amoniacal y un pH bajo (3.8-4.2) debido a que todos los azúcares del forraje son transformados en ácidos. La calidad fermentativa se puede favorecer con el uso de aditivos que favorezcan una acidificación rápida.
<b>Ensilajes premarchito:</b>	El forraje es cortado y expuesto al sol para perder agua y luego es recolectado, picado y transportado al silo. En silos de superficie, y con clima favorable, el contenido de MS normalmente se encuentra alrededor de 30%. En silos bolo, el grado de premarchitamiento es mayor y el contenido de MS puede superar el 40%. Debido al menor contenido de agua, la fermentación tiene una duración menor, la transformación de proteínas y de azúcares es más baja, por lo cual hay menos N amoniacal y más azúcares residuales (sin fermentar), lo cual va en beneficio de la calidad fermentativa y del consumo.
<b>Fibra cruda (FC):</b>	También se la denomina celulosa bruta, porque representa principalmente el contenido de celulosa, que es solo una parte de la fibra total. No varía de manera uniforme entre alimentos. En general se recomienda que fluctúe entre 18 y 25% de la ración diaria, según el nivel de producción de las vacas.
<b>Fibra Detergente Neutro (FDN):</b>	Representa el total de fibra insoluble de los forrajes, constituida por celulosa, más hemicelulosa y lignina. En general, en alimentación de vacas lecheras se recomienda que no supere 30-35% de la ración diaria, según el nivel de producción de leche.
<b>Fibra Detergente Acido (FDA):</b>	Corresponde a la suma de celulosa más lignina, o lignocelulosa, es decir, no incluye el contenido de hemicelulosa. Esta fracción es la menos digestible del forraje y se recomienda que no supere 25% en raciones diarias de vacas lecheras.
<b>Fibra efectiva:</b>	Corresponde a la capacidad de la fibra de estimular la rumia. Si el consumo de fibra es insuficiente, disminuye la producción de saliva y el pasaje del alimento fuera del rumen, lo que puede provocar acidosis ruminal. La disminución de la material grasa también se asocia a insuficiente rumia.
<b>Fiebre de leche (hipocalcemia):</b>	Es una condición aguda de vacas y cabras lecheras ligada al inicio de la lactancia. Los niveles de calcio sanguíneo, que normalmente están entre 2-2.5 mM caen bajo 1.5 mM, alterando la función nerviosa y muscular, que resultan en inhabilidad para mantenerse de pie. Los animales afectados deben ser tratados para elevar los niveles de Ca en sangre (normalmente vía intravenosa) y evitar la muerte. La causa principal es la alcalosis metabólica, por alimentación rica en potasio o sodio (praderas que han recibido purines).
<b>Gramos de concentrado por litro de leche:</b>	Se refiere a la cantidad total de concentrado consumido por litro de leche producido. Se calcula dividiendo los litros de leche por la cantidad de concentrado consumido en la lactancia, por vaca, grupo o rebaño. Para una adecuada respuesta económica el uso de concentrado debiera estar en el rango de 80-250 g/litro, con los niveles más bajos de uso de concentrado en sistema pastoriles.

<b>Hipomagnesemia:</b>	La hipomagnesemia es un desbalance metabólico debido a una reducción en los niveles de magnesio en la sangre. Este desbalance se puede presentar al inicio de la lactancia, aunque también puede ocurrir al final de la gestación, en animales que pastorean forrajes suculentos y de rápido crecimiento que contienen concentraciones altas de potasio y nitrógeno y niveles bajos de magnesio y sodio.
<b>Materia seca (MS):</b>	Es la fracción remanente del alimento, una vez secado y descontada el agua. Está constituida por la suma de todos los nutrientes orgánicos, más la ceniza y se expresa porcentualmente. En la literatura, particularmente neocelandesa, los sólidos lácteos (Milk Solids) también se abrevian como MS.
<b>Nitrógeno no proteico (NNP):</b>	Proporción del N del alimento que no forma parte de proteínas. En pastos fertilizados y ensilajes, el N de la planta que está en la forma de NNP, se aprovecha en el rumen con menor eficiencia que el N de proteínas verdaderas, debido a su alta velocidad de degradación. En períodos de rápido crecimiento y con altas dosis de fertilización nitrogenada el NNP aumenta exageradamente lo que representa riesgos para la salud de los animales y se refleja en cantidades aumentadas de urea en leche.
<b>Oferta de pradera:</b>	Corresponde a la cantidad de materia seca de pradera que se ofrece por vaca al día (Kg MS/ vaca/día). Lo más frecuente es que los valores de oferta se expresen como kg de MS de pradera medida a ras de suelo.
<b>Proteína Cruda (PC):</b>	Representa el contenido de N del alimento expresado como proteína, para lo cual se multiplica por el factor 6,25, que se basa en que las proteínas, en promedio, contienen 16% de N. De este modo, todo el N de un alimento, corresponda a proteínas verdaderas o a NNP, se expresa como proteína cruda.
<b>Mineralización:</b>	Ocurre cuando el N de la materia orgánica es convertido por los microorganismos del suelo en N mineral (N amoniacal). La nitrificación, o subsecuente oxidación del amonio en nitratos se considera parte de la mineralización. Los microorganismos más activos son aerobios por lo que la mineralización es mayor en suelos bien aireados, por ej. luego de la rotura del suelo para siembras.
<b>Materia orgánica:</b>	Los residuos de origen vegetal y animal del suelo permiten la acumulación de N orgánico, el que se considera N inmovilizado, el cual queda disponible a través del proceso de mineralización.
<b>Tasa de sustitución en pastoreo (TS):</b>	Al suplementar animales en pastoreo, los animales tienden a reemplazar total o parcialmente pradera por suplemento, lo que se denomina “efecto de sustitución o de reemplazo” y se debe a que las vacas, al recibir suplemento disminuyen tiempo de pastoreo. La TS fluctúa entre 0 y 1 Kg/Kg (BMS). Una TS de 0 significa que no hay sustitución, de modo que el consumo de pradera y suplemento se suman; por el contrario, una TS de 1 significa que todo lo que el animal recibe como suplemento deja de consumirlo en pradera. El efecto de sustitución se puede disminuir o anular restringiendo la oferta de pradera logrando así el doble beneficio de utilizar eficientemente la pradera y el suplemento.

# ANEXOS

## ANEXO 1: Tratamiento de problemas originados por consumo excesivo de proteína.

### INTOXICACION POR AMONIO

Los animales deben ser tratados tempranamente. El tratamiento inmediato consiste en aplicar vía oral una solución de vinagre o ácido acético al 5% para disminuir la alcalosis. Los animales meteorizados deben caminar hasta eructar y consumir algo de forraje bajo en proteína para estimular la eructación. También es importante aportar un suplemento rico en energía y bajo en proteína (concentrado o grano). Por prevención es conveniente cambiar los animales no afectados a una pradera de inferior calidad.

### INTOXICACION POR NITRATOS

La ventana de tiempo es estrecha para evitar muertes, por lo que es preferible la prevención. El Azul de Metileno (AM) es el mejor antídoto para tratar animales intoxicados, que actúa como aceptor de electrones que acelera la reconversión de meta-hemoglobina en hemoglobina. Se suministra en solución acuosa (1 a 4%) a razón de 2 g AM/300 kg PV, por inyección intravenosa

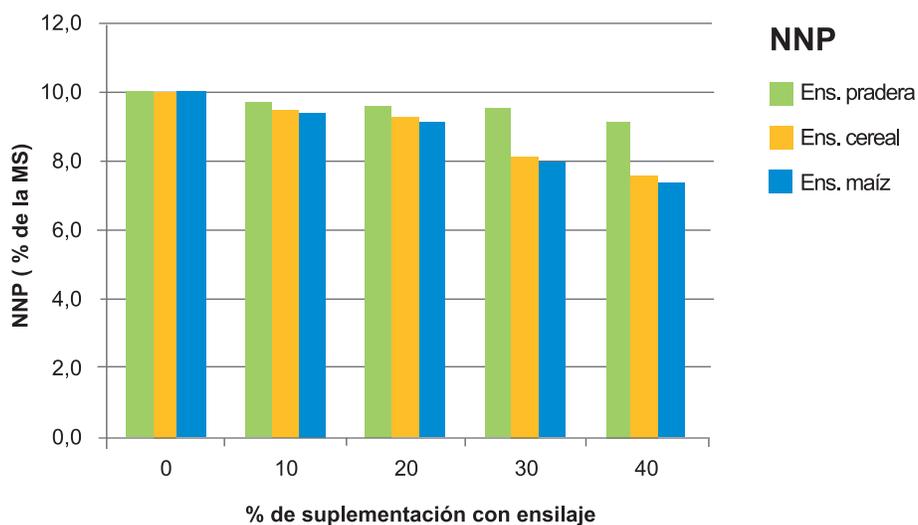
## ANEXO 2: Efecto de la eficiencia de utilización de la pradera en la producción de leche por hectárea.

	Eficiencia de utilización %		
	60	70	80
Producción de la pradera	12.000 kg MS/há		
Consumo por há <sup>(1)</sup>	7.200	8.400	9.600
Producción de leche (L/há) <sup>(2)</sup>	7.400	9.500	11.100

(1) 12.000 kg MS x eficiencia de utilización

(2) Se asume que en promedio la pradera tiene una EM de 2.5 Mcal/kg y que se necesita 1.17 Mcal EM por litro de leche, descontado el gasto de mantención, para vacas de 550 kg.

**ANEXO 3: Efecto de suplementar la pradera con diferentes tipos de ensilaje en el contenido de NNP de la ración.**



**ANEXO 4: Variación estacional del contenido de sólidos entre zonas del país. (Consortio lechero, 2011).**

Zona	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Central	6.67	6.73	6.97	6.83
Centro-Sur	6.78	6.81	7.19	6.94
Sur	7.04	7.17	7.45	6.90

(Consortio Lechero, 2011).



Plan Lechero 

**CORFO**  
sueña emprende crece