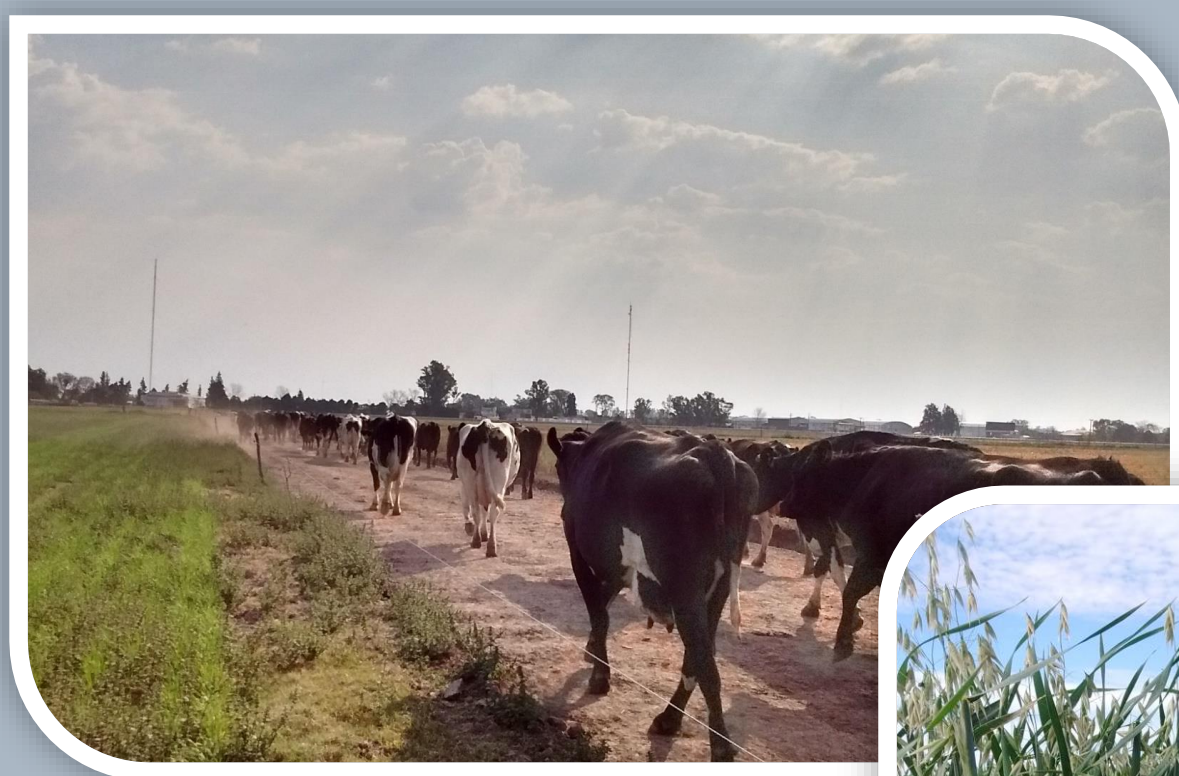


INFORMACIÓN TÉCNICA

PRODUCCIÓN ANIMAL

2018

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela



INFORMACIÓN TÉCNICA DE PRODUCCIÓN ANIMAL 2018

Publicación Miscelánea

Año VI - N° 4



Secretaría
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación

Centro Regional Santa Fe

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela

Área de Producción Animal

2018

INFORMACIÓN TÉCNICA DE PRODUCCIÓN ANIMAL 2018

Editor responsable: INTA EEA Rafaela

Director: Ing. Prod. Agr. (M.Sc.) Jorge Villar Ezcurra

Comité editorial: Comisión de publicaciones INTA EEA Rafaela

Compaginación y edición: Ing. Agr. (M.Sc.) María Lorena Iacopini

Se permite la reproducción total o parcial de su contenido citando la fuente.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA RAFAELA

Ruta 34 km 227

(2300) Rafaela, Santa Fe

Teléfonos: (03492) 440121/440125

inta.gob.ar/rafaela

eearafeela@inta.gob.ar

INDICE

CALIDAD DE LECHE Y AGROINDUSTRIA

DESEMPEÑO DE UN FERMENTO ADJUNTO DE <i>LACTOBACILLUS PARACASEI</i> 90 EN CONDICIONES DE CORTE DE CADENA DE FRÍO EN QUESO CREMOSO. <i>Peralta, G.; Bergamini, C.; Costabel, L.; Audero, G.; Perotti M.C.; Hynes, E.</i>	5
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA DETERMINACIÓN DE PH Y CONDUCTIVIDAD EN MIEL. <i>Adorni, M.B.; Gaggiotti, M.; Cuatrin, A.; Wanzenried, R.</i>	12
ENSAYO DE VALIDACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE FIBRA DETERGENTE NEUTRA TRATADA CON ALFA AMILASA Y FIBRA DETERGENTE ÁCIDA EN FORRAJES. <i>Adorni, M.B.; Gaggiotti, M.; Cuatrin, A.; Efenbein, N.</i>	16
OCURRENCIA NATURAL DE AFLATOXINA M1 EN LA CUENCA LECHERA CENTRAL DE ARGENTINA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS. <i>Costamagna, D.; Gaggiotti, M.; Signorini, M.</i>	20
CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA, HIGIÉNICO-SANITARIA Y APTITUD TECNOLÓGICA DE LECHE PROVENIENTE DE UN SISTEMA DE ORDEÑO VOLUNTARIO. <i>Campos, S.; Costamagna, D.; Gaggiotti, M.; Adorni, M.B.; Cuatrin, A.; Taverna, M.</i>	25
CARACTERIZACIÓN DE SUERO PROCESADO POR TECNOLOGÍA DE MEMBRANAS, CONCENTRADO DE PROTEÍNAS Y PERMEADO OBTENIDO DE DIFERENTES PYMES LÁCTEAS DE LA CUENCA LECHERA CENTRAL. <i>Audero, G.; Campos, S.; Costabel, L.</i>	32

FORRAJES

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DE LAS MUESTRAS REMITIDAS AL CONCURSO DE FORRAJES CONSERVADOS REALIZADO EN EL MARCO DE LA MERCOLÁCTEA DESDE EL AÑO 2004 AL 2017. <i>Gaggiotti, M.; Romero L.; Cuatrin, A.</i>	42
EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ PARA SILAJE: FECHAS Y CALIDADES. <i>Romero, L.; Cuatrin, A.; Gaggiotti, M.</i>	56
PRESENCIA DE MULTITOXINAS FÚNGICAS EN ALIMENTOS PARA GANADO BOVINO DE LA CUENCA LECHERA CENTRAL DE ARGENTINA. <i>Costamagna, D.A.; Gaggiotti, M.C.; Michlig, N.; Chiericatti, C.; Signorini, M.L.</i>	63
NUEVO ENFOQUE EN LA SUSTENTABILIDAD FORRAJERA: LAS SIMBIOSIS BENÉFICAS. PRIMEROS AVANCES EN TOLERANCIA A SALINIDAD. <i>Iacopini, M. L.; Nagel, B. M.; Ré, A. E.; Cuatrin, A. L.</i>	66

VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS GRANOS DESTILADOS PARA RUMIANTES.

Brunetti, M.A.; Gaggiotti, M.C. 75

NUTRICIÓN

UREA PROTEGIDA ¿CUÁN PROTEGIDA DE LA DEGRADACIÓN RUMINAL *IN VITRO*?

Salado, E.E.; Gaggiotti, M.; Cuatrin, A. 87

ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS CON RACIONES PARCIALMENTE MEZCLADAS

Salado, E.E.; Cuatrin, A.L. 91

ACTUALIZACIÓN DEL TEMA "CONSUMO" EN VACAS LECHERAS

Comeron, E.; Tieri, M.P. 97

GENÉTICA

CRUZAMIENTO ROTACIONAL APLICADO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN LECHERA. RESULTADOS PRELIMINARES DE LA COMPOSICIÓN RACIAL DEL RODEO.

Vera, M.; Maciel, M.; Pece, M.; Salado, E.; Scandolo, D.; Romero, L. 113

SANIDAD

BRUCELOSIS Y TUBERCULOSIS EN RODEOS BOVINOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DEL DEPARTAMENTO SAN CRISTÓBAL, SANTA FE – ARGENTINA.

Abdala, A.; Bozalla E.; Sosa A. Galarza R.; Diruscio I.; Aguirre N.; Benedetti N.; Borgogno, P.; Bertero, P. .. 120

MASTITIS AMBIENTALES: ALGUNOS ASPECTOS DEL CONTROL Y TRATAMIENTO

Calvinho, L. 125

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

LECHERÍA CON BAJA EMISIÓN, EFICIENTE EN EL USO DEL NITRÓGENO, ALTA PRODUCTIVIDAD Y MARGEN BRUTO ¿EXISTE EN ARGENTINA?

Tieri, M.P.; Faverin, C.; Charlón, V.; Comerón, E.; Iacopini, M.L.; Gonda, H.L. 131

CARACTERIZACIÓN DE CURVAS DE LACTANCIA EN UN SISTEMA CON VACAS CRUZAS CON PARICIONES BI-ESTACIONADAS.

Pece, M.A.; Maciel, M.; Salado, E.E.; Romero, L.; Cuatrin, A.; Vera, M.; Scandolo, D. 135

DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN DE LECHE INTENSIVA CON SERVICIO BIESTACIONADO.

Maciel, M.; Pece, M.A.; Salado, E.E.; Romero, L.; Vera, M.; Scandolo, D. 139

OCURRENCIA NATURAL DE AFLATOXINA M₁ EN LA CUENCA LECHERA CENTRAL DE ARGENTINA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS

Costamagna, D.¹; Gaggiotti, M.¹; Signorini, M.^{1,2}

¹ EEA INTA Rafaela. Ruta 34 km 227. Rafaela, Santa Fe, Argentina.

² CONICET

costamagna.dianela@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La micotoxina de mayor preocupación en leche y productos lácteos es la aflatoxina M₁ (AFM₁) debido al elevado consumo de leche por bebés y niños, población más susceptible a los efectos tóxicos y carcinógenos de las aflatoxinas y, además, porque su reducción mediante tratamientos térmicos es actualmente discutida en la comunidad científica (Cattaneo et al., 2013).

La AFM₁ es el principal metabolito hidroxilado producido por la biotransformación de aflatoxina B₁ (AFB₁) que se excreta en leche como resultado de la ingesta de alimentos contaminados con AFB₁ (Van Egmond, 1989).

Muchos países han establecido límites a la presencia de AFM₁ en la leche y en los productos lácteos. La Unión Europea (UE) estableció un nivel máximo en leche cruda y tratada térmicamente de 0,05 µg/l y, para leche destinada a lactantes, no se permite más de 0,025 µg/kg (CE, 2006). El Mercosur (Mercado Común del Sur) estableció un límite de 0,5 µg/l para leche líquida (MERCOSUR/GMC, 2002).

El proceso de intensificación de la producción de leche llevó a un mayor uso de alimentos cosechados y almacenados en condiciones muy variables, por lo que la presencia de AFB₁ es más frecuente y casi inevitable.

El objetivo del presente trabajo fue realizar un relevamiento sobre presencia de AFM₁ en leche cruda en establecimientos de la cuenca lechera central de Argentina, así como también estimar la tasa de transferencia e identificar los factores de riesgo asociados con la presencia de AFM₁ en la leche cruda.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de tambos

Durante el período otoño-invierno de 2016 y primavera-verano de 2017, un total de 34 tambos representativos de los sistemas de producción predominantes en la principal cuenca lechera de nuestro país conformada por los departamentos del centro-oeste y norte de la provincia de Santa Fe y noreste de la provincia de Córdoba fueron muestreados. Para la selección de los tambos se consideró distintos sistemas productivos: Pastoriles con suplementación; Pastoreo con encierre estratégico y Estabulados.

Muestras y análisis

Se recolectaron un total de 284 muestras de los alimentos ofrecidos a las vacas en los períodos mencionados. Los mismos estuvieron compuestos por: forrajes verdes (FV) como pasturas de alfalfa, avena, trigo y cebada; forrajes conservados (FC) como silajes y henos; y productos y/o subproductos de la agroindustria (PySub.) como expeller, pellet, cáscara de soja, semilla de algodón, balanceados y granos de maíz y sorgo.

Además, un total de 68 muestras de leche cruda fueron recolectadas del tanque de frío de los tambos después de la homogenización del contenido.

Para determinar la presencia y los niveles de AFB₁ en los alimentos y AFM₁ en leche se utilizó un kit de prueba RIDASCREEN (R-Biopharm, Alemania), basado en un inmunoensayo ligado a enzimas (ELISA) cuyos límites de detección (LOD) fueron <1,7 µg/ kg y 0,005 µg/l, respectivamente.

La tasa de transferencia de AFB₁ a AFM₁ en la leche se calculó como el porcentaje de AFB₁ consumido que se excretó como AFM₁ en la leche. Las concentraciones de AFB₁ en la alimentación fueron la suma de la concentración de AFB₁ en cada ingrediente (µg/kg) dividido por la cantidad (en kg) de alimento ofrecido. La cantidad total de AFM₁ excretada en la leche se calculó considerando la concentración de AFM₁ en la leche (µg/l de leche) multiplicada por la cantidad total de litros de leche producida por las vacas.

Cada productor lechero fue encuestado, respondiendo a un cuestionario estructurado dividido en dos secciones: a) características generales del establecimiento productivo (número de vacas, litros diarios, producción individual, etc.) y b) potenciales factores de riesgo asociados con la presencia de AFM₁ en la leche (referidas al tipo, almacenamiento y distribución de los alimentos).

El efecto de las variables independientes en la concentración AFM₁ en la leche y en la tasa de transferencia AFB₁ (ambas variables respuesta) se evaluó mediante modelos lineales generalizados mixtos con distribución Gamma como función de enlace. Los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoStat (Di Renzo et al., 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de vacas en ordeño varió de 52 a 600 en los tambos que se realizó la encuesta, y la producción de leche por día estuvo en el rango de 1000 a 17000 litros. La prevalencia de AFB₁ fue del 47%, con una concentración media de $3,8 \pm 7,9$ µg/kg (Tabla 1). Teniendo en cuenta las reglamentaciones de la UE (Directiva 2002/32/CE) y MERCOSUR (MERCOSUR GMC/RES. N° 25/02) que regulan los niveles máximos de AFB₁ en los alimentos del ganado lechero (5 y 20 µg/ kg, respectivamente) el 20% del alimento ofrecido al ganado lechero excedió el valor establecido por la UE y el 3% excedió el valor establecido por el MERCOSUR.

En este estudio, la prevalencia total de AFB₁ en los alimentos fue menor a la informada por Signorini *et al.* (2012) quien analizó un total de 597 muestras de alimentos de establecimientos ubicados en una región con características similares a la de este estudio y obtuvo una prevalencia general de 78.9%. De todos los alimentos analizados, la prevalencia de aflatoxinas fue particularmente alta en forrajes verdes (90%). Esto coincide con los resultados informados por el estudio mencionado anteriormente donde la prevalencia de AFB₁ en pasturas fue del 91%.

Si bien el nivel promedio de AFB₁ en las dietas de ganado lechero fue levemente inferior al encontrado por Signorini *et al.* (2012), los porcentajes de muestras que excedieron los límites establecidos por las regulaciones internacionales fueron similares.

La concentración de AFB₁ en los alimentos estuvo influenciada por las estaciones del año ($P=0,001$). Las mayores concentraciones se obtuvieron en los meses de otoño-invierno (6,32 µg/kg) respecto a los meses de primavera-verano (2,27 µg/kg).

Tabla 1. Niveles medios (M) y desvío estándar (DE) de AFB₁ en alimentos relevados en tambos de la cuenca lechera central de Argentina por estación climática.

Estación	Alimentos	Muestras positivas ^a	AFB ₁ contaminación (µg/kg)		Excede regulación (%)	
		(n) %	Rango ^b	M±DE ^c	UE	MERCOSUR
O-I	FV (n=26)	(26) 100	16-2,1	6,7 ± 3,5	73	0
	FC (n=58)	(32) 55	76 - 0	6,0 ± 12,6	29	5
	PySub (n=70)	(24) 34	48-0	3,7 ± 8,4	16	7
P-V	FV (n=16)	(12) 75	4,3-0,4	2,7 ± 1,2	0	0
	FC (n=54)	(26) 48	9-0	2,1 ± 2,1	9	0
	PySub (n=60)	(15) 25	46-0	2,1 ± 6,0	7	1
MEDIA (n=284)		(135) 47	76 - 0	3,76 ± 7,9	20	3

Referencias: ^a Muestras > límite de detección; ^b Max-Min.; ^c Media ± desvío estándar; ^d Nivel máximo establecido por MERCOSUR para AFLA 20 µg/kg – Unión Europea (UE) 5 µg/kg. FV: Forrajes verdes; FC: Forrajes conservados; PySub: Productos y/o subproductos de la agroindustria.

En el 78% de las muestras de leche se detectó AFM₁. La Tabla 2 muestra los valores medios del nivel de AFM₁ encontrado por estación climática.

Tabla 2. Niveles medios (M) y desvío estándar (DE) de AFM₁ en leche relevados en tambos de la cuenca lechera central de Argentina por estación climática.

Estación	AFM ₁ (µg/l) M ± DE	% n.d (<0.005 µg/l)	% d (≥0.005 µg/l)	AFM ₁ : distribución de muestras (%)			
				^a Entre n.d y 0.025 µg/l	^b Entre 0.025 y 0.05 µg/l	^c Mayor a 0.05 µg/l	^d Mayor a 0.5 µg/l
O-I	0,013±0,018	20	80	75	11	15	0
P-V	0,014±0,015	24	76	73	7	15	0
Prom.	0,014±0,016	22	78	74.5	9.4	15.1	0

^aValores que no representan riesgo. ^bLímite legal establecido por la Comisión Europea (2004) para productos lácteos para lactantes. ^cLímite recomendado por la Comisión Europea (2006) para la leche. ^dLímite recomendado por el MERCOSUR para leche fluida. O-I: Otoño-Invierno; P-V: Primavera-Verano; n.d., no detectadas; d., detectadas.

Los niveles de AFM₁ detectados fueron 0,017±0,018 µg/l. El 74,5% de las muestras estuvieron dentro de valores que no representan riesgo para la salud humana. Por otro lado, el 24,5% de las muestras tenían más de 0,025 µg/l y 0,05 µg/l, límites establecidos por la UE para leche infantil (Comisión Europea 2004) y leche fluida (EC N° 1881/2006), respectivamente. En ningún caso, los valores excedieron el límite máximo aceptable de AFM₁ establecido para leche fluida por el MERCOSUR (MERCOSUR GMC/RES. N° 25/02).

Los estudios en Argentina son controversiales. Algunos autores informaron que el 64% de las muestras de leche de tanque estaban contaminadas con AFM₁ a niveles de 0,028 µg/l en establecimientos lecheros de Villa María (Alonso *et al.*, 2010), mientras que otros autores informaron prevalencias del 10,8% en leche de tanque con niveles promedios de 0,016 µg/l (López *et al.*, 2003). Michlig *et al.* (2016) informaron prevalencia de AFM₁ del 38,8% y un nivel promedio de 0,037 µg/l en la cuenca lechera central de Santa Fe. Estas diferencias pueden deberse a la técnica analítica empleada (test rápidos vs. cromatografía), siendo ésta última más sensible, o a las diferencias en los sistemas productivos (región geográfica, cantidad y tipo de ingredientes en la dieta). Sin embargo, en estos estudios, todas las concentraciones de AFM₁ estaban por debajo de los niveles máximos establecidos por el MERCOSUR.

La prevalencia de AFM₁ en la leche no estuvo influenciada por las estaciones del año ($P=0,541$). Las características de los establecimientos lecheros como el número de vacas por tambo ($P=0,836$), los litros de leche producidos por tambo ($P=0,846$), la producción de leche por vaca ($P=0,960$) y el tipo de sistema ($P=0,820$) no se asociaron con la presencia de AFM₁ en la leche.

Con respecto a la alimentación utilizada en cada tambo, la oferta de silo ($P=0,976$), silo en autoconsumo ($P=0,649$), avena ($P=0,392$), alfalfa ($P=0,508$), heno ($P=0,553$), granos ($P=0,231$), balanceado ($P=0,538$), burlanda ($P=0,684$) y expeller de soja ($P=0,252$), no se asociaron con la presencia de AFM₁ en la leche. Sin embargo, el consumo de semilla de algodón ($P=0,013$) se asoció con la presencia de esta micotoxina en la leche. Los tambos que no incorporaban semilla de algodón en la dieta animal tenían una concentración de aflatoxinas en leche menor ($0.011 \mu\text{g/l}$) que aquellos que sí lo hacían ($0.021 \mu\text{g/l}$). Esto coincide con estudios realizados previamente (Alonso *et al.*, 2010, Signorini *et al.*, 2012, Michlig *et al.*, 2016), donde identifican a la semilla de algodón como un ingrediente altamente correlacionado con el nivel de micotoxinas en la leche.

Además, se evaluaron variables de manejo como: forma de conservación del heno ($P=0,371$), prácticas de extracción ($P=0,467$) y distribución del silaje ($P=0,532$), uso de inoculantes para silos ($P=0,758$), uso de secuestrantes de micotoxinas ($P=0,255$), realización de análisis a los alimentos ($P=0,602$) y el conocimiento sobre las micotoxinas por parte del productor ($P=0,159$) las que no estuvieron asociadas a la presencia de AFM₁ en leche. Sin embargo, las condiciones de almacenamiento de los subproductos en los establecimientos ($P=0,008$) se asoció con la prevalencia de la aflatoxina en la leche. Aquellos establecimientos que tenían una forma de almacenamiento "adecuada" (subproductos comprados con certificación fiable y condiciones edilicias apropiadas para el almacenamiento) presentaron una concentración de aflatoxinas en leche menor ($0.011 \mu\text{g/l}$) que los establecimientos que tenían formas de almacenamiento "no adecuadas" ($0.018 \mu\text{g/l}$).

Finalmente, la tasa de transferencia de AFB₁ de los alimentos a AFM₁ en la leche fue en promedio de 0,70% con un rango de 0,02 a 7,3%. La tasa de transferencia estuvo asociada al consumo de AFB₁ de las vacas lecheras ($P=0,001$) y al tamaño de tambo ($P=0,032$). Los tambos chicos (<2000 l/día), medianos (entre 2000 y 4000 l/día) y grandes (>4000 l/día) tuvieron tasa de transferencias de 0,34%, 0,55% y 1,13%, respectivamente.

Estos resultados son coincidentes con los reportados por Creppy (2002) quien informó que aproximadamente 0,3% a 6,2% de la AFB₁ total ingerida por los animales se transforman generalmente en AFM₁ en la leche. Bakirci (2001) afirmó que existe una relación lineal entre la cantidad de AFM₁ en la leche y la cantidad de AFB₁ en los alimentos que consumen las vacas.

CONCLUSIÓN

La prevalencia y los niveles de AFM₁ en la leche producida y comercializada en Argentina no es un problema de relevancia. La semilla de algodón es el ingrediente de mayor riesgo en las dietas de ganado lechero. Las condiciones de almacenamiento de los subproductos en los establecimientos se asociaron a la presencia de AFM₁ en leche. Se requiere la implementación de buenas prácticas de manejo para minimizar este riesgo y asegurar una salud adecuada del ganado lechero. Dado que los requisitos de calidad son cada vez más estrictos, cualquier reducción de los límites normativos internacionales establecidos tendría un grave impacto en la producción nacional. Por esa razón, Argentina debe mejorar su programa de monitoreo de micotoxinas en el ganado y la leche.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, V. A., MONGE, M. P., LARRIESTRA, A., DALCERO, A. M., CAVAGLIERI, L. R., & CHIACCHIERA, S. M. 2010. Naturally occurring aflatoxin M₁ in raw bulk milk from farm cooling tanks in Argentina. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 27, 373-379.
- BAKIRCI, I. 2001. A study on the occurrence of aflatoxin M₁ in milk and milk products produced in Van province of Turkey. *Food Control*, 12, 1, 47-51.
- CREPPY, E.E. 2002. Uptake of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicology Letter*, 127, 19–28.
- DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., BALZARINI, M. G., GONZALEZ, L., TABLADA, M., & ROBLEDO, C. W., INFOSTAT VERSION 2012. InfoStat group, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar> .
- EUROPEAN COMMISSION. 2004. Regulation (EC) N° 683/2004 of 13 April 2004 amending Regulation (EC) N° 466/2001 as regards aflatoxins and ochratoxin A in foods for infants and young children. *Official Journal European Union* L106:3–5.
- EUROPEAN COMMUNITY. 2002. Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed.
- EUROPEAN COMMUNITY. 2006. Commission regulation N° 1881/2006 of 19 December
- LÓPEZ, C.E., RAMOS, L.L., RAMADAN, S.S., & BULACIO, L.C. 2003. Presence of aflatoxin M₁ in milk for human consumption in Argentina. *Food Control*, 14, 31–34.
- MERCOSUR. 2002. Reglamento técnico MERCOSUR sobre límites máximos de aflatoxinas admisibles en leche, maní y maíz. GMC/RES. N° 25/02.
- MICHLIG, N., SIGNORINI, M., GAGGIOTTI, M., CHIERICATTI, C., BASÍLICO, J.C., REPETTI, M.R., & BELDOMENICO, H.R. 2016. Risk factors associated with the presence of aflatoxin M₁ in raw bulk milk from Argentina. *Food Control*, 64, 151-156.
- SIGNORINI, M. L., GAGGIOTTI, M., MOLINERI, A., CHIERICATTI, C. A., ZAPATA DE BASÍLICO, M. L., BASÍLICO, J. C. 2012. Exposure assessment of mycotoxins in cow's milk in Argentina. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 250-257.
- VAN EGMOND, H. P. & PAULSCH, W. E. 1989. Mycotoxins in milk and milk products. *Neth. Milk Dairy J.* 40:175–188.
- VAN EGMOND, H. P., PAULSCH, W. E., VERINGA H. A., SCHULLER, P. L. 1977. The effect of processing on the aflatoxin M₁ content of milk and milk products. *Arch. Inst. Pasteur Tunis* 54(3/4):381–390.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue apoyado por fondos del Proyecto Nacional de Producción Animal de INTA (PNPA-1126044). Los autores agradecen a los profesionales de producción primaria de las industrias lácteas de la región por la predisposición para llevar adelante el trabajo de campo en los tambos remitentes.