

## IMPORTANCIA DE LA DETERMINACIÓN DE UREA EN LECHE (MUN) EN LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE LECHE EN URUGUAY

Inés Delucchi<sup>1</sup>, Yamandú Acosta<sup>1</sup>

### Conceptos Claves

- ◆ *La alimentación es el principal responsable del contenido de urea en leche.*
- ◆ *La determinación de MUN de manera rutinaria, podría ser útil para los productores, ya que sería una forma de monitorear adecuadamente la proteína ofrecida en dieta, para optimizar la utilización de Nitrógeno con respecto a la producción de leche y de esta forma disminuir las emisiones de Nitrógeno en el ambiente y cuidar aspectos reproductivos del rodeo.*
- ◆ *La industria procesadora podrá optimizar su rendimiento y procesos y colaborar así mismo con el cuidado del medio ambiente.*

Durante los años 2001-2005 en INIA-Estanzuela, en el marco del Programa Nacional de Producción de Leche se realizaron determinaciones, experimentos y ensayos tratando de analizar contenido de urea en leche y las posibles variables a nivel nacional que afectaban su contenido ( época del año, lactancia, alimentación).

A partir de ese año se discontinua su determinación y en estos momentos se retoma nuevamente ya que recientemente, las empresas procesadoras de leche han comenzado a informar a sus tambos remitentes sobre el contenido de urea en el tanque de leche. Varias investigaciones son concluyentes en el sentido de en la producción de leche el proceso de detoxificación de amoníaco en urea no es gratis para el metabolismo. Por el contrario, para eliminar ese nitrógeno excedente se consume energía y se calcula que por cada gramo de nitrógeno amoniacal transformado en urea se consumen 12 Kcal. (kilocalorías, que es la unidad que expresa la energía) La urea producida en el hígado pasa a la sangre y a través de ella a todos los fluidos corporales, incluida la leche. De esta manera el contenido de urea en leche que le informa la industria le está dando al productor y a sus asesores una orientación acerca de si hay o no exceso de nitrógeno en la dieta del rodeo de ordeño.

Los objetivos que se tenían para su determinación siguen siendo los mismos pero hoy su importancia parece ser mayor por dos motivos:

- 1) El contenido proteico de la leche ha ido aumentando como respuesta a necesidades y hábitos del mercado que hoy solicita productos procesados como postres, yogur, quesos con disminución marcada del consumo de leche fluida.
- 2) Existe en nuestro país una preocupación cada vez mayor por el control de residuos sólidos y líquidos. Esto va mas allá del manejo de los residuos y ya se esta pensando en que quizás sea bueno desarrollar pautas de alimentación donde el aprovechamiento de la proteína e inclusive algunos minerales sea máximo para colaborar con el cuidado medioambiental.

Por su vigencia se recomienda la lectura del documento 053 *Determinación de Urea en Leche - Acosta Y., Delucchi I. 2002* (documento on line dentro de publicaciones en la pagina Web institucional [www.inia.org.uy](http://www.inia.org.uy)) que contiene generalidades del tema y una tabla que es muy útil para la interpretación de los resultados de laboratorio. Esa tabla, presenta en forma tabulada, un conjunto más detallado de criterios para interpretar los resultados de contenido de urea en leche provistos por el laboratorio. Esta información pertenece a un trabajo del Dr. Charles Stallings un está publicada en un boletín de divulgación del Departamento de Producción Lechera del Virginia Polytechnic Institute en Blacksburg, Virginia, U.S.A, en base al procesamiento de resultados de laboratorio del esquema DHIA, (Adaptado de Northeast DHI, Ithaca, N.Y., USA).

---

<sup>1</sup> Programa Nacional de Producción de Leche, INIA La Estanzuela.

**Tabla 1.** Interpretación de resultados del contenido de MUN. (Adaptado de Northeast DHI, Ithaca, N.Y., USA).

Etapa de la Lactancia	Proteína Total en Leche %	MUN (mg/100 ml)		
		Bajo <12	Moderado 12 a 18	Alto >18
Temprana (0 a 45 días pos parto)	<3,0	Deficiencia de proteína degradable	Adecuado nivel de proteína y CHO fermentables	Exceso de proteína soluble y/o degradable en relación a la disponibilidad de CHO fermentables. Desbalance de AA
	3,0 a 3,2	Baja proteína degradable en comparación a la disponibilidad ruminal de energía	Buen balance de proteína degradable, no degradable y composición de AA	Exceso de proteína degradable en rumen. Exceso de NEL y AA en dieta.
	>3,2	Baja proteína degradable, exceso de energía, buen balance de AA	Nivel de proteína degradable y no degradable en rumen adecuado. Adecuado balance de AA. Exceso de energía.	Exceso de proteína degradable en rumen. Adecuado balance de AA. Exceso de energía.
Etapa Reproductiva (46 a 150 días PP)	<3,0	Deficiencia de proteína degradable y/o no degradable	Buen balance de proteína degradable, soluble y no degradable. Adecuado balance de AA	Exceso de proteína soluble y/o degradable en relación a la disponibilidad de CHO fermentables. Desbalance de AA
	3,0 a 3,2	Bajo tenor de proteína degradable/soluble	Adecuado balance de fracciones proteicas y CHO fermentables.	Buen balance de CHO. Exceso de proteína degradable y AA.
	>3,2	Bajo tenor de proteína degradable. Exceso de CHO/energía.	Adecuado balance de fracciones proteicas, AA y CHO fermentables.	Exceso de proteína degradable y soluble en relación a los CHO fermentables y en consumo de NEL.
Lactancia media y tardía (>150 días PP)	<3,2	Bajo consumo de proteína degradable y soluble, baja ingesta de CHO fermentables	Adecuado suministro de proteína degradable y soluble. Desbalance de AA.	Exceso de proteína degradable y de proteína soluble en relación a los CHO fermentables. Desbalance de AA o inadecuada ingesta de NEL.
	3,2 a 3,4	Baja ingesta de proteína degradable/soluble en relación al consumo de NEL.	Adecuado balance de proteína degradable/soluble y de balance de AA.	Exceso de proteína degradable. Desbalances en la provisión de AA. Adecuado nivel de NEL.
	>3,4	Buen balance de AA. Consumo restringido de NEL.	Adecuado balance de AA y de NEL.	Exceso de proteína degradable. Adecuado nivel de suministro de AA y de NEL.

También parece relevante el artículo publicado en el sitio argentino de producción animal, [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) en 2005 de Acosta Y, Delucchi I, Olivera M y Dieste C. *UREA EN LECHE: FACTORES QUE LA AFECTAN*.

En dicha publicación presentamos el trabajo realizado en 2003 en el Laboratorio de Calidad de Leche con leche procedente de 10 establecimientos lecheros ubicados en los Departamentos de Canelones, San José, Florida y Colonia.

Se realizaron 2 muestreos de cada tambo coincidiendo con el control lechero mensual en situaciones de alimentación contrastantes, una en invierno (agosto - setiembre) a los efectos de evaluar los niveles de urea en leche en una situación de escaso consumo de verde, y alto de concentrado y ensilaje o heno, y otra en primavera (octubre - noviembre) en una situación de manejo principalmente en base a praderas, con bajos o nulos niveles de suplementos.

Las 4054 muestras remitidas fueron procesadas de acuerdo a los procedimientos habituales de análisis del laboratorio.

Para estudiar la variable etapa de la lactancia, se hicieron comparación de medias de todas las variables clasificatorias agrupadas por días posparto (DPP). La división se hizo de la siguiente manera:

- ◆ DPP1 = ≤ 30 días de lactancia
- ◆ DPP2 = 30 – 90 días de lactancia
- ◆ DPP3 = 90 – 180 días de lactancia
- ◆ DPP4 = 180 – 305 días de lactancia
- ◆ DPP5 = ≥ 305 días de lactancia

En la Tabla 2 se presentan las variables de alimentación estudiadas en cada estación.

**Tabla 2.** Características de la alimentación ofrecida en ambas estaciones.

Parámetro	n	Invierno	n	Primavera
Materia seca total consumida (Kg)	1923	17,5 ± 0,05 <sup>a</sup>	2085	15,9 ± 0,04 <sup>b</sup>
Pasturas (Kg. de MS <sup>2</sup> /v/d)	1923	10,9 ± 0,04 <sup>a</sup>	2085	13,3 ± 0,04 <sup>b</sup>
Proteína cruda (% de MS <sup>2</sup> )	1923	15,5 ± 0,03 <sup>a</sup>	2085	18,0 ± 0,03 <sup>b</sup>
Ingesta de Energía Neta de Lactación (Mcal/v/d)	1923	26,4 ± 0,01 <sup>a</sup>	2085	23,8 ± 0,01 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> EEM: Error Estándar de la Media  
<sup>2</sup> MS: Materia seca  
<sup>a, b</sup>: Medias entre columnas con diferente letra difieren (P<0.001)

En invierno se registró un menor consumo de pasturas a la vez que hubo un menor contenido en proteína cruda en la dieta, pero existió un mayor consumo de materia seca en general, con niveles más altos de energía neta de lactación total. En primavera se observó que el consumo de pasturas y de proteína cruda fue mayor que en invierno, pero el consumo de materia seca total y de energía fue menor en comparación con la dieta dada en invierno.

El consumo total de alimento resultó mayor en invierno, pero el aporte de las pasturas resultó bastante más alto en primavera, como era de esperar (Tabla 3). El tenor proteico de las dietas resultó también mayor cuando ésta fue predominantemente pastoril, sin embargo, la ingesta total de energía resultó mayor en el invierno, debido a la mayor participación de suplementos.

**Tabla 3.** Diferencias estacionales en la producción promedio diaria y la composición de leche.

Variable	Invierno		Primavera	
	n	Media ± EEM <sup>1</sup>	n	Media ± EEM
Producción de leche (l/día)	1923	19,1±0,4 <sup>a</sup>	2085	21,1±0,2 <sup>b</sup>
Grasa %	1923	3,61 ± 0,02 <sup>a</sup>	2085	3,42 ± 0,02 <sup>b</sup>
Proteína %	1923	3,35 ± 0,01 <sup>c</sup>	2085	3,32 ± 0,01 <sup>d</sup>

Las Figuras 1 y 2 muestran la evolución de los componentes de leche analizados, según etapa de la lactancia.

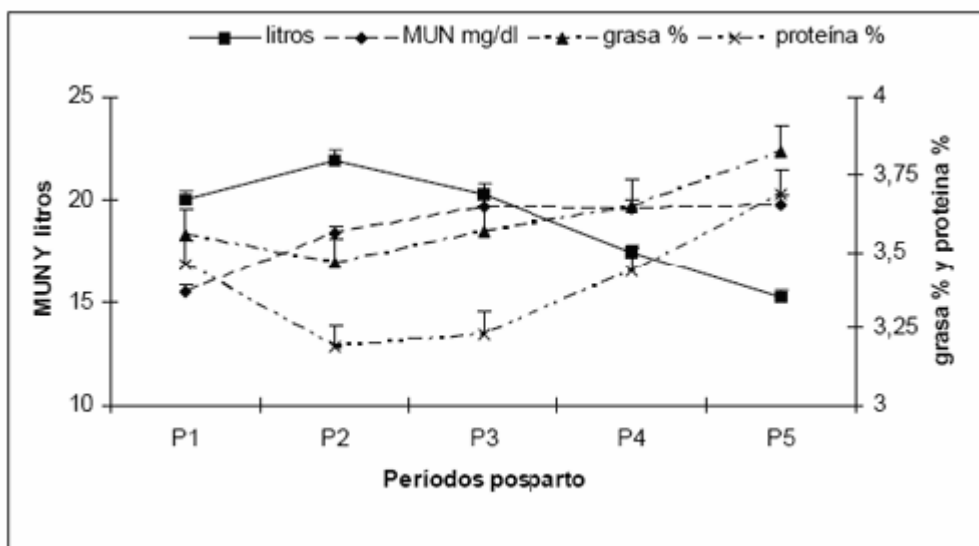


Figura 1. Curva de lactancia en invierno.

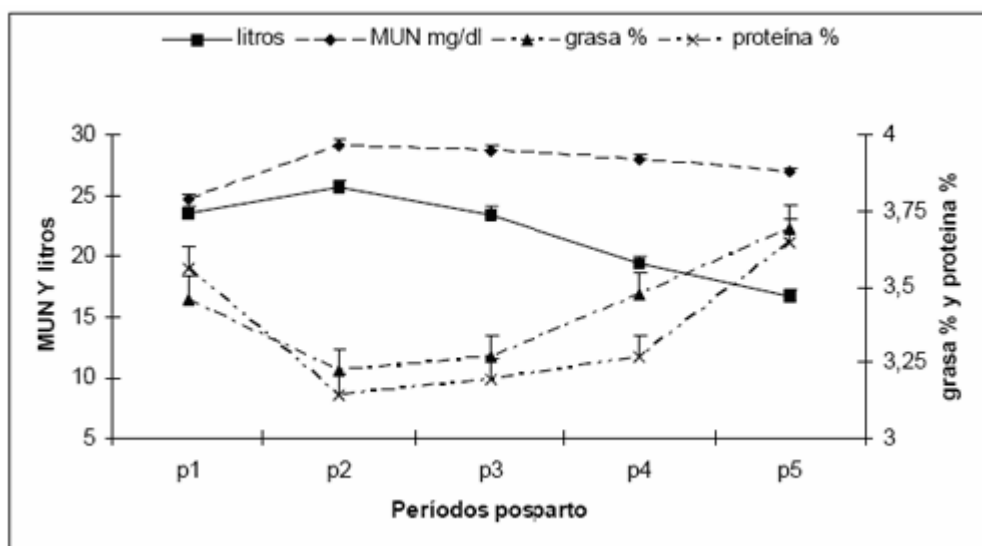
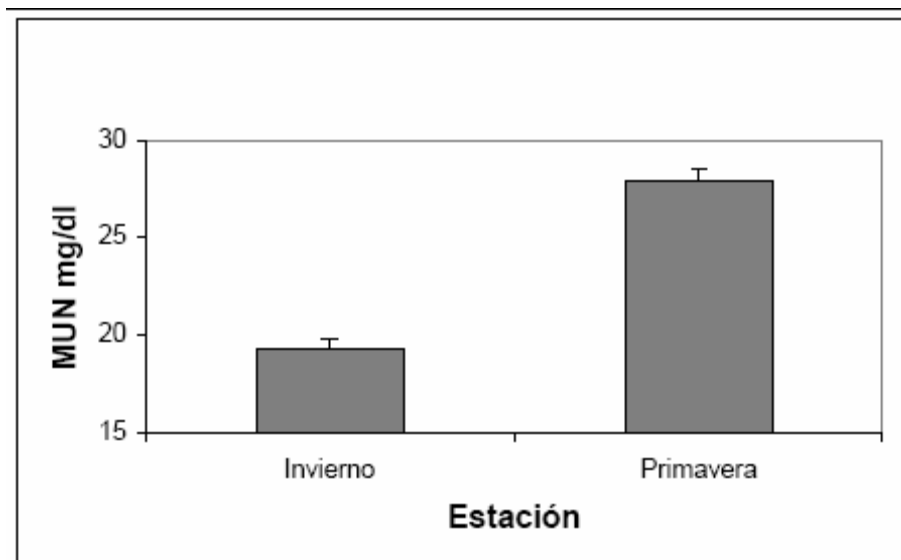


Figura 2. Curva de lactancia en primavera.

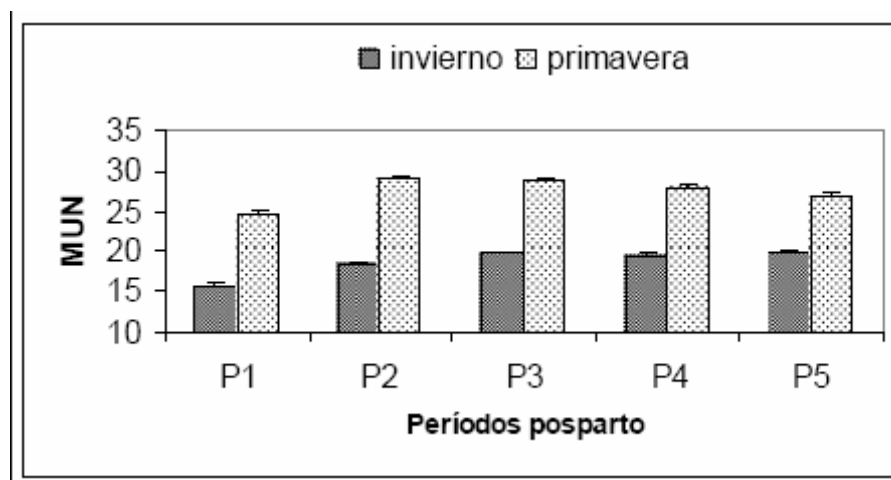
En la figuras 1 y 2 se muestran las medias de los diferentes componentes de la leche en los períodos estudiados, en las dos estaciones de alimentación estudiadas. Si bien la producción de leche es mayor en primavera que en invierno en ambas figuras se observa claramente una curva de lactancia estándar, en donde se ve un pico de producción de leche en el segundo período (30-90 días) que luego comienza a declinar gradualmente. Los porcentajes de grasa y proteína fueron los más bajos al momento del pico de lactancia, para luego aumentar en los siguientes días para invierno y primavera. Se puede observar que la diferencia entre los porcentajes de grasa y proteína en invierno fue mayor que en primavera. Incluso en primavera, en el período 1, se observan invertidos esos valores.

En promedio, los niveles de MUN fueron significativamente diferentes ( $P < 0,0001$ ) en ambas estaciones, encontrándose valores menores en invierno con respecto a primavera. Para invierno el promedio fue de  $19,32 \pm 0,15$  y de  $27,93 \pm 0,15$  para primavera como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Concentraciones medias de MUN para invierno y primavera.

En la Figura 4 se observa claramente el comportamiento de MUN en las dos estaciones. En esta figura también se pueden observar que las medias de MUN en primavera fueron en todos los períodos de DPP (etapas de la lactancia) superiores a las presentadas en invierno. MUN también presentó una diferencia significativa ( $P < 0,0001$ ) en los diferentes períodos post parto.



**Figura 4.** Concentraciones medias de MUN (mg/dl) para ambas estaciones y para todos los momentos de la lactancia.

No todas las variables de alimentación estuvieron significativamente correlacionadas con MUN.

Como se presenta en el Tabla 4 el consumo de MS total en invierno no estuvo significativamente correlacionado con MUN, al igual que el consumo de MS en pasturas y la energía neta de lactación. Sin embargo, la proteína cruda estuvo positiva y significativamente correlacionada con MUN, si bien esta correlación fue muy baja. La única variable que presentó una correlación negativa con MUN ( $P < 0,01$ ) fue la energía neta de lactación.

**Tabla 4.** Correlaciones entre MUN y las variables de alimentación en invierno y primavera.

Parámetro	MUN	
	Invierno (n = 1923)	Primavera (n = 2085)
Consumo de MS total (kg/v/d)	0,03664 (P<0,1082)	0,02480 (P<0,2576)
Consumo de MS de pasturas (kg/v/d)	0,04016 (P<0,0783)	0,03993 (P<0,0683)
Proteína cruda (%)	0,16759 (P<0,0001)	-0,14251 (P<0,0001)
Energía neta lactación total (Mcal/v/d)	0,02081 (P<0,3617)	-0,06457 (P<0,01)
Energía neta lactación (Mcal/kg MS)	-0,06139 (P<0,01)	-0,41598 (P<0,0001)

En primavera las únicas variables que no presentaron una correlación significativa fueron: consumo de MS total y consumo de MS en pasturas. Al contrario de lo que sucedió en invierno, en primavera la proteína cruda y la energía neta de lactación total presentaron una correlación significativa y negativa con MUN.

En la Tabla 5 se presentan las correlaciones que existen entre MUN y los sólidos de la leche.

**Tabla 5.** Correlaciones medias entre sólidos de leche y contenido de MUN para ambas estaciones.

Parámetro	MUN			
	Invierno	N	Primavera	N
Litros leche por día	-0,05 (P<0,05)	1923	0,20 (P<<0,0001)	2085
% grasa	0,16 (P<,0001)	1923	-0,10 (P<,0001)	2085
% proteína	-0,17 (P<,0001)	1923	-0,11 (P<,0001)	2085
Grasa Kg	0,04 (P<0,0646)	1923	0,11 (P<,0001)	2085
Proteína Kg	-0,11 (P<,0001)	1923	0,18 (P<,0001)	2085

La tabla 6 presenta los resultados de regresión múltiple entre MUN y todas las variables evaluadas.

Al ejecutar un proceso de regresión por etapas (Stepwise regression) el modelo que explica casi el 40% de la variación de MUN se presenta en el Cuadro 5.

**Tabla 6.** Componentes del modelo de regresión múltiple que explica contenido de urea en leche para las variables y estaciones de alimentación estudiadas.

Paso	Variable incluida	Estimado	R <sup>2</sup> Parcial	R <sup>2</sup> Total	Pr > F
	Intercepto	-606,61713			<,0001
1	PC <sup>a</sup>	15,87741	0,1325	0,1325	<,0001
2	Enl MS <sup>2b</sup>	-262,95992	0,0861	0,2186	<,0001
3	PC <sup>2c</sup>	-0,42668	0,1012	0,3198	<,0001
4	Enl MS <sup>d</sup>	726,14002	0,0417	0,3615	<,0001
5	% Prot <sup>e</sup>	-3,95003	0,0273	0,3888	<,0001
6	Grasa kg <sup>f</sup>	2,81308	0,0050	0,3938	<,0001
7	Días PP <sup>g</sup>	0,00386	0,0027	0,3965	<,0001

<sup>a</sup>: Proteína cruda

<sup>b</sup>: Energía neta de lactación MS<sup>2</sup>

<sup>c</sup>: Proteína cruda<sup>2</sup>

<sup>d</sup>: Energía neta de lactación MS

<sup>e</sup>: % proteína en leche

<sup>f</sup>: Kg de grasa en leche

<sup>g</sup>: Días post parto

Todas las variables que están en el modelo son significativas a valores de 0.1500.

Ninguna otra variable hace el 0.1500 significativo para entrar en el modelo.

Finalmente, el modelo que mejor predijo el valor de MUN fue:

$$\text{MUN} = -606,62 + 15,87 * A - 262,96 * B - 0,43 * C + 726,14 * D - 3,95 * E + 2,81 * F + 0,004 * G$$
$$R^2 = 0,3965$$

En donde: A: Proteína cruda

B: Energía neta de lactación MS 2

C: Proteína cruda<sup>2</sup>

D: Energía neta de lactación MS

E: % proteína en leche

F: Kg. de grasa en leche

G: Días post parto

De lo que antecede y de un buen número de investigaciones que se han llevado a cabo en los últimos años podemos resumir que en el análisis de urea se consideran los siguientes efectos principales:

**a) A nivel del procesamiento de la leche.** El rendimiento es menor al esperado ya que una parte del contenido teórico de proteínas es en realidad nitrógeno no proteico, siendo la urea su componente mayoritario.

**b) A nivel del Productor.** Diversos trabajos han dejado claro la relación existente entre un exceso de proteína degradable en la dieta y los niveles de fertilidad siendo que la variación en el pH uterino (aumento de la acidez) sería esencial para la viabilidad de la preñez. Ya fue mencionado que existe una disminución en la producción de leche debido al gasto energético para la transformación de amoníaco en urea y debemos agregar el mayor costo de la ración proteica y aparentemente mayores niveles de células somáticas en animales con altos niveles de urea en leche.

(González, Vásquez 2008) (Scandolo 2007) (Barbieri, Cabral 2008) (Fernández, Gonzáles, Vazquez, 2008)

**c) A nivel ambiental.** El contenido de urea en leche (MUN) puede ser usado para predecir la excreción de nitrógeno ureico en orina (UUN) y de esta forma podríamos estimar emisiones de NH<sub>3</sub> de bovinos de leche que se correlaciona fuertemente con dicha excreción

(Burgos, Fadel, De Peters 2007)

## Bibliografía

- Barbieri M & Cabral C. La importancia de la urea en leche para el manejo de las vacas en ordeño. *Producir XXI*, 16(195):62-65., 2008
- Burgos S.A.; Fadel J.G. De Peters J. Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: relation of milk urea nitrogen to urine urea nitrogen excretion *J. Dairy Sci.* 90:5499–5508, 2007
- González A Vazquez Y. Utilización del contenido de urea en leche en el diagnóstico de la alimentación del ganado lechero- Revisión- En: Libro de Actas: XLVII Reunión SEEP. Córdoba; 2008.p. 453-459
- Roca A.I. Gonzalez O. Vazquez Y. Uso de la urea en leche como parámetro diagnóstico de la ración de vacas en pastoreo y con ensilado. Libro de Actas: XLVII Reunión SEEP. Córdoba; 2008.p. 445-451
- Scandolo D. Relación entre la fertilidad y el desbalance energía/proteína en la dieta de vacas lecheras. *Boletín digital INTA Rafaela mayo 2007*