



Universidad Nacional de San Martín  
Fundación Innovación y Tecnología (FUNINTEC)  
Director: Alberto Pochettino

Programa FUTUROS  
Escuela de Posgrado: Agua + Humedales

## Estudio de la presencia de elementos traza de importancia nutricional y toxicológica en la producción primaria de leche

(Trabajo de investigación)

Por Flavia Elisa Arellano<sup>1</sup>, Andrea Calzetta Resio<sup>2</sup> y Alejo Pérez Carrera<sup>3</sup>

### Filiación:

- <sup>1</sup> Doctoranda/Centro de Estudios Transdisciplinarios Del Agua (CETA, UBA)/Instituto de Investigación en Producción Animal INPA, UBA-CONICET, Argentina. Email: farellano@fvet.uba.ar.
- <sup>2</sup> Directora de Tesis/Cátedra de Tecnología, Protección e Inspección Veterinaria de Alimentos (FVET, UBA)/Instituto de Investigación en Producción Animal INPA, UBACONICET, Argentina.
- <sup>3</sup> Codirector de tesis/Centro de Estudios Transdisciplinarios Del Agua (CETA, UBA)/Instituto de Investigación en Producción Animal INPA, UBA-CONICET, Argentina.

### Registro del trabajo de investigación en el libro digital

**Título del capítulo:** Estudio de la presencia de elementos traza de importancia nutricional y toxicológica en la producción primaria de leche

**Autor/es capítulo:** Arellano, Flavia Elisa; Calzetta Resio, Andrea; Pérez Carrera, Alejo.

**Páginas:** 427-433

**Título del libro:** Agua + Humedales

**Edición:** 1ª edición

**Editor:** UNSAM Edita.

**Serie:** Futuros

**Fecha de publicación:** junio 2018

**Páginas:** 485

**Derechos:** Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos, mencionando la fuente.

**Idioma:** Español

### Identificación y acceso

**ISBN:** 978-987-4027-68-9

**URL:** <https://www.funintec.org.ar/contenidos/aguahumedales-es-el-primer-libro-de-la-serie-futuros/>

**Cita del capítulo:** Arellano, Flavia Elisa; Calzetta Resio, Andrea; Pérez Carrera, Alejo. (2018) Estudio de la presencia de elementos traza de importancia nutricional y toxicológica en la producción primaria de leche. En: Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales*. (Serie Futuros). Buenos Aires: UNSAM Edita.

### Área de conocimiento

**Área:** Recursos naturales

**Categoría:** Ciencias ambientales e ingeniería

**Palabras clave:** PRODUCCIÓN; GANADO VACUNO; PRODUCTO LÁCTEO; SUSTANCIA PELIGROSA; CALIDAD DEL AGUA

Este documento forma parte de la Colección Programa FUTUROS del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín, desarrollado por la Biblioteca Central. El propósito es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica y con reconocimiento de la fuente.



**Disponible en el Repositorio Institucional de la UNSAM**

Arellano, F. E.; Calzetta Resio, A.; Pérez Carrera, A. (2018) Estudio de la presencia de elementos traza de importancia nutricional y toxicológica en la producción primaria de leche. En: Universidad Nacional de San Martín y Fundación Innovación Tecnológica (FUNINTEC). *Programa Futuros: Escuela de Posgrado: Agua + Humedales*. (Serie Futuros). Buenos Aires: UNSAM Edita. [En línea] Disponible en: Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín: Colección Programa Futuros. (PFAH 2018 TACRPC) <http://bit.ly/2gDqQLp> [Fecha de consulta:.....]

# Estudio de la presencia de elementos traza de importancia nutricional y toxicológica en la producción primaria de leche



Flavia Elisa Arellano<sup>1</sup>  
Andrea Calzetta Resio<sup>2</sup>  
Alejo Pérez Carrera<sup>3</sup>

Palabras clave: Elementos traza; leche; rumiantes; micronutrientes; microcontaminantes.

## 1. Introducción

Durante los últimos años, Argentina ha ratificado internacionalmente su posicionamiento como país productor de agroalimentos (FAO 2013). Este desarrollo socioeconómico está estrechamente vinculado con la expansión de las actividades agropecuarias de las últimas décadas, hoy en día acompañadas por el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal (PEA2).

La producción de leche bovina es una de las principales producciones agropecuarias en la Argentina. Este sector ha alcanzado gran desarrollo en los últimos años

---

1 Doctoranda/Centro de Estudios Transdisciplinarios Del Agua (CETA, UBA)/Instituto de Investigación en Producción Animal INPA, UBA-CONICET, Argentina.  
farellano@fvvet.uba.ar.

2 Directora de Tesis/Cátedra de Tecnología, Protección e Inspección Veterinaria de Alimentos (FVET, UBA)/Instituto de Investigación en Producción Animal INPA, UBA-CONICET, Argentina.

3 Codirector de tesis/Centro de Estudios Transdisciplinarios Del Agua (CETA, UBA)/Instituto de Investigación en Producción Animal INPA, UBA-CONICET, Argentina.

incrementando considerablemente su productividad. Se estima que Argentina cuenta con alrededor de 14.000 tambos, con 1,5 millones de vacas en ordeño, y el objetivo primordial de su desarrollo sería alcanzar niveles de calidad y eficiencia que permitan a la industria nacional competir internacionalmente.

En el caso de los pequeños rumiantes, el consumo de productos y subproductos lácteos de origen ovino y caprino se ha sumado al bovino, debido a las cualidades nutricionales y saludables de la leche. Para contribuir al conocimiento de los factores que favorecen la eficiencia y rentabilidad de estos sistemas de producción lechera, surge la necesidad de estudiar los distintos parámetros que pudieran ser incluidos como factores de decisión al momento de desarrollar un sistema de evaluación de la calidad de la leche orientado a contribuir con la sustentabilidad de los mismos.

El consumo de alimentos contaminados de origen animal puede implicar diversos riesgos para la salud humana. Los contaminantes presentes en los alimentos son generalmente de naturaleza biológica (por ejemplo, por el manejo inadecuado de los productos) o química (por ejemplo, por el uso incorrecto de medicamentos veterinarios o plaguicidas, o contaminación ambiental con contaminantes orgánicos o metales traza inorgánicos) (Cabbudi *et al.*, 2010).

En producción lechera, las características del agua y alimento, en cuanto a su composición y cantidad de nutrientes, son fundamentales para el crecimiento, desarrollo y salud del ganado.

Los elementos traza, nocivos para la salud, pueden hallarse presentes en el suelo y en el agua y pueden ser de origen natural. Tal es el ejemplo del arsénico (As), flúor (F) y vanadio (V) presentes, por ejemplo en aguas subterráneas, o de origen antrópico (por ejemplo, Cr, Pb, Mn, Cu y Zn) derivados generalmente de procesos industriales. Los mismos pueden llegar a los animales a través del agua de bebida y del forraje y acumularse en los distintos tejidos que componen su estructura.

En producción lechera, en general, los animales permanecen un tiempo prolongado en el sistema productivo. Este hecho permite estudiar el efecto crónico de la exposición a elementos traza a través de la dieta, sus consecuencias para el organismo del animal y la presencia en la leche y otros tejidos destinados al consumo.

En trabajos previos, se estudiaron los niveles de arsénico y flúor en el agua de bebida animal y en leche cruda en establecimientos lecheros del sudeste de la provincia de Córdoba, una de las zonas más afectadas de nuestro país por los niveles de

arsénico en agua subterránea. La concentración de arsénico en las muestras de agua provenientes de perforaciones de la capa freática superó, en la mayoría de los casos, los límites recomendados para agua de bebida animal (Pérez Carrera, 2002, 2003, 2004; Pérez Carrera *et al.*, 2005a; Pérez Carrera *et al.*, 2007, 2016). La elevada toxicidad del arsénico exige un riguroso control del agua y el alimento, pues aun en pequeñas dosis puede provocar intoxicación crónica. Con los resultados obtenidos de concentración de arsénico en leche cruda y en agua de bebida, se estimó un factor de biotransferencia de arsénico hacia la leche bovina, considerando como único aporte de arsénico a la dieta, el del agua de bebida animal (Pérez Carrera, 2003; Pérez Carrera *et al.*, 2007). Estos resultados enfatizan la necesidad de seguir profundizando las investigaciones en el mecanismo de biotransferencia de arsénico y otros elementos traza en leche y subproductos lácteos, principalmente quesos.

La contaminación del agua con elementos traza inorgánicos es un importante problema que ha recibido atención en los últimos años, y viene siendo abordado por distintos proyectos de investigación a nivel nacional e internacional. Es importante profundizar los estudios acerca de la presencia de los elementos traza inorgánicos en el agua de bebida y alimentos para el ganado, detectar su presencia o acumulación en la secreción láctea y poder predecir las concentraciones que se encontraran en la leche y estimar el riesgo para la salud humana ocasionado por su consumo.

## **2. Objetivo general**

Determinar el contenido de elementos traza inorgánicos de carácter nutricional y toxicológico en agua de bebida y en leche cruda y subproductos lácteos, en distintas especies de interés pecuario.

## **3. Materiales y métodos**

Se tomaron muestras de agua, alimento y leche cruda de tres establecimientos pecuarios de origen ovino, bovino y caprino.

Los análisis físico-químicos se realizaron con Analizador de leche ultrasónico LAC-SA Milk Analyzer (BOECO, Alemania). Se tomaron en cuenta para este trabajo grasa, densidad, lactosa, extracto seco no graso, proteínas y pH.

Para determinar presencia de elementos traza inorgánicos, las leches fueron liofilizadas (equipo liofilizador labconKo, USA) en laboratorio y fueron posteriormente digeridas en ácido nítrico al 65% (Carl-Roth, Karlsruhe, Germany purified with MLS GmbH, Germany) en digestor a microondas (GmbH, Germany). Luego fueron diluidas con agua ultrapura (18.2 M $\Omega$ \*cm) y conservadas en ácido nítrico al 10%, para su posterior medición por Espectrometría de Masa por Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS). Las muestras de agua fueron acidificadas con HNO<sub>3</sub>, para su posterior determinación por Espectrometría de Emisión Atómico por Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-EOS). Cada muestra de alimento fue digerida con el método EPA 3050 (USEPA 1998). A 0,5 g de materia seca, se le añaden 5mL de HNO<sub>3</sub> y se lo deja reposar toda una noche. Se lo coloca en plancha caliente hasta sequedad. Se adicionan 5 mL más de ácido y se vuelve a repetir el procedimiento anterior. Luego a cada muestra se le adicionan 5 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%), se dejan reposar toda la noche y se llevan a sequedad nuevamente. Los residuos se re-suspenden en HNO<sub>3</sub> al 10% para su posterior determinación ICP-OES). Los elementos traza inorgánicos tóxicos determinados fueron As, Cr, Pb, U y V, y los de importancia nutricional, Cu, Fe, Mn y Zn.

#### 4. Resultados preliminares

Teniendo en cuenta este análisis preliminar la leche bovina difiere de la caprina y ovina en la mayoría de los parámetros físico-químicos estudiados, en cuanto a pH, densidad, proteínas, sales, FP (Punto de fusión) y SNF (Sólidos no grasos). Mientras que la leche ovina difiere de la caprina en un 50% de los parámetros analizados (densidad, lactosa, sales y proteínas) (ver tabla 1).

Leche	pH	Grasa total	Densidad	Lactosa	Sales	Proteínas	Fp	SNF
Cabra	6,29 <sup>a</sup>	4,11	1031 <sup>b</sup>	4,96 <sup>a</sup>	9,05 <sup>b</sup>	3,31 <sup>b</sup>	-0,61 <sup>a</sup>	0,82 <sup>b</sup>
Media $\pm$ DS	0,19	1,3	1,85	0,29	0,53	0,21	0,05	0,28
Oveja	6,45 <sup>a</sup>	5,79	1036 <sup>c</sup>	5,95 <sup>b</sup>	10,88 <sup>c</sup>	4,30 <sup>c</sup>	-0,65 <sup>a</sup>	0,88 <sup>b</sup>
Media $\pm$ DS	0,24	2,63	1,62	0,13	0,25	0,84	0,16	0,02

Presencia de elementos traza en la producción primaria de leche

Vaca	6,80 <sup>b</sup>	3,93	1026 <sup>a</sup>	4,29 <sup>a</sup>	7,79 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>	-0,49 <sup>b</sup>	0,56 <sup>a</sup>
Media ± DS	0,09	1,11	1,46	0,24	0,43	0,16	0,03	0,03

Tabla 1. Análisis estadístico Kruskal Wallis de los parámetros físico-químico de leche entre las distintas especies pecuarias. Dato: Letras disímiles indican diferencias significativas, ANOVA no-paramétrica (Kruskal-Wallis),  $p < 0,05$ .

En la tabla 2 se encuentran detallada la concentración media del contenido de micronutrientes hallados hasta el momento en las muestras analizadas. Los valores son similares a los descriptos por otros autores en especies de origen europeo (Park *et al.*, 2007; Pilarczyk *et al.*, 2013; Miedico *et al.*, 2016). Se observan diferencias significativas en el contenido de Cu entre la leche bovina y caprina y de Zn en la leche ovina respecto de la caprina y bovina. En el caso de As, Cr, Pb y V los valores determinados fueron por debajo del límite de detección del equipo.

	Leche bovina	Leche caprina	Leche ovina
Cu	0,53 <sup>a</sup> ± 0,46	2,80 <sup>b</sup> ± 0,74	1,01 <sup>ab</sup> ± 0,39
Fe	22,32 ± 20,57	14,46 ± 5,07	10,67 ± 2,85
Mn	0,39 ± 0,08	0,28 ± 0,06	0,37 ± 0,05
Zn	45,60 <sup>a</sup> ± 8,03	45,87 <sup>a</sup> ± 8,40	75,08 <sup>b</sup> ± 18,81

Tabla 2. Análisis estadístico Kruskal-Wallis del contenido de micronutrientes determinados en  $\mu\text{g/g}$ . Dato: Letras disímiles indican diferencias significativas, ANOVA no-paramétrica (Kruskal-Wallis),  $p < 0,05$ .

El agua perteneciente a cada establecimiento se hallaba dentro de los parámetros físico-químicos normales. En ningún caso se halló contenido de Cu, Fe ni Mn y las concentraciones de As, Cr, Pb no superaron los valores establecido por el Código Alimentario Argentino (CAA).

### **Bibliografía**

- [1] **Cabbidu, A. et al.** (2010). "The inclusion of a daisy plant (*Chrysanthemum coronarium*) in dairy sheep diet. 1: Effect on milk and cheese fatty acid composition with particular reference to C18: 2 cis-9, trans-11", *Livestock Production Science* 101, pp. 57-67.
- [2] **Miedico, O. et al.** (2016). "Trace elements in sheep and goat milk samples from Apulia and Basilicata regions (Italy): Valuation by multivariate data analysis", *Small Ruminant Research* 135, pp. 60-65.
- [3] **Park, Y. W. et al.** (2007). "Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk", *Small Ruminant Research* 68, pp. 88-113.
- [4] **Pérez Carrera, Alejo** (2002). "Problemática del arsénico en la llanura sudeste de la provincia de Córdoba". Ponencia presentada en el *VIII Taller de Evaluación y Manejo de Riesgos por Exposición a Arsénico en Agua de Consumo*. Maciel, Santa Fe, Argentina.
- [5] **Pérez Carrera, Alejo** (2003). "Niveles de arsénico en agua de bebida animal en establecimientos de producción lechera (Bell Ville, Pcia. De Córdoba). Ponencia presentada en *XI Jornadas de Jóvenes Investigadores de la AUGM*. UNLP, La Plata, Argentina. Seleccionado para exposición oral.
- [6] **Pérez Carrera, A. y Fernández Cirelli, A.** (2004). "Niveles de arsénico y flúor en agua de bebida animal en establecimientos de producción lechera (Pcia. de Córdoba, Argentina)", *INVET*, 6(1), pp. 51-59.
- [7] **Pérez Carrera, A. y Fernández Cirelli, A.** (2005a). "Arsenic concentration in water and bovine milk in Cordoba, Argentina. Preliminary results", *Journal of Dairy Research* 72, pp. 122-124.
- [8] **Pérez Carrera, A.; Moscuza, C. y Fernández Cirelli, A.** (2005). "Contenido de macrominerales en el agua de bebida de tambos de la provincia de Córdoba (Argentina) y su relación con los requerimientos de bovinos de leche", *Revista Argentina de Producción Animal* 25, pp. 115-121.

[9] Pérez Carrera, A. *et al.* (2007). “Composición mineral del agua de bebida en sistemas de producción lechera (Córdoba, Argentina)”, *Revista Veterinaria México*, 38(2), pp. 153-164.

[10] Pérez Carrera, A.; Arellano, F. E. y Fernández Cirelli, A. (2016). “Concentration of trace elements in raw milk from cows in the southeast of Córdoba province, Argentina”, *Dairy Sci Technol*. DOI 10.1007/s1359401602905.

[11] Pilarczyk, R. *et al.* (2013). “Concentrations of toxic heavy metals and trace elements in raw milk of Simmental and Holstein-Friesian cows from an organic farm”, *Environmental Monitoring and Assessment*, pp. 1-10.