

Adulteración de la leche en polvo (caso de la melamina)

Ha sido escandaloso en el mundo el caso y las consecuencias de la adulteración de la leche en polvo registrado recientemente en China. Se adicionaron intencionalmente a la leche en polvo sustancias no permitidas, algunas con efectos tóxicos como la melamina, responsable en este caso de muertes y graves problemas de salud en un número muy importante de niños. La melamina (Figura 1), es un producto de síntesis (no natural), rico en nitrógeno y añadida a la leche, aparentemente, con el fin de aumentar el valor de proteínas totales a la leche y otorgar además mayor consistencia.

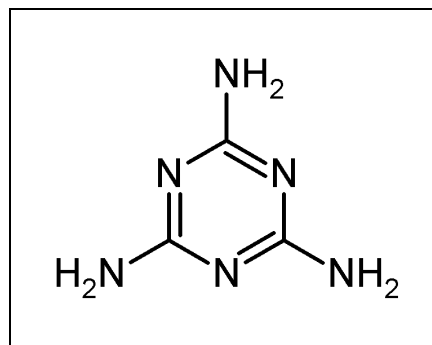


Figura 1. Estructura de la molécula de melamina
(fuente: <http://es.wikipedia.org>).

Como esta adulteración implica modificar las fracciones nitrogenadas naturales de la leche, este informe tiene como objetivo dar a conocer un conjunto de resultados surgidos de trabajos de investigación que muestran los rangos normales de variación de esta fracción. Se incluyen variaciones estacionales en leche y leche en polvo. Estos valores podrían ser utilizados como parámetros objetivos para referenciar la leche nacional.

La fracción nitrogenada de la leche esta compuesta por dos grandes grupos: **las proteínas** (95%), siendo las caseínas la fracción más representativas y **el nitrógeno no proteico** (5%), siendo la urea la de mayor importancia relativa. El nitrógeno no proteico (NNP) engloba a aquellos componentes de la leche que permanecen en disolución tras la precipitación de las proteínas lácteas cuando se adiciona ácido tricloro acético al 12%.

La bibliografía indica que el NNP representa en promedio el 5% del **nitrógeno total** (NT) de la leche y que el rango normal de variación se ubica entre 4 y 8 % (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio y rango del Nitrógeno total (NT) y NNP en leche según diversos autores.

Variable	Valor (g/100ml)	Rango
NT	0,566	0,482-0,770
NNP	0,031	0,023-0,042

Fuentes: Eckhard Schlimme y Wolfgang Buchheim (2002). La leche y sus componentes; Taverna y Coulon (2000). La calidad de la leche y de los quesos.

Valores en leches argentinas

En los Cuadros 2 y 3 se presentan los promedios y rangos de la concentración de NT y NNP en la leche Argentina, respectivamente. Los muestreos fueron realizados a nivel de tambos, en cisternas de transporte de leche, en silos de almacenamiento de plantas industriales y leche en polvo reconstituida al 13 %.



Cuadro 2. Promedios y rango por estación de la concentración de nitrógeno total (NT) en la leche argentina (g/100 ml)

Estación	Tambo		Cisterna		Silo		LPE rec 13%	
	media	Rango	media	Rango	media	Rango	media	Rango
Otoño	0,516 ^a	0,408-0,649	0,519 ^a	0,460-0,562	0,499 ^a	0,460-0,520	0,496	0,460-0,520
Invierno	0,519 ^a	0,405-0,602	0,515 ^a	0,456-0,608	0,514 ^b	0,500-0,530	0,504	0,470-0,530
Primavera	0,519 ^a	0,430-0,605	0,511 ^{ab}	0,463-0,572	0,507 ^{ab}	0,480-0,520	0,501	0,490-0,520
Verano	0,489 ^b	0,417-0,541	0,506 ^b	0,443-0,550	0,507 ^{ab}	0,470-0,560	0,505	0,480-0,530

Los valores dentro de una misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$)

La concentración de NT en leche fluida se ubicó entre los extremos 0,408 y 0,649 g/100ml y entre los promedios 0,489 y 0,519 g/100 ml. La de leche en polvo entera reconstituida se ubicó entre los extremos 0,460 y 0,530 g/100ml y entre los promedios 0,496 y 0,505 g/100ml.

Cuadro 3. Promedios y rango por estación de la concentración de nitrógeno no proteico (NNP) en la leche argentina (g/100 ml)

Estación	Tambo		Cisterna		Silo		LPE rec 13%	
	media	Rango	Media	Rango	media	Rango	media	Rango
Otoño	0,037 ^c	0,025-0,069	0,031 ^a	0,022-0,039	0,035 ^{ab}	0,029-0,042	0,031	0,024-0,035
Invierno	0,034 ^a	0,021-0,049	0,032 ^{ab}	0,024-0,040	0,033 ^b	0,027-0,038	0,029	0,025-0,032
Primavera	0,036 ^{bc}	0,024-0,051	0,035 ^c	0,023-0,043	0,037 ^a	0,033-0,043	0,030	0,026-0,035
Verano	0,035 ^{ab}	0,023-0,055	0,032 ^b	0,027-0,040	0,038 ^a	0,026-0,043	0,032	0,026-0,035

Los valores dentro de una misma columna con letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$)

La concentración de NNP en leche fluida se ubicó entre los extremos 0,022 y 0,069 g/100ml y entre los promedios 0,031 y 0,038 g/100 ml. La de leche en polvo entera reconstituida se ubicó entre los extremos 0,024 y 0,035 g/100ml y entre los promedios 0,030 y 0,032 g/100ml.

En la Figura 2 se presenta la variación estacional del NT, NNP y la relación NNP/NT en leches de tambo, en la Figura 3 en leche de cisterna y en la Figura 4 en leche en polvo reconstituida y la leche fluida utilizada para su obtención.

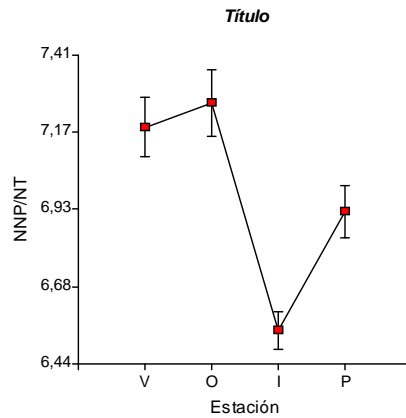
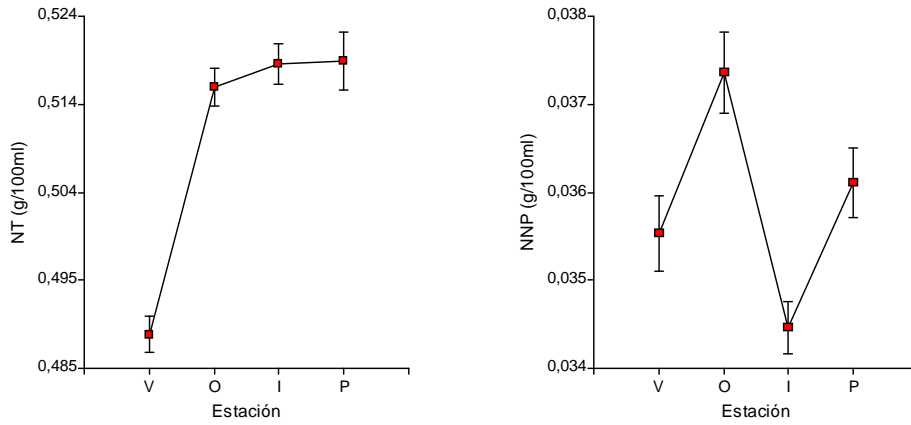


Figura 2. Variación estacional del NT, NNP y relación NT/NNP en leche de tambor

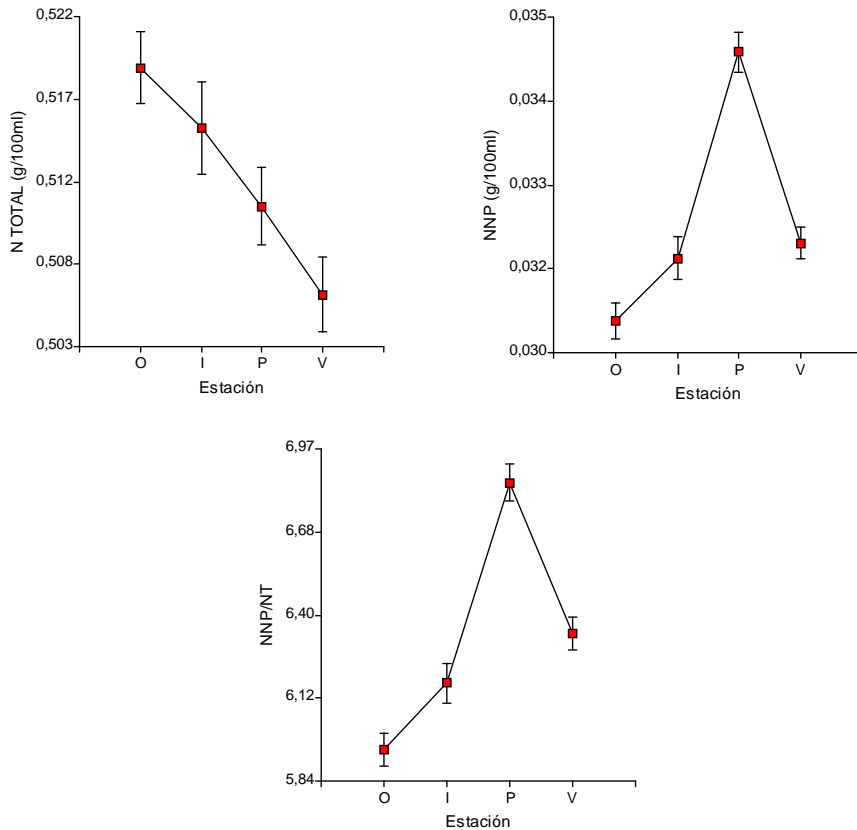


Figura 3. Variación estacional del NT, NNP y relación NT/NNP en leche de cisterna

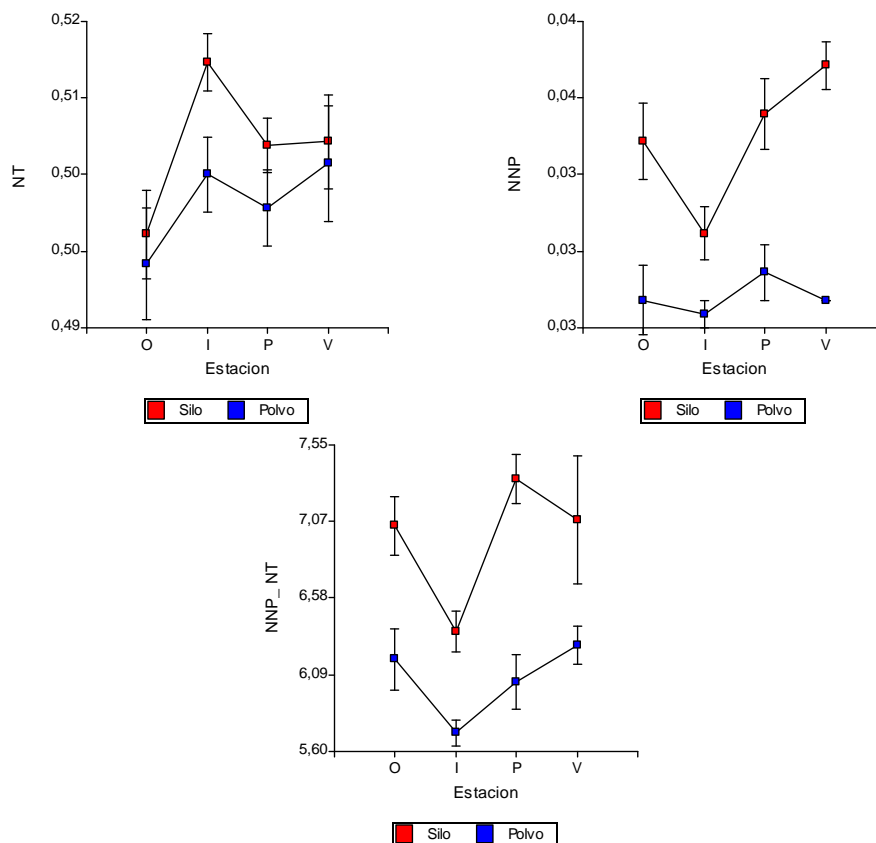


Figura 4. Variación estacional del NT, NNP y relación NT/NNP en leche de silo y en leche en polvo reconstituida al 13%.

Se puede observar que el NT, NNP y la relación NNP/NT varían dentro de rangos acotados a lo largo del año. Los cambios de la dieta suministrada a las vacas a lo largo del año explica, en gran medida, estas variaciones estacionales que son relativamente constantes entre años a nivel de grandes volúmenes de leche.

Teniendo en cuenta los valores de referencia, se efectúa un ejemplo de cálculo simulando una adulteración con una fuente nitrogenada no proteica, tal como la melamina. Se parte de los valores promedios de la fracción nitrogenada en leche de tambos:

Leche normal de tambo	
NT (g/100ml)= PB/6,38	0,512
NNP (g/100ml)	0,036
NP (g/100ml) = NT-NNP	0,476
NNP/NT (%)	6,96

Se pretende incrementar en un 10% el valor de NT, adicionando el equivalente en melamina. Los valores resultante serían los siguientes:

Leche adulterada	
NT (g/100ml)= PB/6,38	0,563
NNP (g/100ml)= NT-NP	0,087
NP (g/100ml)	0,476
NNP/NT (%)	15,45



Como se puede observar, en caso de adulteración se modifica el valor de NT, explicado por un incremento muy importante del NNP, sin modificaciones del nitrógeno proteico (NP). La relación NNP/NT sale de los rangos normales.

Consideraciones

- Si bien existen metodología analítica específica y precisa para detectar adulteración por melamina, la fracción nitrogenada de la leche puede ser un indicador indirecto y objetivo de esta adulteración. Los valores citados en este informe pueden ser tomados como referencia.
- En las leches producidas en Argentina, la fracción nitrogenada presenta una variación natural asociada a las particularidades de nuestros sistemas de producción de leche (especialmente por cambios estacionales en la alimentación).
- Estos cambios se manifiestan dentro de rangos acotados y normales según la bibliografía.

Informe preparado por el Grupo Calidad de Leche y Agroindustria EEA Rafaela del INTA.

Ing. Miguel Taverna; Ing. Roxana Páez; Bioquímica Luciana Costabel
INTA EEA Rafaela- Ruta 34 km 227. 2300 Rafaela, Santa Fe, Argentina
contactos: mtaverna@rafaela.inta.gov.ar; rpaez@rafaela.inta.gov.ar;
lcostabel@rafaela.inta.gov.ar

Septiembre 2008