

# Información técnica de producción animal 2022

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela



**INTA** Ediciones

*Colección*  
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

# INFORMACIÓN TÉCNICA PRODUCCIÓN ANIMAL 2022

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
Centro Regional Santa Fe  
Estación Experimental Agropecuaria Rafaela  
Área Producción Animal

Publicación Miscelánea

Año 11. N° 1

ISSN en línea: 2314-3126

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía  
Argentina

# INFORMACIÓN TÉCNICA PRODUCCIÓN ANIMAL 2022

**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

**Foto de tapa:** Ing. Agr. Luciana Umbriago

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*

# ÍNDICE

## FORRAJES

- 4** Fertilización y corrección del suelo con gramíneas forrajeras tropicales en la región central argentina.

Mattera, J.; Romero, L.; Iacopini, M.L.; Gaggiotti, M.; Cuatrín, A.L.; Tomás, M.A.

## NUTRICIÓN

- 16** Recría de vaquillonas: efecto de la dieta sobre el desarrollo de la glándula mamaria.

Salado, E. E.; Roskopf, P. M.

- 20** Enfermedades del período de transición en vacas lecheras: monitoreo y prevención.

Salado, E. E.; Roskopf, P. M.

## REPRODUCCIÓN

- 30** Desempeño reproductivo de vacas lecheras primíparas con metritis puerperal posparto.

Scandolo, D.; Lopez del Cerro, P.; Ortega, E.; Casas, M.; Picca, M.; Camisasso, D.; Camisasso, J.; Cuatrín, A.; Maciel, M.



## GENÉTICA

- 33** **Parámetros genéticos estimados para los caracteres de producción en Holando Argentino.**

Vera M.; Rubio N.; Pardo A.; Rodríguez E.; Tejedo M.E.; Corva P.; Casanova D.

- 35** **Heterogeneidad de la varianza residual en la estimación de parámetros genéticos de la producción de leche en Holando Argentino.**

Vera M.; Rubio, N.; Pardo, A.; Rodríguez, E.; Tejedo, M.E.; Corva, P.; Casanova, D.

## CALIDAD DE LECHE Y AGROINDUSTRIA

- 39** **Evaluación de la presencia de diferentes micotoxinas en productos seleccionados a base de cereales.**

Adorni, M.B.; Chaves, C.; Gaggiotti, M.; Signorini, M.; Costamagna, D.

- 44** **Evaluación del efecto de diferentes tratamientos térmicos (pasteurización HTST y hervido hogareño) sobre la calidad e inocuidad de leche cruda.**

Audero, G.; Dinatale, N.; Campos, S.; Costabel, L.; Cuatrín, A.; Lavari, L.

- 46** **Aplicación de tecnología de membrana como estrategia para incrementar el rendimiento quesero.**

Audero, G.; Karlen, J.; Sihufe, G.; Cuatrin, A.; Costabel, L.



48

Utilización de leche ultrafiltrada para estandarizar la concentración de proteínas de la leche destinada a la elaboración de miniquesos blandos.

Audero, G.; Billoud, A.; Karlen, J.; Cambursano, P.; Guanchiale, C.; Costabel, L.

50

Estudio de la relación entre composición fisicoquímica y presencia de *Listeria monocytogenes* en queso blando.

Campos, S.; Audero, G.; Costamagna, D.; Zbrun, M.V.; Marmo, L.; Costabel, L.

54

Defectos sensoriales en queso rallado: relación con lipólisis, ácidos grasos libres y compuestos volátiles.

Campos, S.; Audero, G.; Páez, R.; Costabel, L.

## APICULTURA

56

Niveles de hidroximetilfurural (HMF) en mieles con distinto origen geográfico comercializadas en la ciudad de Rafaela, Santa Fe

Gaggiotti, M.; Sigrist, M.; Molineri, A.; Merke, J.; Pacini, A.; Adorni, M.B.; Repetti, M.R.; Giacobino, A.

57

Evaluación de la presencia de elementos de relevancia toxicológica en mieles fraccionadas disponibles para su comercialización.

Sigrist, M.; Brusa, L.; Schlotthauer, J.; Giacobino, A.; Molineri, A.; Merke, J.; Gaggiotti, M.; Pacini, A.; Minetti, A.; Repetti, M.R.; Adorni, M.B.



# Forrajes



## FERTILIZACIÓN Y CORRECCIÓN DEL SUELO CON GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES EN LA REGIÓN CENTRAL ARGENTINA

Mattera, J.<sup>1</sup>; Romero, L.A.<sup>2</sup>; Iacopini, M.L.<sup>2</sup>; Gaggiotti, M.<sup>2</sup>; Cuatrín, A.L.<sup>3</sup>; Tomás, M.A.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>INTA EEA Pergamino (Buenos Aires).

<sup>2</sup>INTA EEA Rafaela (Santa Fe).

<sup>3</sup>INTA EEA Paraná (Entre Ríos).

mattera.juan@inta.gob.ar

### RESUMEN

Las gramíneas tropicales son especies de elevado potencial productivo, y adaptadas a condiciones de estrés edáfico y climático. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar los efectos de la fertilización nitrogenada y la corrección del suelo y su interacción sobre: 1) la producción de forraje total de la pastura sembrada de cultivares de las especies tropicales *Chloris gayana* y *Panicum coloratum*, y 2) su valor nutritivo. En un suelo sódico de la región centro-norte santafesina (Argentina) se llevó a cabo un experimento de parcelas bajo corte durante tres ciclos (años 2014 a 2016) con tratamientos que consistieron en la combinación de cultivar, corrección del suelo y fertilización nitrogenada. El cultivar tuvo efectos significativos sobre la producción de forraje de la pastura sembrada, siendo mayor en *Chloris gayana* cv. Fine cut. También existió un efecto de la especie sobre el valor nutritivo, destacándose *Panicum coloratum* sobre *Chloris gayana* por menores contenidos de FDN y de FDA. La corrección del suelo no afectó la producción forrajera ni el valor nutritivo. Por último, la fertilización nitrogenada aumentó fuertemente la producción total y de la pastura sembrada y mejoró el contenido de proteína. Se concluye que un ambiente muy restrictivo por el tipo de suelo es factible mejorar la producción y el valor nutritivo del forraje mediante la selección de la especie tropical/cultivar y la fertilización nitrogenada.

*Palabras clave:* *Chloris gayana*; Índice nutrición nitrogenada; megatérmicas; *Panicum coloratum*; Valor nutritivo

### ABSTRACT

Tropical grasses appear as species with high productive potential and adapted to soil and climatic stresses. The aims of this study were to evaluate the effects of nitrogen fertilization and soil correction and their interactions on: 1) total and sown pasture forage production of cultivars of the tropical species *Chloris gayana* and *Panicum coloratum*, and 2) forage nutritive value of the mentioned tropical species. Study was conducted in a sodic soil in north central Santa Fe Province (Argentina) in an experiment under cutting over three years (2014 to 2016). Treatments resulted from the combination of cultivar, soil correction and nitrogen fertilization. Sown pasture forage production differed between cultivars, *Chloris gayana* cv. Fine cut produced more forage than the other three cultivars. Regarding nutritive value, *Panicum coloratum* was superior to *Chloris gayana* with lower NDF and ADF. Soil correction did not affect forage production and nutritive value.

Nitrogen fertilization strongly increase forage production, total and pasture and improved protein content. We conclude that a very restrictive environment with strong soil limitations it is feasible to improve the production and nutritive value by species/cultivar selection and nitrogen fertilization.

*Key words:* C4 species; *Chloris gayana*; nitrogen nutrition index; nutritive value; *Panicum coloratum*

## INTRODUCCIÓN

La producción ganadera argentina es mayoritariamente de carácter extensivo sobre pastizales naturales y pasturas cultivadas. En los últimos años, además, se ha dado un corrimiento de la ganadería hacia regiones marginales (Manuel-Navarrete *et al.*, 2009) con restricciones edáficas (salinidad, alcalinidad, inundaciones frecuentes). Una superficie importante de la región central del país, centro-norte de la provincia de Santa Fe, se encuentra afectada por dichos estreses abióticos, y posee un clima sub-húmedo húmedo y mesotermal (Mosconi *et al.*, 1981) con temperaturas elevadas, especialmente durante los meses de verano. Las especies forrajeras gramíneas tropicales, con metabolismo C<sub>4</sub>, aparecen como un recurso forrajero apropiado, dada su adaptación a diversos estreses como salinidad (Pittaro *et al.*, 2015), anegamiento (Imaz *et al.*, 2015), o estrés combinado (Lifschitz *et al.*, 2021). Diversas experiencias llevadas a cabo en el INTA Rafaela mostraron la adaptación de dichas especies a las condiciones edafo-climáticas de la región (Romero y Mattera; 2013; Mattera *et al.*, 2015; Tomas *et al.*, 2018). En un suelo sódico del centro-norte santafesino el agregado de Nitrógeno (N) en pasturas de *Chloris gayana* aumentó su productividad y valor nutritivo (Bruno *et al.*, 1982). Así como también en ambientes más templados de la Cuenca del Salado (Latitud S 35°) donde se hallaron importantes respuestas al agregado de nitrógeno en *Chloris gayana* cv. Fine cut y en *Panicum coloratum* var. *coloratum* cv. Klein (Pesqueira *et al.*, 2016). A su vez, la corrección de suelos sódicos mediante enmiendas (yeso) provee fuentes solubles de calcio en la solución del suelo que reemplazan al sodio resultando en un mejoramiento de los suelos (Quadir *et al.*, 2007). Se desconoce la interacción de dichas enmiendas con la fertilización nitrogenada en este tipo de situaciones. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar los efectos de la fertilización nitrogenada y la corrección del suelo y su interacción sobre: 1) la producción de forraje total y de la pastura sembrada de cultivares de las especies tropicales *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* y 2) el valor nutritivo del forraje de dichos cultivares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Sitio experimental*

El experimento se realizó en el campo experimental "La Palmira" ubicado en el departamento San Cristóbal, Las Avispas, provincia de Santa Fe (29°46'35.78"S; 61°14'42.66"O) sobre suelo Natracuall (capacidad de uso VI<sub>WS</sub>). El análisis químico inicial del sitio (antes del experimento) en el horizonte de 0 a 20 cm indica altos valores de contenido de materia orgánica (3,6%), Fósforo (P) extractable de 22,7 ppm, pH de 7,6, conductividad eléctrica de 1,1 mmhos/cm, y porcentaje de Sodio intercambiable (PSI) de 22%.

En cuanto a las condiciones climáticas, la precipitación anual promedio de los últimos 50 años fue de 1103 mm. La temperatura promedio fue de 21 °C con un período libre de heladas desde fines de setiembre a inicios de marzo. Durante el experimento, las precipitaciones estuvieron por encima del promedio histórico en tres de los años evaluados (Tabla 1). La temperatura media promedio en la implantación fue de 22,6°C y las lluvias de 351,4 mm lo que aseguró un adecuado establecimiento del ensayo.

**Tabla 1.** Precipitaciones acumuladas registradas (mm) en el campo experimental “La Palmira” durante el período 2014-2016.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
<b>2014</b>	193	186	112	42	62	6	38	1	62	97	113	278	1190
<b>2015</b>	222	117	158	40	8	18	0	89	5	142	224	112	1135
<b>2016</b>	68	179	46	510	5	25	0	20	20	126	136	198	1333

### Experimento

Se instaló con el objetivo de evaluar tratamientos que consistieron en la combinación de tres factores: (i)- Cultivar: *Chloris gayana* cv. Santana y cv. Fine Cut, *Panicum coloratum* var. *coloratum* cv. Klein y var. *makarikariense* cv. Bambatsi, (ii)- Fertilización nitrogenada: Condición natural y 100 kg N ha<sup>-1</sup>, y (iii)- Corrección del suelo: condición natural vs aplicación de yeso. La siembra se realizó el 22/01/14 en un suelo laboreado con dos pasadas de rastra de discos y una pasada con rastra de dientes. Se utilizó un diseño en bloques completos (n=3) con arreglo en parcelas en parcelas divididas de los tratamientos, la parcela principal fue el cultivar de la especie forrajera tropical (40 m<sup>2</sup>) y la sub-parcela fue la combinación factorial de la fertilización con nitrógeno y la corrección del suelo (10 m<sup>2</sup>). La fertilización de nitrógeno consistió en la aplicación de una dosis de 100 kg N ha<sup>-1</sup> (urea) por ciclo mientras que la corrección del suelo consistió en la aplicación de 500 kg ha<sup>-1</sup> de yeso en el primer ciclo y luego en los ciclos subsiguientes se utilizó 1 ton ha<sup>-1</sup> de yeso. Tanto la fertilización nitrogenada como la corrección del suelo se realizaron al inicio de cada ciclo en toda la sub-parcela (10 m<sup>2</sup>). Las fechas correspondientes a la aplicación de la fertilización con nitrógeno y de la corrección de suelo fueron a la siembra para el primer ciclo (22/01/14), y en la primavera del 2º y 3º ciclo (14/10/2014 y 20/11/2015).

### Mediciones

Para la evaluación de forraje se estimó la producción de forraje total y de pastura, para lo cual el corte se realizó con segadora sobre 5 m<sup>2</sup> (Altura = 5 cm sobre el suelo), el material vegetal fue pesado en el campo registrando la producción de materia verde. De cada parcela se recolectaron dos muestras de forraje de 200 g, una para estimar el porcentaje de materia seca y la otra para estimar la proporción de la especie sembrada (% pastura). Para esta última se separó la especie sembrada del resto de vegetación natural presente en la muestra. Ambas fueron secadas en estufa de circulación forzada a 60 °C durante 48 horas para establecer el porcentaje de materia seca (%MS) en la primera muestra y el porcentaje pastura expresado en base seca en la segunda. La producción de materia verde multiplicada por el % MS resultó en la producción de forraje total y luego multiplicada por el % de la pastura resultó en la producción de forraje de la pastura sembrada. Se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la producción de forraje en los distintos ciclos (Tabla 2). El 1º ciclo de evaluación corresponde al período de implantación y comprendió los meses desde la siembra al primer corte. Para el 2º ciclo se consideró desde el emparejamiento en la primavera (14/10/2014) hasta el otoño 2015. Por último, para el 3º ciclo se consideró desde el emparejamiento en la primavera (20/11/2015) hasta el otoño 2016.

**Tabla 2.** Fechas de corte de evaluación de forraje en tres ciclos (2014-16).

Ciclo	Inicio del ciclo de crecimiento	Fechas de corte
1º ciclo	Siembra 22/01/2014	15/04/2014
		05/12/2014
2º ciclo	14/10/2014*	27/01/2015
		17/03/2015
3º ciclo	20/11/2015*	05/01/2016
		03/03/2016
		18/05/2016

\* Fecha de emparejamiento de las parcelas

En dos ciclos de evaluación (2014 y 2015) se seleccionó un corte donde la muestra de MS de cada parcela de la especie sembrada fue utilizada para analizar el valor nutritivo de la misma, para lo cual se envió al laboratorio de calidad de forrajes INTA Rafaela para el análisis de proteína bruta (PB, AOAC 1995), fibra detergente neutro (FDN, ANKON 2005) y fibra detergente ácido (FDA, ANKON 2005). Adicionalmente, se estimó el índice de nutrición nitrogenada (INN) como indicador del estatus de N, considerando el cociente entre el N observado y el N crítico esperado, de acuerdo a la curva de referencia para pasturas de gramíneas según el nivel de producción por medio de la siguiente ecuación:

$$N \text{ crítico (\%)} = 3,6 * \text{Biomasa} - 3,4 \quad (\text{Duru et al., 1997})$$

para la biomasa se utilizó la producción de forraje de la pastura sembrada ya que el contenido de nitrógeno se midió sobre la especie sembrada.

En el 2º ciclo de evaluación (2015) se excluyó a *Panicum coloratum* var. *makarikariense* cv. Bambatsi debido a que el material del cultivar fue muy escaso en los tratamientos sin fertilización imposibilitando la obtención de una muestra representativa para los análisis de laboratorio.

En cinco fechas durante la duración del experimento se realizaron muestreos de suelo de 0 a 20 cm de profundidad para caracterizar la evolución de variables de suelo que den indicios de las restricciones edáficas frecuentes en este tipo de suelos, el pH en agua y la conductividad eléctrica.

### *Análisis estadístico*

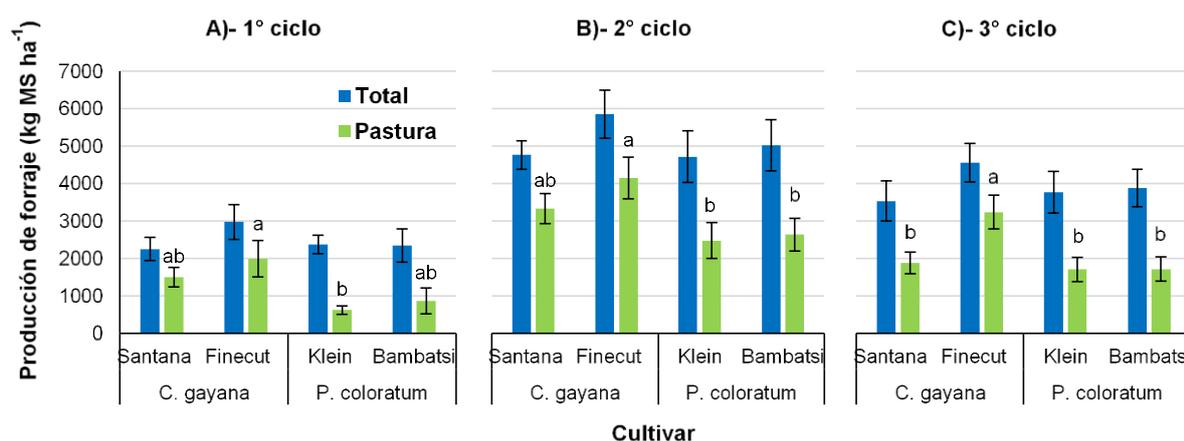
Para la producción de forraje, se consideró un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial de la fertilización y corrección del suelo. Se utilizó un modelo mixto de medidas repetidas para evaluar los tres ciclos en forma conjunta para la producción total y de pastura con el paquete lme4 (Bates et al., 2015) de R (2021). Adicionalmente, se realizó un análisis de la varianza por ciclo de evaluación. Para las variables de suelo, de acuerdo a las muestras compuestas considerando el efecto de la sub-parcela, es decir de la combinación de fertilización y corrección de suelo, no fue analizado el efecto del cultivar. Se realizaron análisis de la varianza corroborando previamente el cumplimiento de distribución normal y homogeneidad de varianzas y las medias se compararon por DMS ( $p < 0,05$ ) con el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2017). El pH en la última fecha de medición (03/03/2016) requirió ser transformado a la potencia para cumplir el supuesto de normalidad.

Para el valor nutritivo del forraje y el INN, se utilizó el mismo paquete para el análisis dado el desbalance por la falta de datos del cv. Bambatsi en el segundo ciclo de evaluación.

## RESULTADOS

### Efecto del cultivar sobre la producción de forraje

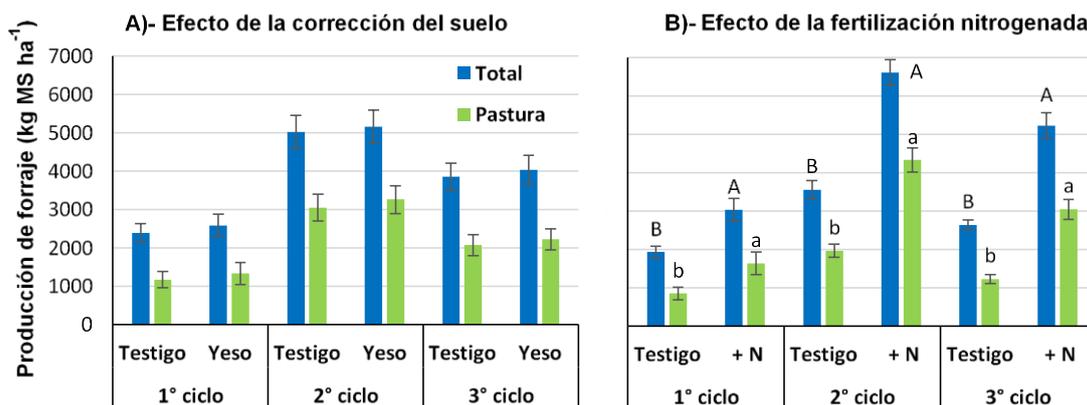
Los cultivares de las especies forrajeras fueron similares cuando se consideró la producción total para los tres ciclos de evaluación ( $p > 0,05$ ; Figura 1, columna verde). Sin embargo, al analizar la producción de la pastura sembrada se hallaron diferencias significativas en los tres ciclos de evaluación (Figura 1, columnas verdes). La producción de *Chloris gayana* cv. Finecut fue mayor que *Panicum coloratum* var. *coloratum* cv. Klein en los tres ciclos (+220%; +67%; +89% para el primer, segundo y tercer ciclo respectivamente), mayor que *Panicum coloratum* var. *makarikariense* cv. Bambatsi en el 2º y en el 3º ciclo de evaluación (+57% y +89%, respectivamente), y mayor que *Chloris gayana* cv. Santana en el 3º ciclo de evaluación (+72%). Entre los restantes cultivares las diferencias en la producción de forraje de la pastura no llegaron a ser significativas.



**Figura 1.** Producción de forraje total (columnas azules) y producción de forraje de la pastura sembrada (columnas verdes) de *Chloris gayana* (cv. Santana y cv. Finecut) y *Panicum coloratum* (cv. Klein y cv. Bambatsi) en tres ciclos de evaluación A)- 1 ciclo, B)- 2 ciclo y C)- 3 ciclo. Las letras mayúsculas y minúsculas diferentes indican diferencias significativas para la producción de forraje total y de la pastura sembrada, respectivamente ( $p < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar.

### Efecto de la corrección del suelo y la fertilización nitrogenada sobre la producción de forraje

La corrección de suelo con yeso no afectó significativamente la producción de forraje (total y de la pastura) para ninguno de los tres ciclos de evaluación (Figura 2A). En cambio, la fertilización nitrogenada tuvo un efecto significativo, incrementando la producción de forraje (total y de la pastura sembrada) en los tres ciclos de evaluación (Figura 2B), con una interacción significativa nitrógeno\*ciclo ( $p < 0,05$ ). Si bien la producción siempre aumentó con el agregado de nitrógeno, fue de distinta magnitud según el ciclo. El incremento sobre la producción de forraje total fue de mayor magnitud en el 3º ciclo (+98%), seguido por el 2º (+86%) y menor en el 1º (+70%). De modo similar, el incremento de la producción de forraje de la pastura sembrada por la fertilización nitrogenada fue de mayor magnitud en el 3º ciclo (+147%), seguido por el 2º (+120%) y menor en el 1º (+92%).

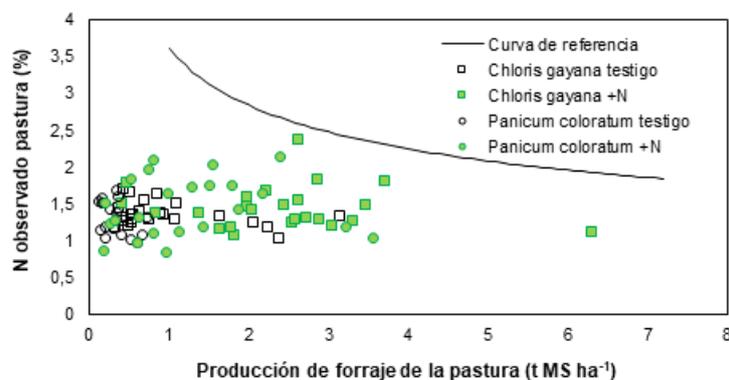


**Figura 2.** Producción de forraje total (columna azul) y producción de forraje de la pastura sembrada (columna verde) de *Chloris gayana* (cv. Santana y cv. Finecut) y de *Panicum coloratum* (cv. Klein y cv. Bambatsi) en 3 ciclos de evaluación: A)- Efecto de la corrección del suelo con yeso y B)- Efecto de la fertilización nitrogenada. Las letras mayúsculas y minúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la producción de forraje total y de la pastura sembrada, respectivamente. Las barras representan el error estándar.

Adicionalmente, para la producción de forraje de la pastura sembrada se halló una interacción cultivar\* nitrógeno ( $p < 0,05$ ). La misma estuvo dada por un incremento de diferente magnitud según el cultivar: *Panicum coloratum* var. *makarikariense* cv. Bambatsi (+170%), *Panicum coloratum* var. *coloratum* cv. Klein (+143%), *Chloris gayana* cv. Fine cut (+120%), y *Chloris gayana* cv. Santana (+78%).

#### Estatus de nitrógeno de las plantas y evolución de variables edáficas

El estatus de nitrógeno estudiado en relación a la curva de referencia (Duru *et al.*, 1997) demuestra que en general todos los cultivares en ambos ciclos estuvieron por debajo de la curva, indicando un déficit de N (Figura 3).



**Figura 3.** Producción de forraje de la pastura y concentración de nitrógeno observada de *Chloris gayana* (cv. Santana y cv. Finecut) y de *Panicum coloratum* (cv. Klein y cv. Bambatsi) en 2 ciclos de evaluación (2014 y 2015). La curva de referencia corresponde a la desarrollada por Duru *et al.* (1997).

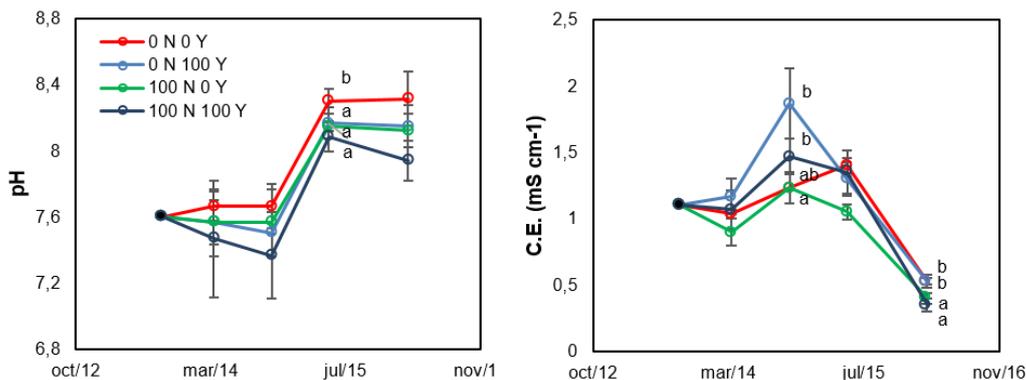
En la medida que se fertilizó con N, tanto *Panicum coloratum* como *Chloris gayana* evidenciaron una mayor cercanía a la curva de referencia. Como era esperado, la fertilización con nitrógeno mejoró el INN en ambos ciclos de evaluación ( $p < 0,05$ ; Tabla 3), con una interacción significativa nitrógeno\*ciclo ( $p < 0,05$ ) dada por un incremento de mayor magnitud en el 2º ciclo de evaluación (+94%) que en 1º (+23%). En relación al estatus nutricional de nitrógeno los cultivares de *Panicum coloratum* presentaron un valor significativamente inferior de INN que los cultivares de *Chloris gayana* en el 1º ciclo, mientras que en el 2º ciclo no se hallaron diferencias.

**Tabla 3.** Efectos del cultivar, la fertilización con nitrógeno y la corrección del suelo sobre el índice de nutrición nitrogenada (INN) de *Chloris gayana* (cv. Santana y cv. Finecut) y de *Panicum coloratum* (cv. Klein y cv. Bambatsi) en un suelo Natracuaf del centro-norte de la Provincia de Santa Fe según el ciclo de evaluación 1º ciclo (2014) y 2º ciclo (2015). Las letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas para cada ciclo ( $p < 0,05$ ).

		INN 1º ciclo	INN 2º ciclo
Cultivar	Klein	0,25 b	0,42
	Bambatsi	0,27 b	s.d.
	Finecut	0,41 a	0,47
	Santana	0,41 a	0,48
Fertilización nitrogenada	Testigo	0,30 b	0,31 b
	Nitrógeno	0,37 a	0,60 a
Corrección del suelo	Testigo	0,33	0,44
	Yeso	0,34	0,46
Coeficiente de variación (%)		19,61	20,54

\*Letras distintas entre los niveles de cada factor indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

La evolución del pH en el 1º ciclo se mantuvo cercano al valor inicial sin diferencias entre tratamientos, a partir del segundo ciclo los valores de pH aumentaron, e incluso en una de las fechas de muestreo se hallaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,05$ ), con un pH mayor en el tratamiento sin agregado de yeso ni de nitrógeno. En cuanto a la conductividad eléctrica, evidenció un incremento al finalizar el 1º ciclo, con una menor conductividad en el tratamiento sin agregado de yeso. Luego, en el 2º ciclo, comenzó a descender, y ya en el 3º ciclo fue aún menor, existiendo en dicha fecha menor conductividad en las parcelas con agregado de nitrógeno ( $p < 0,05$ ).



**Figura 4.** Evolución de las características edáficas del suelo (pH y conductividad eléctrica) según la fertilización con nitrógeno y la corrección del suelo. Las letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Las barras representan el error estándar.

#### Valor nutritivo del forraje

Para las variables de valor nutritivo del forraje (PB, FDN y FDA) y para el INN no se hallaron interacciones significativas entre los factores en ningún ciclo de evaluación. En el 1º ciclo, el nivel de PB y de FDN fue similar entre los distintos cultivares (Tabla 4), y no existió efecto del nitrógeno, ni de la corrección del suelo sobre estas variables ( $p > 0,05$ ). En cambio, para la FDA, el efecto del cultivar fue significativo ( $p < 0,05$ ), destacándose *Panicum coloratum* var. *makarikariense* cv. Bambatsi por el menor nivel de FDA, lo cual se relacionaría con una mayor digestibilidad. En el 2º ciclo de evaluación el efecto del cultivar fue significativo; se diferenció *Panicum coloratum* var. *coloratum* cv. Klein por un mayor valor nutritivo del forraje dado por menores niveles de FDN y de FDA que los cultivares de *Chloris gayana*. En el caso de *Panicum coloratum* var. *makarikariense* cv. Bambatsi no pudo ser evaluado en este ciclo debido a la escasa cantidad de forraje. La corrección del suelo no afectó las variables de valor nutritivo del forraje en ningún ciclo. Por otra parte, la fertilización con nitrógeno aumentó el nivel de PB del forraje ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 4.** Efectos del cultivar, la fertilización con nitrógeno y la corrección del suelo sobre el valor nutritivo del forraje de *Chloris gayana* (cv. Santana y cv. Finecut) y de *Panicum coloratum* (cv. Klein y cv. Bambatsi) en un suelo Natracuulf del centro-norte de la Provincia de Santa Fe según el ciclo de crecimiento: 1 ciclo (2014) y 2 ciclo (2015). Las letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas para cada ciclo ( $p < 0,05$ ).

		1º ciclo			2º ciclo		
		PB*	FDN	FDA	PB	FDN	FDA
Cultivar	Klein	7,09	67,85	34,96 ab**	10,77	64,74 b	28,72 b
	Bambatsi	7,42	65,25	32,39 c	s.d.***	s.d.	s.d.
	Finecut	7,90	66,26	35,58 a	9,07	67,49 a	33,60 a
	Santana	8,53	65,83	33,11 bc	9,75	66,86 a	33,33 a
Fertilización nitrogenada	Testigo	7,84	65,65	33,80	9,16 b	66,93	31,52
	Nitrógeno	7,63	66,64	34,22	10,57 a	65,80	32,25
Corrección del suelo	Testigo	7,71	66,69	34,20	9,86	66,13	31,63
	Yeso	7,76	65,61	33,82	9,87	66,59	32,14
Coefic. de variación (%)		11,08	3,53	6,70	12,07	2,69	3,61

\* PB: proteína bruta; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido \*\*Letras distintas entre los niveles de cada factor indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). \*\*\* La escasa cantidad de biomasa de *Panicum coloratum* var. *makarikariense* cv. Bambatsi no permitió realizar el análisis de valor nutritivo del forraje.

## DISCUSIÓN

En un suelo sódico de baja aptitud, la incorporación de pasturas tropicales permite contar con un recurso forrajero para los sistemas ganaderos pastoriles de la región. Si bien la producción total de forraje no difirió entre cultivares, al considerar la producción de forraje de la pastura sembrada, se destacó *Chloris gayana* cv. Fine cut (Figura 1). Este estudio confirma los antecedentes que demuestran la gran adaptación y potencial productivo de *Chloris gayana* en la región (Bruno *et al.*, 1982; Romero y Mattera, 2013; Mattera *et al.*, 2015). En el caso de *Panicum coloratum*, la producción fue menor, y eso en parte estuvo explicado por una menor participación de la especie sembrada, incluso se encontró *Chloris gayana* como maleza dentro de parcelas de *Panicum coloratum* proveniente del banco de semillas naturalizado. La menor producción de *Panicum coloratum* es coincidente con lo ocurrido en un ambiente más templado (Pesqueira *et al.*, 2016), sin embargo, dichos autores resaltan el macollaje de esta especie y su persistencia.

De acuerdo a las características del suelo, con un alto contenido de sodio, se esperaba una mejora por el agregado de yeso al reemplazar al sodio por el calcio (Quadir *et al.*, 2007), sin embargo, la producción de forraje en ninguno de los ciclos se vio influenciada por dicho tratamiento (Figura 2B). Si bien el pH en el suelo no era excesivamente alto, la falta de respuesta al agregado de yeso es coincidente con un impacto escaso sobre las variables edáficas (pH y conductividad eléctrica) (Figura 4). Para la eliminación del sodio desplazado se requiere del lavado de las sales (Quadir *et al.*, 2007), es probable, que debido al pobre drenaje de este tipo de suelos y la presencia de napas altas fluctuantes no se haya podido lograr dicho lavado.

En contraste, la fertilización con nitrógeno en este ambiente tan restrictivo, evidenció una importante influencia sobre la producción forrajera, tanto para la producción total de forraje como para la producción de forraje de la pastura sembrada (Figura 2A). Con una dosis moderada de N ( $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) en una única aplicación anual se lograron incrementos del orden del 70% al 147% de la producción forrajera. En el caso de la producción de forraje de la pastura sembrada, si bien fue muy notorio en todos los cultivares, en el caso particular de *Panicum coloratum* evidenciaron un mayor incremento relativo, lo cual es interesante ya que podría ser una estrategia para favorecer el logro y producción de esta especie. La fertilización nitrogenada ya había evidenciado resultados positivos en especies tropicales en ambientes con limitantes (Bruno *et al.*, 1982; Pesqueira *et al.*, 2016). Un mejor estatus de N en la planta favorece el crecimiento y por ende la producción de forraje, y el INN resulta un indicador relativamente preciso del estatus de nitrógeno (Lemaire *et al.*, 2008). El mejor estatus de N de las parcelas fertilizadas con nitrógeno se evidenció en un mayor INN (Figura 3 y Tabla 3). El incremento relativo del INN fue mayor en el 2º ciclo que en el 1º, lo cual se podría explicar debido a que las pasturas ya se hallaban implantadas, en su segundo año de producción, con un sistema radicular establecido. Al observar el contenido de N en las plantas en relación a la curva de referencia, se observa que las mismas siguen siendo deficitarias en N, es decir, aún resta un margen de respuesta donde son esperables incrementos en la producción forrajera. En este sentido, sería de interés a futuro explorar la dosis de fertilización óptima económica.

Por último, el valor nutritivo de los cultivares evidenció una mejora en *Panicum coloratum* en comparación con *Chloris gayana*. Aún en un ambiente restrictivo para el crecimiento como los suelos Natracualf de este estudio, *Panicum coloratum* logra mantener un diferencial en las variables relacionadas con la digestibilidad del forraje (FDA) y el consumo (FDN), lo que potencialmente impactaría positivamente sobre la producción de carne. Por otra parte, el contenido de proteína no se vio afectado por el cultivar, pero sí se observó un incremento por la fertilización nitrogenada, lo cual es coincidente con el aumento en la producción y el INN.

## CONCLUSIONES

El cultivar de la especie forrajera tropical afectó la producción de forraje de la pastura sembrada con una mayor producción de *Chloris gayana* cv. Fine cut. En contraposición, se destacó por un mayor valor nutritivo la especie *Panicum coloratum*, con menores contenidos de fibra. En los ciclos evaluados, la corrección del suelo no tuvo efecto sobre la producción ni el valor nutritivo de las especies. En el caso de la fertilización nitrogenada aumentó tanto la producción de forraje total como de la pastura, lo cual estuvo explicado por un mejor estatus de N de las parcelas fertilizadas, aunque por debajo de la suficiencia para este nutriente. Adicionalmente, la fertilización nitrogenada mejoró el contenido de proteína del forraje.

## AGRADECIMIENTOS

Convenio INTA – AUDEAS – CONADEV (CIAC) 940141, Proyecto Regional SANFE 1261101, Programa provincial Carnes Santafesinas.

## REFERENCIAS

ANKON. (2005). Acid detergent fiber in feeds. Filter bag technique (ANKOM200). Ankon technology  
AOAC International (formerly the Association of Official Analytical Chemists). (1995). Official  
Methods of Analysis. Arlington, VA: AOAC International.

- BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B, & WALKER, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. <https://doi:10.18637/jss.v067.i01>
- BRUNO, O.A., FOSSATI, J.L., PANIGATTI, J.L., GAMBAUDO, S., FENOGLIO, H.F., & QUAINO O. (1982). Fertilización de grama rhodes (*Chloris gayana*, Kunth.) en los bajos submeridionales: 1. Nitrógeno y fósforo. EEA Rafaela. INTA. Publicación técnica nº 19. 19 p.
- DI RIENZO, J.A., CASANOVES, F. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C.W. (2017 de Córdoba, Argentina.
- DURU, M., LEMAIRE, G., & CRUZ, P. (1997). Grasslands. In *Diagnosis of the nitrogen status in crops* (pp. 59-72). Springer Berlin Heidelberg.
- IMAZ, J.A., GIMENEZ, D.O., GRIMOLDI, A.A., & STRIKER, G.G. (2015). Ability to recover overrides the negative effects of flooding on growth of tropical grasses *Chloris gayana* and *Panicum coloratum*. *Crop and Pasture Science*, 66 (1), 100–106. <https://doi:10.1071/CP14172>
- LEMAIRE, G., JEUFFROY, M.H., & GASTAL, F. (2008). Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. *European Journal of Agronomy*, 28(4), 614-624. <https://doi:10.1016/j.eja.2008.01.005>
- LIFSCHITZ, M., TOMMASINO, E., ZABALA, J.M., GRUNBERG, K., RAMOS, J.C., & TOMÁS, M.A. (2021). Combined effect of salinity and hypoxia in seedlings of two varieties of *Panicum coloratum*: morphology, root system architecture, oxidative damage and antioxidant response. *Annals of Applied Biology*, 1–11. <https://doi.org/10.1111/aab.12733>
- MATTERA, J., ROMERO, L., TOMÁS, M.A., IACOPINI, M. L., & CUATRIN, A. (2015). Evaluación de factores que mejoran la productividad del forraje en ambientes salinos sódicos del norte de Santa Fe. Informe técnico N 60 II Jornada Nac. Forrajeras Tropicales, Rafaela, Santa Fe.
- MANUEL-NAVARRETE, D., GALLOPÍN, G.C., BLANCO, M., DÍAZ-ZORITA, M., FERRARO, D.O., HERZER, H., LATERRA, P., MURMIS, M.R., PODESTÁ, G.P., RABINOVICH, J., SATORRE, E.H., TORRES, F., & VIGLIZZO, E.F. (2009). Multi-causal and integrated assessment of sustainability: the case of agriculturization in the Argentine Pampas. *Environment, Development and Sustainability*, 11(3), 621-638. <https://doi.org/10.1007/s10668-007-9133-0>
- MOSCONI, F.P., PRIANO, L.J.J., HEIN, N.E., MOSCATELLI, G., SALAZAR, J.C., GUTIÉRREZ, T., & CÁCERES, L. (1981). Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe. INTA. Vol. 1.
- PESQUEIRA, J., HUARTE, H. R., & GARCÍA, M. D. (2016). Producción de biomasa y respuesta a la fertilización de especies forrajeras subtropicales cultivadas en La Pampa deprimida bonaerense. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(1), 79–86.
- PITTARO, G., CÁCERES, L., BRUNO, C., TOMÁS, A., BUSTOS, D., MONTEOLIVA, M., ORTEGA, L., & TALEISNIK, E. (2015). Salt tolerance variability among stress-selected *Panicum coloratum* cv. Klein plants. *Grass and Forage Science*, 71(4), 683–698. <https://doi.org/10.1111/gfs.12206>
- QADIR, M., OSTER, J.D., SCHUBERT, S., NOBLE, A.D., & SAHRAWAT, K.L. (2007). Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. *Advances in Agronomy*, 96, 197-247.
- R CORE TEAM. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>
- ROMERO, L., & MATTERA, J. (2013). Alternativas de producción y conservación de forrajeras tropicales en el centro de Santa Fe. En: Informe técnico Nº 58. INTA EEA Rafaela. Pp 20-41.
- TOMAS, M.A., GUERRERO, J., LIFSCHITZ, M., MOYANO, M., RÉ, A., BORRAJO, C., DI LORENZO, E., CHIOSSONE, J., & BARBERA, P. (2018). Producción de forraje durante el año de implantación de cultivares de *Panicum coloratum* en diferentes ambientes. Información técnica de cultivos de verano. EEA Rafaela.

# Nutrición



## RECRÍA DE VAQUILLONAS: EFECTO DE LA DIETA SOBRE EL DESARROLLO DE LA GLÁNDULA MAMARIA

Salado, E. E.<sup>1</sup>; Roskopf, P. M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INTA EEA Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>Becario INTA - CONICET.

salado.elay@inta.gob.ar

Resumen presentado en la Revista *Visión Rural* N° 142 (Mayo-Junio 2022).

El principal objetivo de la recría de vaquillonas para la reposición del rodeo lechero es producir las mejores vacas posibles (Sejrsen y Purup, 1997).

Por lo tanto, el éxito del manejo alimenticio de las vaquillonas de reposición no debe ser medido en términos de ganancia diaria de peso vivo (PV) promedio o eficiencia de conversión, sino tiene que ser evaluado por el potencial de producción de leche de la futura vaca. La principal limitante para alcanzar ese potencial es el número de células secretoras de la glándula mamaria.

El proceso de crecimiento y desarrollo de la glándula mamaria se denomina mamogénesis. El mismo puede diferenciarse en distintas etapas, según la edad del animal y la velocidad de dicho crecimiento.

Así, podemos diferenciar dos tipos de crecimiento de la glándula mamaria según el ritmo que alcanza en cada etapa. Hay momentos en que la glándula mamaria crece al mismo ritmo que el resto del cuerpo y se llama "crecimiento isométrico" (ISO), mientras que en otros momentos crece a un ritmo de 2 a 4 veces más rápido que el resto del cuerpo y se llama "crecimiento alométrico" (ALO). Durante el desarrollo de la glándula mamaria, desde el nacimiento hasta el primer parto, ocurren 2 fases de ISO y 2 fases de ALO (Figura 1).



Figura 1. Representación de las fases de crecimiento de la glándula mamaria según edad de la hembra bovina.

Según González Besteiro (2010), diversos autores coinciden en que las fases de ISO están comprendidas entre el nacimiento y el tercer mes de edad (1<sup>ra</sup> fase ISO) y entre la pubertad y el primer tercio de gestación (2<sup>da</sup> fase ISO), mientras que las fases de ALO están comprendidas entre los tres meses de edad y la pubertad (1<sup>ra</sup> fase ALO) y entre los dos tercios finales de la gestación y el parto (2<sup>da</sup> fase ALO).

Conocer estas etapas es fundamental para planificar el manejo nutricional de las vaquillonas, ya que la respuesta al aporte energético de la dieta varía en cada etapa en términos de crecimiento mamario.

Otro punto a considerar es que el costo de criar vaquillonas de reposición tiene un impacto considerable sobre la economía del establecimiento lechero, representando entre 15 a 20% del costo total de producción de leche (Mourits *et al.*, 1997). El intervalo de tiempo entre el nacimiento y el primer parto, representa gastos, pero no ingresos.

La forma más efectiva de disminuir los costos de la cría es reducir la edad al primer parto. La edad de inicio de la pubertad está inversamente relacionada con la tasa de crecimiento. Por lo tanto, las vaquillonas deberían ser criadas bajo un régimen alimenticio de altas tasas de crecimiento hasta la pubertad para obtener una reducción sustancial de la edad al primer parto (Serjzen y Purup, 1997).

Sin embargo, investigadores daneses han mostrado consistentemente que la cría de vaquillonas prepúberes a elevadas tasas de ganancia de PV utilizando dietas altas en energía, reduce la producción de leche en la primera lactancia (Foldager y Serjzen, 1991). Esta disminución en la producción de leche, ha sido atribuida a un menor crecimiento del parénquima mamario y un aumento concurrente en la deposición de tejido adiposo mamario. El período de la cría que se ve más afectado negativamente por la ganancia de PV parece estar entre 90 y 300 kg de PV (Sejrsen *et al.*, 1982), esto es, durante la 1<sup>ra</sup> fase ALO. El aumento de la intensidad de la alimentación antes de la madurez sexual provoca cambios en la secreción de hormonas en el complejo lactogénico, lo que resulta en una reducción del número de células secretoras en la glándula mamaria (Sejrsen, 1994).

Sejrsen y Purup (1997) en su trabajo de revisión, sugirieron que tasas de crecimiento prepuberales superiores a 0,700 kg día<sup>-1</sup> en vaquillonas Holstein daban como resultado un pobre desarrollo del parénquima mamario y una reducción (10 a 25%) de la producción de leche en la primera lactancia. Así, el beneficio económico obtenido al acelerar el proceso de cría, podría diluirse por la menor producción de leche en la primera lactancia.

Hay que tener presente que para vaquillonas de raza Holstein, el PV óptimo al momento del primer parto es ~640 kg (Whitlock *et al.*, 2002). Por lo tanto, para alcanzar 640 kg PV a los 24 meses, una vaquillona debería ganar en promedio un mínimo de 0,820 kg día<sup>-1</sup> desde el nacimiento hasta el parto.

Estudios posteriores han sugerido que tasas de crecimiento prepuberales cercanas a 1 kg día<sup>-1</sup> en vaquillonas Holstein, no impactan negativamente en el desarrollo de la glándula mamaria cuando las dietas contienen un adecuado balance entre energía y proteína (Capuco *et al.*, 1995; VandeHaar, 1997; Dobos *et al.*, 2000). A medida que las tasas de crecimiento aumentan, los requerimientos de PB incrementan a una tasa más rápida que los requerimientos de energía. Por lo tanto, la relación proteína: energía debería ser mayor para vaquillonas creciendo rápidamente con respecto a vaquillonas creciendo a una tasa estándar (Lammers y Heinrichs, 2000).

VandeHarr (1997) analizó el grado de asociación entre desarrollo mamario o producción de leche y la relación proteína: energía de la dieta a partir de 11 estudios, en los cuales las ganancias de PV de

las vaquillonas superaron los 0,900 kg día<sup>-1</sup>. Las dietas variaron desde 43 hasta 83 g PB/Mcal energía metabolizable (EM). La relación PB: EM explicó el 51% de la variación en desarrollo del parénquima mamario y el 78% de la variación en producción de leche.

Una limitante de este análisis es que la proteína se evaluó como PB y no como proteína metabolizable (PM). Whitlock *et al.* (2002) examinaron la asociación entre la cantidad de ADN en el tejido parenquimático (indicador indirecto de la cantidad de células secretoras en glándula mamaria) a la pubertad y la relación PM: EM de la dieta a partir de 4 de los 11 estudios revisados por VandeHarr (1997). La relación PM: EM explicó el 88% de la variación en el contenido de ADN del parénquima mamario y la regresión resultante sugirió que una dieta alta en energía que aporte 44 g PM/Mcal EM no afectaría el desarrollo mamario, mientras que una con 37 g PM/Mcal EM reduciría el contenido de ADN del parénquima mamario en un 40% (Whitlock *et al.*, 2002).

En línea con estos resultados, Albino *et al.* (2015) evaluaron el desarrollo de la glándula mamaria en vaquillonas Holstein prepúberes alimentadas con dietas isoenergéticas (2,6 Mcal EM/kg MS) diseñadas para proporcionar distintas relaciones PM: EM (33, 38, 43, 48 y 53 g/Mcal). Las dietas fueron formuladas para obtener una ganancia de PV de 1 kg día<sup>-1</sup> según NRC (2001). El desarrollo mamario se evaluó mediante ultrasonografía (Albino *et al.*, 2017).

Los autores concluyeron que el uso de dietas que contengan proporciones MP:ME inferiores a 38 g/Mcal podría inducir un exceso de acumulación de grasa en el área parenquimatosa de la glándula mamaria y, por lo tanto, no se recomiendan cuando las vaquillonas son criadas bajo un régimen de altas tasas de crecimiento (1 kg día<sup>-1</sup>).

A modo de ejemplo se formuló una dieta (base MS) basada en forrajes conservados para obtener una ganancia de PV de 1 kg día<sup>-1</sup> en vaquillonas Holstein de 6 meses de edad y 180 kg PV, según NRC (2001). Para la formulación de la misma, se utilizaron los valores promedio de composición química de los alimentos informados por el laboratorio de evaluación de calidad de forrajes de la EEA Rafaela del INTA (Gaggiotti, 2008).

En la figura 2 se muestra una captura de pantalla del informe de resultados de la formulación.

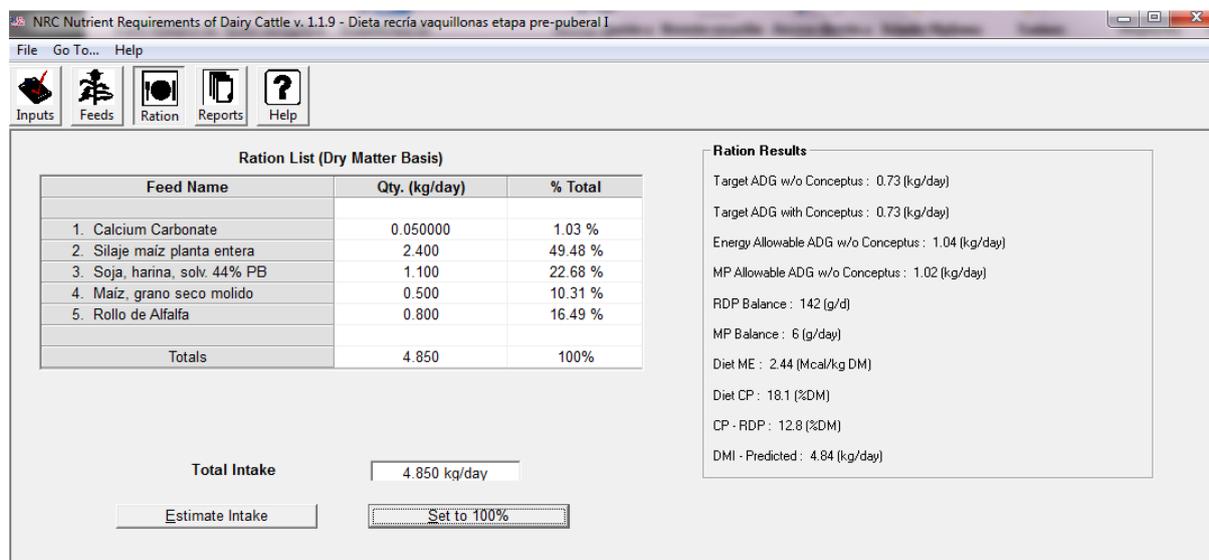


Figura 2. Captura de pantalla del informe de resultados de la formulación.

La dieta formulada aporta 503 g día<sup>-1</sup> de PM y 11,8 Mcal EM día<sup>-1</sup>, por lo tanto, la relación PM: EM de la misma es de 42,6 g/Mcal. Este valor se ubica por encima del valor mínimo (38 g/Mcal) sugerido por la bibliografía para no afectar el desarrollo mamario de las vaquillonas (VandeHarr, 1997; Albino *et al.*, 2015).

## REFERENCIAS

- ALBINO, R.L.; GUIMARÃES, S.E.F.; DANIELS, K.M.; FONTES, M.M.S.; MACHADO, A.F.; DOS SANTOS, G.B.; MARCONDES, M.I. 2017. Technical note: Mammary gland ultrasonography to evaluate mammary parenchymal composition in prepubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 100: 1588–1591.
- ALBINO, R.L.; MARCONDES, M.I.; AKERS R.M.; DETMANN, E.; CARVALHO, B.C.; SILVA, T.E. 2015. Mammary gland development of dairy heifers fed diets containing increasing levels of metabolizable protein: Metabolizable energy. *J. Dairy Res.* 82: 113–120.
- CAPUCO, A.V.; SMITH, J.J.; WALDO, D.R.; REXROAD, C.E. JR. 1995. Influence of prepubertal dietary regimen on mammary growth of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 78: 2709–2725.
- DOBOS, R.C.; NANDRA, K.S.; RILEY, K.; FULKERSON, W.J.; LEAN, I.J.; KELLAWAY, R.C. 2000. The effect of dietary protein level during the pre-pubertal period of growth on 5 mammary gland development and subsequent milk production in Friesian heifers. *Livestock Production Science* 63: 235–243.
- FOLDAGER, J.; SEJRSEN, K. 1991. Rearing intensity in dairy heifers and the effect on subsequent milk production. Rep. 693. Natl. Inst. Anim. Sci., Foulum, Denmark.
- GAGGIOTTI, M. 2008. Tabla de Composición Química de Alimentos para Rumiantes. Edic. INTA. 67p.
- GONZÁLEZ BESTEIRO, A.V. 2010. Eficiencia en recría de vaquillonas en establecimientos lecheros [en línea]. Trabajo Final. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/eficiencia-recria-vaquillonases-tablecimientos-lecheros.pdf>
- LAMMERS, B.P.; HEINRICH, A.J. 2000. The response of altering the ratio of dietary protein to energy on growth, feed efficiency, and mammary development in rapidly growing prepubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 83: 977–983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- SEJRSEN, K.; HUBER, J.T.; TUCKER, H.A.; AKERS, R.M. 1982. Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 65: 793–800.
- SEJRSEN, K. 1994. Relationships between nutrition puberty and mammary development in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society* 53: 103–111.
- SEJRSEN, K.; PURUP, S. 1997. Influence of pre-pubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. *J. Anim. Sci.* 75: 828–835.
- SOMMERSETH J. K.; SHRESTHA, S.; MACLEOD, M.; HEGRENES, A.; SALTE, R. An analysis of the financial and environmental impacts of early maturing of heifers on Norwegian dairy farms. In: 91st Annual Conference, April 24-26, 2017, Royal Dublin Society, Dublin, Ireland. [https://ageconsearch.umn.edu/record/258647/files/Jfarms\\_AES\\_Dublin.pdf](https://ageconsearch.umn.edu/record/258647/files/Jfarms_AES_Dublin.pdf)
- VANDEHAAR, M.L.J. 1997. Dietary protein and mammary development of heifers: Analysis from literature data. *J. Dairy Sci.* 80 (Suppl.1): 216. (Abstr.).
- WHITLOCK, B.K.; VANDEHAAR, M.J.; SILVA, L.F.P.; TUCKER, H.A. 2002. Effect of dietary protein on pre-pubertal mammary development in rapidly growing dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* 85: 1516–1525.

## ENFERMEDADES DEL PERÍODO DE TRANSICIÓN EN VACAS LECHERAS: MONITOREO Y PREVENCIÓN

*Salado, E. E.<sup>1</sup>; Roskopf, P. M.<sup>2</sup>*

---

<sup>1</sup>INTA EEA Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>Becario INTA - CONICET.

*salado.elay@inta.gob.ar*

*Este informe técnico se encuentra disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/8427#>*

Se denomina período de transición al lapso de tiempo que se extiende desde las 3 a 4 semanas previas al parto hasta las 3 o 4 semanas posparto (Drakley, 1999). Sin embargo, hay una tendencia a ampliar este período desde el secado hasta que se alcanza el pico de producción, generalmente a los 45-60 días de lactancia. Debido a los intensos cambios fisiológicos, metabólicos e inmunológicos que se producen en las vacas durante este período, aumenta la susceptibilidad de las mismas a sufrir diversas enfermedades infecciosas y/o de base metabólico-nutricional (Bakshi *et al.*, 2017), llamadas enfermedades del período de transición.

Bajo el término de enfermedades del período de transición, se incluyen a las clásicas enfermedades metabólicas como la hipocalcemia puerperal, la tetania hipomagnésica, la cetosis/hígado graso y las enfermedades de los estómagos (acidosis ruminal, atonía ruminal, desplazamiento del abomaso), pero actualmente este término también incluye a un conjunto de afecciones clínicas y subclínicas como: dificultad al parto, retención de placenta, endometritis, metritis, afecciones podales y ciertos casos de mastitis, que tienen un alto grado de correlación con las primeras (Corbellini *et al.*, 2009).

Desde una perspectiva económica, los productores no sólo se enfrentan al costo de tratar a las vacas lecheras por enfermedades específicas del período de transición, sino que a menudo incurren en costos adicionales consecuentes. Por ejemplo, el ganado lechero que desarrolla hipocalcemia al parto presenta 7,2 veces más probabilidad de tener un parto distócico, 4,0 veces más probabilidad de padecer retención de placenta y 5,4 veces más probabilidad de manifestar casos clínicos de mastitis durante los primeros 90 días de lactancia (Curtis *et al.*, 1985). Del mismo modo, una vaca que experimentó un cuadro de cetosis subclínica en las primeras 2-3 semanas de lactancia, tiene 4 veces más posibilidades de presentar anestros prolongados, 11 veces más posibilidades de presentar quistes ováricos, 6,5 veces más posibilidades de presentar mortalidad embrionaria y 54 veces más posibilidades de repetir servicios (Grigera y Bargo, 2005).

Además de las pérdidas derivadas de las enfermedades clínicas, las pérdidas derivadas de enfermedades subclínicas presentes en el resto del rodeo, junto con las consecuencias perjudiciales comprobadas para el comportamiento reproductivo, la salud de las pezuñas y la salud de las ubres, hacen que la prevención de estas enfermedades sea de suma importancia por motivos económicos y de bienestar animal (Mulligan *et al.*, 2006). Según un seguimiento realizado en 30 tambos de las principales cuencas lecheras del país (programa CLAVES), el tambo promedio de la población

relevada con una prevalencia promedio de estas patologías, tendría un lucro cesante anual de alrededor de U\$51000 (Corbellini *et al.*, 2008).

Para contribuir al objetivo del Programa Leche del INTA respecto al crecimiento del rodeo, resulta indispensable reducir la prevalencia de las enfermedades del período de transición y proponer pautas de manejo que sean efectivas para reducir los factores de riesgo.

En este artículo se presenta un enfoque práctico, a nivel de explotación lechera, para prevenir y monitorear las enfermedades del período de transición basado en el uso de óptimas estrategias nutricionales y de manejo. Este enfoque preventivo y de monitoreo se ha subdividido en 3 áreas claves: balance energético negativo, hipocalcemia puerperal y salud ruminal.

### **BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO**

Durante el primer tercio de la lactancia, las vacas lecheras de alto potencial de producción presentan un balance energético negativo como consecuencia de una capacidad de ingestión limitada y de los elevados requerimientos para producción de leche. Esta situación se agudiza en sistemas de producción de leche basados en el pastoreo directo de pasturas y verdes de alta calidad, ya que el consumo de energía metabolizable (EM) es el primer factor limitante para la producción de leche en regímenes pastoriles (Kolver y Muller, 1998). En estas condiciones, la vaca obtendrá la energía extra necesaria, movilizandando sus lípidos corporales de reserva, lo que representa a su vez una manifestación de su mérito genético para producción de leche. Dicha movilización es mayor a medida que aumenta el potencial de producción de la vaca y, ante una lipomovilización excesiva, el riesgo de problemas metabólicos (cetosis, hígado graso) y de problemas reproductivos, aumenta (Gagliostro y Chilliard, 1992).

### **HÍGADO GRASO Y CETOSIS SUBCLÍNICA**

Los bajos consumos de MS que caracterizan el período de transición, conducen a un déficit energético seguido de una disminución de los niveles de glucosa e insulina en sangre que estimulan la movilización de grasa corporal, aumentando la tasa de lipólisis y la circulación de ácidos grasos no esterificados (AGNE) como fuente alternativa de energía. El tejido hepático tiene cierta capacidad de metabolizar esta sobre-oferta de AGNE, ya sea por oxidación completa a dióxido de carbono, oxidación parcial a cuerpos cetónicos o por re-esterificación y exportación de los triglicéridos neoformados al torrente sanguíneo (Corbellini *et al.*, 2009). Sin embargo, la capacidad de oxidación completa es limitada y, en los rumiantes, la velocidad de exportación de los triglicéridos es baja. Por lo tanto, en períodos de alta movilización de reservas, la formación de cuerpos cetónicos (acetona, ácido aceto-acético y ácido  $\beta$ -hidroxibutírico) y la acumulación de triglicéridos determinan que los bovinos sean susceptibles a sufrir hígado graso y cetosis. Las vacas de alta producción y sobrecargadas de grasa son las más propensas a sufrir este síndrome cetósico.

En el Cuadro 1 se presentan una serie de criterios prácticos para monitorear el balance energético y prevenir el desarrollo de cetosis.

**Cuadro 1.** Criterios clave de monitoreo del balance energético negativo en rodeos lecheros (adaptado de Mulligan et al., 2006)

Parámetros	Valores objetivo
Porcentaje de requerimientos energéticos cubiertos por la dieta a las 8 semanas posparto	≈ 95%
CC al secado <sup>1</sup>	3,50 (± 0,25)
CC al parto <sup>1</sup>	3,50 (± 0,25)
Pérdida de CC entre el parto y el pico de producción <sup>1</sup>	< 1,00
CC lactancia temprana <sup>1</sup>	2,75 (± 0,25)
% vacas en lactancia temprana con una relación grasa/proteína en leche > 1,5	< 10%
% vacas en lactancia temprana con un contenido de proteína láctea < 3,05%	< 15%
% vacas en lactancia temprana con un contenido de lactosa < 4,5%	< 15%
Disminución semanal de la producción de leche post-pico de lactancia (%)	≤ 2,5%
Espacio de comederos disponible paravacas en transición	0,6 m/vaca
Porcentaje de rechazos aceptado en comederos de vacas en transición	≥ 3%
% vacas entre 2-14 días preparto con[βHB] en sangre > 0,6 mmol/L	≤ 10%
% vacas entre 2-14 días preparto con[AGNE] en sangre > 0,4 mmol/L	≤ 10%
% vacas en lactancia temprana con [βHB]en sangre > 1,4 mmol/L	≤ 10%
% vacas en lactancia temprana con[AGNE] en sangre > 0,7 mmol/L	≤ 10%

<sup>1</sup>Grigera y Bargo, 2005. CC = condición corporal (1 = extremadamente flaca y 5 = extremadamente gorda); βHB= beta hidroxibutirato; AGNE = ácidos grasos no esterificados.

- Uno de los criterios clave del monitoreo del balance energético es que 95% de los requerimientos energéticos de las vacas a las 8 semanas posparto deberían ser cubiertos por la dieta.

- Para evaluar si el aporte de energía de las dietas durante el período de transición es adecuado, es necesario predecir primero el consumo de MS (CMS). Las ecuaciones propuestas por el NRC (2001) son:

-Vacas secas (últimas semanas de gestación):  $CMS (\%PV) = 1,97 - 0,75 e^{0,16t}$ , donde  $e = 2,71828$  y  $t = \text{días en gestación} - 280$ .

-Vacas en lactancia:  $CMS (kg/d) = (0,372 \times LCG\ 4\% + 0,0968 \times PV_{0,75}) \times (1 - e^{(-0,192 \times (SL + 3,67))})$ , donde  $LCG\ 4\% = \text{leche corregida al 4\% grasa}$ ,  $PV = \text{peso vivo (kg)}$  y  $SL = \text{semana de lactancia}$ .

- Todos los intentos para tratar de evitar el balance energético negativo en la vaca en transición deberían considerar las estrategias disponibles para asegurar que el CMS no se vea comprometido durante este período. Diversos factores de manejo o ambientales pueden afectar el CMS durante el parto: excesiva CC, cambios de grupo, cambios de dieta, espacio de comederos, cantidad y calidad del agua de bebida y limitado confort animal.

- Se debe evaluar periódicamente la cantidad de alimento ofrecido y rechazado. Se recomienda trabajar con un nivel de remanente 3% de lo ofrecido.

- El espacio de comederos recomendado varía según los autores. Mulligan *et al.* (2006) recomiendan 0,60 m lineales/vaca, mientras que Corbellini *et al.* (2009) recomiendan 0,45 y 0,90 m lineales/vaca (cuando el acceso es por ambos lados) para comederos con un ancho en su parte superior  $> 1\text{ m}$  o  $< 1\text{ m}$ , respectivamente.

- La determinación de la CC es una práctica de manejo clave para monitorear programas de alimentación. Su estimación en momentos clave como el secado, al parto y en el pico de producción, permite diagnosticar deficiencias nutricionales (sub- o sobre-alimentación) y ajustar el manejo de la alimentación de acuerdo a las necesidades del rodeo (Grigera y Bargo, 2005). Al parto, la CC óptima debe ser de 3,50 y los animales no deberían perder más de un punto de score en los primeros 60 días de lactancia. Al secado, debería alcanzarse una CC de 3,50, similar a la CC objetivo al parto, ya que la recuperación de reservas durante la primera etapa del período de secas puede generar señales endócrinas durante los últimos días preparto que condicionan negativamente la salud y la futura producción de leche. Compare los registros de CC de su rodeo con los óptimos sugeridos.

- Varios autores han investigado la relación entre el balance de energía en lactancia temprana y la composición de la leche. Las vacas con un alto riesgo de padecer un cuadro de cetosis presentan una relación grasa/proteínas lácteas  $> 1,5$ , un contenido de grasa butirosa  $> 4,8\%$  y contenidos de proteína láctea y lactosa  $< 3,05\%$  y  $4,5\%$ , respectivamente.

- La determinación de  $\beta\text{HB}$  en sangre permite conocer la prevalencia aparente de cetosis subclínica en el rodeo y la determinación de la concentración plasmática de AGNE (parámetro indicador de lipomovilización) permite detectar vacas en balance energético negativo. En el caso de ambos metabolitos, se sugiere que se muestreen 12 vacas del grupo de riesgo entre los 2 y 14 días previos al parto y entre los 5 y 10 días de paridas.

- En el parto, el nivel de alarma umbral se alcanza cuando el 10% de las vacas tiene una concentración de  $\beta\text{HB} > 0,6\text{ mmol/L}$  o una concentración de AGNE  $> 0,4\text{ mmol/L}$ .

- En inicio de lactancia, el nivel de alarma umbral se alcanza cuando el 10% de las vacas tiene una concentración de  $\beta\text{HB} > 1,4\text{ mmol/L}$  o una concentración de AGNE  $> 0,7\text{ mmol/L}$ .

- Es importante mencionar que la determinación de cuerpos cetónicos se puede hacer también en orina o leche a través de test semicuantitativos (tiras que cambian de color al contacto con la orina o la leche en función de la concentración de cuerpos cetónicos).

## HIPOCALCEMIA PUERPERAL

La hipocalcemia puerperal es una enfermedad caracterizada por un momentáneo desequilibrio en la regulación homeostática de la concentración del Ca en sangre (calcemia), la cual desciende desde los niveles normales (2,1 - 2,5 mmol/L) hasta casi la mitad. Ello produce un bloqueo de la transmisión neuromuscular y parálisis general.

Además de la clásica presentación clínica de la enfermedad, se producen pérdidas económicas de importancia debido a los casos subclínicos (niveles de calcemia entre 2,0 y 1,38 mmol/L). Su etiología parecería deberse a una falta de respuesta del tejido óseo a la acción movilizador del Ca y P por parte de la hormona paratiroidea (PTH) y el 1,25- dihidroxi-colecalciferol (1,25 [OH] 2CC, metabolito activo de la vitamina D3), debido a un estado de alcalosis metabólica inducido por dietas con alto contenido de potasio (Goff, 2008).

El manejo de la alimentación, durante el parto, afecta la incidencia de hipocalcemia y los principales factores nutricionales de riesgo son los excesos de Ca y/o P, las deficiencias de Mg y los excesos de cationes fijos (K y Na) que determinan una diferencia catiónica aniónica de la dieta (DCAD) altamente positiva (Corbellini *et al.*, 2009).

Una serie de criterios de monitoreo que pueden ser útiles para la prevención de la hipocalcemia puerperal en las explotaciones lecheras se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Criterios clave de monitoreo para la prevención de hipocalcemia puerperal en rodeos lecheros (adaptado de Mulligan *et al.*, 2006)

Parámetros	Valores objetivo
Consumo Ca (g/día)	30
% P en la dieta	0,3% de la MS
% Mg en la dieta	0,4% de la MS
% K en la dieta	< 1,8% de la MS
DCAD	-100 a -200 meq/kg MS
[Ca] en sangre, 12-24 h posparto	> 2,0 mmol/L
[Mg] en sangre, 24-48 h preparto	0,8-1,3 mmol/L
[P] en sangre, 12-24 h posparto	1,4-2,5 mmol/L
Incidencia de retención de placenta en vacas multíparas	< 10%
Incidencia de desplazamiento de abomaso en vacas multíparas	≤ 3%
Incidencia de distocia en vacas multíparas	< 10%
Incidencia de hipocalcemia clínica	< 5%
pH urinario (si se utilizan sales aniónicas)	6,2-6,8

DCAD = diferencia catiónica-aniónica = (mEq/Kg MS) =  $[(\%Na \cdot 1/0.023) + (\%K \cdot 1/0.039) + (\%Ca \cdot 0.38/0.02) + (\%Mg \cdot 0.3/0.012)] - [(\%Cl \cdot 1/0.0355) + (\%S \cdot 0.6/0.016) + (\%P \cdot 0.5/0.01)]$ ; [Ca] = concentración de Ca.

Para disminuir la incidencia de hipocalcemia puerperal:

- Se debería controlar el consumo de Ca durante el parto a 30 g/vaca/día.
- Las concentraciones (g/100 g MS) de K, Mg y P en la dieta parto deberían ser de < 1,8, 0,4 y 0,3, respectivamente.
- Si no se puede controlar el ingreso parto de Ca a menos de 30 g/vaca/día y/o la DCAD de la dieta parto supera los +50 a +100 meq/kg MS, muy probablemente el uso de sales aniónicas ayude a controlar esta enfermedad.
- La DCAD objetivo de la dieta parto, luego del agregado de sales aniónicas, debería ser de -100 a -200 meq/kg MS.
- La concentración de Ca en dietas parto conteniendo sales aniónicas debería ser de 1,2 g/100 g MS.
- La herramienta más utilizada para el monitoreo de los animales que se alimentan con dietas parto conteniendo sales aniónicas es el pH urinario. El momento adecuado para su determinación sería entre 7 a 10 días posteriores al suministro de las sales. Valores de pH por encima de 8,0, indicarían un estado de alcalosis metabólica, mientras que valores en el rango de 6,0 a 6,8 coincidirían con un leve estado de acidosis metabólica, situación que sería deseable a fin de evitar la aparición de hipocalcemia puerperal.
- Las estrategias de control de la hipocalcemia puerperal pueden evaluarse tomando muestras de sangre de las vacas. Los niveles de Ca y P en sangre dentro de las 24 h posparto deberían ser de > 2,0 mmol/L y 1,4-2,5 mmol/L, respectivamente y el rango ideal de concentración de Mg en sangre dentro de las 48 h parto sería de 0,8-1,3 mmol/L.

## ACIDOSIS RUMINAL

Para minimizar el balance energético negativo que se produce durante las primeras semanas de lactancia, las vacas lecheras son suplementadas con raciones ricas en carbohidratos rápidamente fermentables (azúcares, almidón). Estas raciones, en exceso, desbalanceadas en fibra y/o suministradas sin un adecuado acostumbamiento, pueden inducir acidosis ruminal.

La acidosis es el trastorno ruminal de origen alimentario más importante en el ganado lechero. Es un proceso derivado de la acumulación excesiva de ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen y presenta como signo patognomónico un bajo pH (medida de la acidez o basicidad) ruminal.

El ganado tiene la capacidad de mantener un rango fisiológico de pH (5,5 a 7,0) mediante la regulación del consumo, la producción de saliva (que contiene sustancias buffers como el bicarbonato) y la absorción a través de la pared ruminal de los AGV provenientes de la fermentación microbiana del alimento. Sin embargo, cuando el grado de acidez ruminal inducido por la fermentación de los carbohidratos rápidamente fermentables supera la capacidad de los mecanismos reguladores, el pH ruminal cae drásticamente por debajo de 5,5, lo cual induce a acidosis ruminal (Bretschneider, 2009). La severidad de la misma está determinada por la magnitud de la caída del pH, existiendo dos tipos de acidosis, aguda (pH < 5,0) y subaguda o subclínica (5,0 pH < 5,5).

Aunque las dos presentaciones de acidosis ruminal comparten un mismo origen (alta proporción de carbohidratos rápidamente fermentables en la dieta), sus manifestaciones clínicas son diferentes. En el caso de la presentación subaguda, las manifestaciones clínicas pueden ser muy leves y prácticamente no detectables, pero la degradación de la FDN de la dieta resulta afectada y consecuentemente el consumo y la producción de leche. Se estimó que en una vaca afectada por acidosis subaguda la producción de leche puede disminuir hasta 3 kg/día. La presentación aguda de la acidosis ruminal, normalmente va acompañada de acidosis metabólica (reducción del pH

sanguíneo) y puede provocar aumento de los casos de patología podal por laminitis, ruminitis, abscesos hepáticos, neumonía, deshidratación, toxemia y muerte sobre-aguda (Corbellini *et al.*, 2009).

Se sospecha que la acidosis ruminal subaguda es un problema a nivel de rodeo si se detectan los siguientes indicadores:

- Alta incidencia de lesiones podales, principalmente laminitis.
- Pérdida de CC, síndrome de la vena cava caudal, reducción del consumo y de la producción de leche.
- Más del 15% de las vacas con un score de locomoción 3.
- Menos del 80% de las vacas en descanso están rumiando.
- La consistencia de la bosta es extremadamente blanda (score < 3).
- Al menos 10% de las vacas en lactancia media tienen una concentración de grasa en leche 2,5% o una diferencia entre la concentración de proteína y grasa lácteas > 0,4%.
- Inadecuados niveles de fibra físicamente efectiva en la dieta.
- Altos niveles de concentrado o granos de cereales se suministran diariamente.
- El espacio de comedero disponible/vaca no es el ideal.

En el Cuadro 3 se presentan una serie de criterios prácticos que pueden ser útiles para monitorear la salud ruminal en las explotaciones lecheras cuando se utilizan colectivamente.

**Cuadro 3.** *Criterios clave de monitoreo para la prevención de acidosis ruminal subaguda en rodeos lecheros (adaptado de Mulligan et al., 2006)*

Parámetros	Valores objetivo
Incidencia de cojeras	< 15% con score de locomoción 3
Incidencia de laminitis	10%
Incidencia de desplazamiento de abomaso	3%
Muerte súbita o síndrome de la vena cavacaudal	0%
% de vacas en reposo rumiando	> 80%
Consumo de alimento errático: si/no	No
Score de consistencia fecal	3
% vacas en lactancia media con una concentración de grasa en leche 2,5%	< 10%
% vacas en lactancia media con una diferencia entre la concentración de proteína y grasa lácteas > 0,4%	< 10%
% concentrados en la dieta	< 65%
% cereales en el concentrado	40%
% almidón y azúcares en la dieta	< 20-25%
% FDN en la dieta	27-30%

% FDN del forraje en la dieta	21-22%
% FDA en la dieta	19-21%
Fibra larga en la ración	1-2 kg
Kg de concentrado suministrado en la salade ordeño	6 kg/día
Espacio de comedero disponible/vaca	0,6 m

### CONCLUSIÓN:

Existe una serie de criterios prácticos que pueden utilizarse en el monitoreo y prevención de las enfermedades del período de transición, asociados con el balance energético, la hipocalcemia y la salud ruminal. La implementación de los mismos incrementará las posibilidades de reducir las pérdidas económicas ocasionadas a las explotaciones lecheras por este tipo de enfermedades metabólico-nutricionales.

### REFERENCIAS:

- BAKSHI, M.P.S.; WADHWA, M.; MAKKAR, H.P.S. 2017. Feeding of high-yielding bovines during transition phase. CAB Reviews 12, No. 006, 1-28.
- BRETSCHNEIDER, G. 2009. Acidosis Ruminal en el Ganado Lechero. INTA Proyecto Lechero. [http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/nutricion/acidosis\\_ruminal\\_2009.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/nutricion/acidosis_ruminal_2009.pdf)
- CORBELLINI, C.; BUSO VANRELL, F.; GRIGERA, J.; TUÑÓN, G. 2008. Ficha Técnica N° 3. Enfermedades del período de transición en las vacas lecheras. Estimación de pérdidas a nivel productor y para la lechería nacional. INTA Proyecto Lechero. <https://inta.gob.ar/documentos/ficha-tecnica-3-enfermedades-del-periodo-de-transicion-en-las-vacas-lecheras>
- CORBELLINI, C.; BUSO VANRELL, F.; BARGO, F.; GRIGERA, J.; LUCAS, V.; PODETTI, V.; TUÑÓN, G.; VIDAURRETA, I. 2009. Informe final del Convenio de Asistencia Técnica Institucional INTA – Elanco – AACREA “Organización y Análisis de un Sistema de Registros de Enfermedades del Parto en Vacas Lecheras: Incidencia e Impacto Económico sobre las Empresas”. 44 pp. <http://www.pmpl-laserenisima.com.ar:8090/imagenes/comunicados/noticias/Reporte%20final%20Claves.pdf>
- CURTIS, C.R.; ERB, H.N.; SNIFFEN, C.J.; SMITH, R.D.; KRONFELD, D.S. 1985. Path Analysis of dry period nutrition, postpartum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows, J. Dairy Sci. 68: 2347-2360.
- DRAKLEY, J. K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier?. J. Dairy Sci. 82: 2259-2273.
- GAGLIOSTRO, G.A. y CHILLIARD, Y. 1992. Revisión bibliográfica. Utilización de lípidos protegidos en nutrición de vacas lecheras. II. Efectos sobre la concentración plasmática de metabolitos y hormonas, movilización de lípidos corporales y actividad metabólica del tejido adiposo. Rev. Arg. Prod. Anim. 12 (1): 17-32.
- GOFF, J.P. 2008. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. The Veterinary Journal 176: 50–57.
- GRIGERA, J.; BARGO, F. 2005. Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. Informe Técnico Elanco Animal Health. [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion-tecnica/cria\\_condicion\\_corporal/45-cc\\_lecheras.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion-tecnica/cria_condicion_corporal/45-cc_lecheras.pdf)

- KOLVER, E.S.; MULLER, L.D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81: 1403–1411.
- MULLIGAN, F.J.; O' GRADY, L.; RICE, D.A.; DOHERTY, M.L. 2006. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science* 96: 331-353.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC, USA.

# Reproducción



## DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE VACAS LECHERAS PRIMÍPARAS CON METRITIS PUERPERAL POSPARTO

*Scandolo, D.<sup>1</sup>; Lopez del Cerro, P.<sup>2</sup>; Ortega, E.<sup>2</sup>; Casas, M.<sup>2</sup>; Picca, M.<sup>2</sup>;  
Camisasso, D.<sup>3</sup>; Camisasso, J.<sup>3</sup>; Cuatrin, A.<sup>4</sup>; Maciel, M.<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup>EAA INTA Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>Actividad Privada (Córdoba).

<sup>3</sup>La Querencia SRL, Saturnino María Laspiur (Córdoba).

<sup>4</sup>EAA INTA Paraná (Ente Ríos).

*scandololucini.d@inta.gob.ar*

*Resumen presentado en el 45º Congreso Argentino de Producción Animal, en la Sección Reproducción y Fertilidad, de la Asociación Argentina de Producción Animal.*

### INTRODUCCIÓN

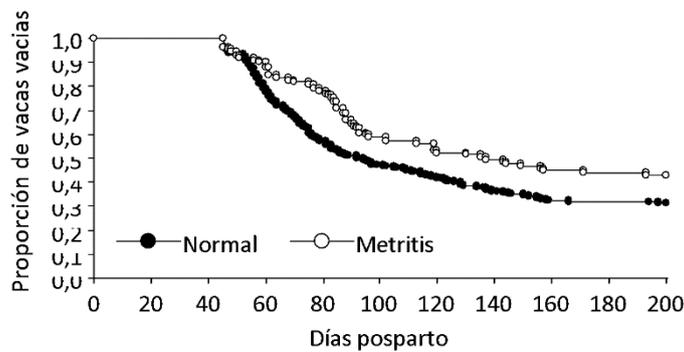
La metritis causa importantes pérdidas económicas en rodeos lecheros por disminución en la producción de leche, en el desempeño reproductivo y en la sobrevida del rodeo (Pérez-Báez *et al.*, 2021). Existen antecedentes que indicarían que vacas primíparas con diagnóstico de metritis y tratadas de manera temprana durante el examen puerperal posparto presentan una elevada tasa de curación aparente indicada por una adecuada fertilidad posterior (Toni *et al.*, 2015). El objetivo del trabajo fue determinar la concepción y el momento en que se preñan vacas lecheras primíparas diagnosticadas "Normales" o con "Metritis" durante el examen puerperal posparto.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 438 vacas Holando primíparas pertenecientes a un tambo ubicado en Saturnino María Laspiur, Córdoba desde el 2/3/21 al 7/4/22. El examen puerperal se realizó a los  $8,9 \pm 4,0$  días posparto (rango 2 a 20 días) donde las vacas con útero anormalmente agrandado y con una descarga acuosa, color marrón rojizo y de olor fétido fueron diagnosticadas con Metritis, mientras que las vacas que no presentaron esta condición se consideraron como Normal. Las vacas con Metritis fueron tratadas con Antibiótico-Antipirético durante tres días y Antibiótico inyectable de larga acción (Oxitretaciclina) en el caso que no respondieran al tratamiento previo. Las vacas iniciaron servicio a partir de los 45 días posparto con protocolos de sincronización de celos con prostaglandinas y exámenes ginecológicos semanales. El período de evaluación considerado para el análisis reproductivo fue de 200 días posparto. El intervalo parto-concepción (IPC) entre grupos fue determinado por la Prueba de Wilcoxon para muestras independientes, mientras que la preñez general entre Normal y Metritis se determinó mediante diferencia de proporciones. El riesgo de preñez fue analizado mediante Sobrevida de Kaplan-Meier y mediante la prueba de Long Rank se determinó la diferencia entre grupos (InfoStat 2020).

## RESULTADOS

El 75,0 % (329/438) de las vacas fueron consideradas como Normal y 25,0 % (109/438) restante fueron diagnosticadas con Metritis durante el examen puerperal, similar a Toni *et al.*, (2015) e inferior a lo reportado por otros autores (Genís *et al.*, 2018). El IPC fue de  $83,3 \pm 37,9$  días en las vacas Normal y de  $89,8 \pm 34,4$  días en las vacas con Metritis ( $P=0,0476$ ). En la Figura 1 se presenta el riesgo de preñez en vacas lecheras primíparas diagnosticadas como Normal o con Metritis durante el examen puerperal.



**Figura 1.** Riesgo de preñez a partir del día 45 hasta el día 200 post parto en vacas primíparas con diagnóstico Normal (●) o con Metritis puerperal postparto (○) ( $P=0,008873$ )

La preñez general en las vacas Normal fue del 68,7 % (226/329) mientras que en las vacas con Metritis fue del 56,9 % (62/109) ( $P=0,027180$ ). La proporción de vacas preñadas es 10 % inferior en vacas con metritis en relación a vacas Normales (Pérez-Báez *et al.*, 2021).

## CONCLUSIONES

Se concluye que vacas primíparas diagnosticadas como Normales durante el examen puerperal posparto se preñan en mayor proporción y a una mayor velocidad en relación a vacas diagnosticadas con Metritis.

## BIBLIOGRAFÍA

- J. PÉREZ-BÁEZ, T.V. SILVA, C.A. RISCO, R.C. CHEBEL, F. CUNHA, A. DE VRIES, J.E.P. SANTOS, F.S. LIMA, P. PINEDO, G.M. SCHUENEMANN, R.C. BICALHO, R.O. GILBERT, S. RODRIGEZ-ZAS, C.M. SEABURY, G. ROSA, W.W. THATCHER, K.N. GALVÃO. 2021. *J Dairy Sci* 104 (3): 3158-3168.
- F. TONI, L. VINCENTI, A. RICCI, Y.H. SCHUKKEN. 2015. *Theriogenology* 84 (7): 1206-1214
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- GENÍS, S, CERRI R. L. A., BACH A., SILPER B. F., BAYLÃO M., DENIS-ROBICHAUD J., ARÍS A. 2018. *Frontiers in Veterinary Science* 5: 1-10

# Genética



## PARÁMETROS GENÉTICOS ESTIMADOS PARA LOS CARACTERES DE PRODUCCIÓN EN HOLANDO ARGENTINO

Vera M.<sup>1</sup>; Rubio N.<sup>2</sup>; Pardo A.<sup>3</sup>; Rodríguez E.<sup>2</sup>; Tejedo M.E.<sup>2</sup>; Corva P.<sup>3</sup>; Casanova D.<sup>2,4</sup>

---

<sup>1</sup>INTA EEA Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>Facultad de Veterinaria (UNICEN).

<sup>3</sup>Unidad Integrada Balcarce (INTA/UNMDP).

<sup>4</sup>Asociación de Criadores de Holando Argentino (ACHA)

*vera.milba@inta.gob.ar*

*Resumen presentado en el 45º Congreso Argentino de Producción Animal, en la Sección Genética y Mejoramiento Animal, de la Asociación Argentina de Producción Animal.*

### INTRODUCCIÓN

En esquemas de mejoramiento animal, la estimación de los parámetros genéticos representa un paso importante para la predicción de los valores genéticos de caracteres relevantes. La evaluación genética de una raza se basa en estos parámetros y es deseable que se reestimen y monitoreen regularmente con datos actuales.

El objetivo de este estudio fue estimar los componentes de varianzas y la heredabilidad ( $h^2$ ) para producción de leche, grasa y proteína de la raza Holando Argentino (HA), la cual en su Evaluación Genética Nacional asume una  $h^2$  de 0,25 para estos tres caracteres (Asociación de Criadores de Holando Argentino [ACHA], 2022).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 164406 lactancias de HA provenientes del Sistema Informático Nacional de Control de Especies Lecheras, administrado por ACHA. Se consideraron las 3 primeras lactancias de 54802 vacas, nacidas desde 1995 al 2018, hijas de 4217 padres y 51781 madres. Los caracteres analizados fueron kilogramos de leche (L), de grasa (G) y de proteína (P) corregidas a 305 días por el método de Fleischman. Para cada uno de los caracteres se ajustó un modelo animal mixto univariado. Los efectos incluidos fueron, como fijos: número de lactancia-edad (24 niveles, para 1º lactancia de 22, 25, 29, 33, 36, 40 y 45 meses, 2º lactancia de 38, 41, 45, 48, 51, 54, 59 y 66 meses y 3º lactancia con 50, 53, 56, 59, 62, 65, 69, 74 y 84 meses) y el mes de parto (12 niveles); como aleatorios: rodeo-año-estación de parto (20813 niveles, con estaciones 1- marzo a agosto y 2- septiembre a febrero)  $\sim N(0, I\sigma^2_{RAE})$ , animal  $\sim N(0, A\sigma^2_A)$  y efecto permanente  $\sim N(0, I\sigma^2_{AP})$ . En la genealogía se consideró hasta 3 generaciones de animales con fenotipo. Los componentes de varianza se estimaron por máxima verosimilitud restringida mediante el algoritmo AI, utilizando el programa AIREMLF90 (Misztal *et al.*, 2018). Los desvíos estándares (DE) de las heredabilidades ( $h^2$ ) se estimaron por el método de Monte Carlo (Meyer and Houle, 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta las estadísticas descriptivas para L, G y P. Los efectos fijos resultaron significativos para los 3 caracteres analizados. En la Tabla 2 se presentan las estimaciones de las varianzas genética (A), del ambiente permanente (AP), rodeo-año-estación (RAE) y residual (R), junto a sus DE y las  $h^2$  para las tres características. Los valores de varianza A y  $h^2$  hallados para los tres caracteres son menores a los reportados previamente en otros países (Dematawewa y Berger, 1998). Resultados de trabajos previos, sobre datos nacionales y con enfoque bayesiano, se acercaron a los valores estimados en el presente trabajo, como Raschia y col. (2021) que aplicaron modelos lineales mixtos para analizar 12837 primeras lactancias y Magnago y col. (2012) que ajustaron modelos de regresión aleatoria a las tres primeras lactancias de 1056 vacas. Si bien las diferencias se deben en parte a que se utilizaron distintas poblaciones y metodologías, las heredabilidades no sólo serían bajas, sino que, además, los bajos CV% aditivos (del orden del 4,5%) pondrían en duda una posible mejora por selección.

**Tabla 1.** Media, desviación estándar, mínimo y máximo de los kg de leche, grasa y proteína de 164406 lactancias.

	Media	DE	Mínimo	Máximo
Leche (kg)	8023,7	1869,1	2011	18351
Grasa (kg)	268,3	61,4	31	687
Proteína (kg)	265,8	63,0	49	627

**Tabla 2.** Varianzas genéticas (A), del ambiente permanente (AP), rodeo-año-estación (RAE) y residual (R) estimadas y las heredabilidades ( $h^2$ ) halladas para los caracteres productivos.

	A	AP	RAE	R	$h^2$
Leche (kg)	377290 (16063)	210870 (12002)	1112100 (14579)	807890 (3739,9)	0,15 (0,006)
Grasa (kg)	383,9 (17,8)	260,9 (13,6)	1294,4 (16,9)	1022,8 (4,7)	0,13 (0,006)
Proteína (kg)	353,8 (15,4)	207 (11,6)	1508,1 (18,9)	845,6 (3,9)	0,12 (0,005)

## CONCLUSIONES

Las heredabilidades estimadas para L, G y P fueron bajas. La incorporación de estos valores a la predicción de los valores de cría redundará en una mejora de las evaluaciones genéticas nacionales de la raza Holando Argentino.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACHA. <https://www.acha.org.ar/index.php/evaluaciones1>. Recuperado mayo de 2022.
- DEMATOWEWA C.M.B.B. y BERGER P.J. 1998. J. Dairy Sci. 81: 2700–2709.
- MEYER K. y HOULE D. 2013. Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet. 20: 523–526.
- MISZTAL I., TSUTURA S., LOURENCO D., AGUILAR I., LEGARRA A. y VITEZICA Z. 2018. Manual for BLUPF90 family programs. Univ. of Georgia, USA. 125.
- MAGNAGO M.D., VERA M. V y FRANCO L. 2012. J. Basic & Appl. Gen. XXIII: 173.
- RASCHIA M.A., MAIZON D.O. y POLI M.A. 2021. Rev. Arg. Prod. Ani. 41: 166.

# HETEROGENEIDAD DE LA VARIANZA RESIDUAL EN LA ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN HOLANDO ARGENTINO

Vera M.<sup>1</sup>; Rubio, N.<sup>2</sup>; Pardo, A.<sup>3</sup>; Rodríguez, E.<sup>2</sup>; Tejedo, M.E.<sup>2</sup>; Corva, P.<sup>3</sup>; Casanova, D.<sup>2,4</sup>

---

<sup>1</sup>INTA EEA Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>Facultad de Veterinaria, UNICEN.

<sup>3</sup>Unidad Integrada Balcarce, INTA/UNMDP.

<sup>4</sup>Asociación de Criadores de Holando Argentino.

*vera.milba@inta.gob.ar*

*Resumen presentado en el "L Congreso Argentino de Genética y II Jornadas Regionales SAG-NEA", en la Sección Genética y Mejoramiento Animal, de la Asociación Argentina de Genética.*

## INTRODUCCIÓN

Los modelos utilizados para la estimación de los componentes de variación genética asumen homogeneidad de varianzas genética y ambiental. Sin embargo, existen antecedentes de la presencia de varianzas heterogéneas (Vandenplas *et al.*, 2013), ya que el incremento en los niveles de producción se encuentra en relación con el incremento de los componentes de la varianza y de la heredabilidad.

Este trabajo tiene por objeto verificar la heterogeneidad de la varianza residual dado por los grupos contemporáneos (GC: rodeo-año-estación de parto) en la estimación de los componentes de variación genéticos de la producción de leche en rodeos de la Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron las primeras tres lactancias (576790) de 364663 vacas paridas entre 1995 y 2018, pertenecientes al control lechero oficial de la Asociación de Criadores de Holando Argentino (ACHA). Las lactancias fueron corregidas a 305 días por el método de Fleishmann (Carre *et al.*, 1958). Cada GC estaba formado por el rodeo, el año y la estación del parto (17922 niveles, 1644 rodeos, 24 años y con estaciones 1- marzo a agosto y 2- septiembre a febrero). Para el reagrupamiento de los GC, se estimaron las medias y las varianzas fenotípicas de los kg de leche (L), de grasa (G) y de proteína (P) de cada uno. A partir de estos estadísticos, los GC fueron reagrupados por medio de un análisis de agrupamiento jerárquico (PAM: Partitioning Around Medoids), utilizando el programa R (R Core Team, 2022). El mínimo número de agrupamientos fue preestablecido en 2 y el máximo en 50. Posteriormente, se estimaron la varianza genética (A), del ambiente permanente (PE) y residual (R: cuyos niveles se correspondió con los GC hallados por el análisis de agrupamientos PAM) para la producción de los kg de leche, ajustando un modelo animal univariado, en un marco Bayesiano, utilizando el programa GIBBS3F90 (Misztal *et al.*, 2018; Masuda, 2018). El modelo consideró como efectos fijos el rodeo (1644 niveles), el año (24 niveles), la estación de parto (2 niveles) y el número de lactancia\_edad al parto (para la lactancia1: 22,25, 29,33,36, 40 y 45 meses de edad; para la lactancia 2: 38, 41, 45, 48, 51, 54, 59 y 66 meses de edad y para la tercer lactancia: 50, 53, 56, 59, 62,

65, 69, 74 y 84 meses de edad) y como aleatorios el animal, el ambiente permanente y el residuo (asumiendo una varianza residual diferente para cada uno de los nuevos grupos de GC definidos y que eran independientes entre sí). El efecto animal se incorporó al modelo a través de un archivo de genealogía e 7818 padres y 304985 madres, que consideró hasta la tercera generación de ancestros de animales con fenotipo. Se realizaron 100000 iteraciones de muestreo de Gibbs, se descartaron las primeras 10000 y se tomaron muestras cada 10 ciclos para obtener las estimaciones finales.

## RESULTADOS

Los estadísticos para L, G y P se presentan en la tabla 1. Según los resultados del análisis de agrupamiento jerárquico (PAM), de 24 métodos utilizados, la mayor frecuencia de agrupamientos fue de 13 grupos, estabilizando la reducción de las diferencias entre ellos y maximizando la homogeneidad dentro de los grupos. Las estadísticas de los reagrupamientos del GC se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 1.** *n*, medias y desvíos estándares (DE) de leche, grasa y proteína para las tres primeras lactancias (lac).

lac	Leche			Grasa			Proteína		
	N	media	DE	N	media	DE	N	media	DE
1	354524	7122,90	1578,07	354524	239,17	53,38	354524	235,14	54,45
2	139927	8304,37	1814,74	139927	275,45	60,49	139927	275,59	61,30
3	82339	8673,73	1871,28	82339	287,26	62,52	82339	286,32	62,38

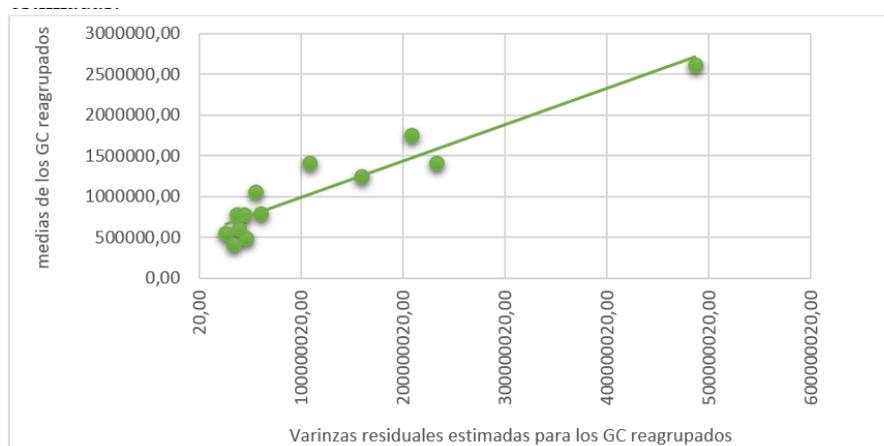
**Tabla 2.** medias y desvíos estándares (DE) de los 13 grupos generados por el agrupamiento jerárquico a partir de los grupos contemporáneos (GC).

Grupos (GC)	Leche		Grasa		Proteína	
	media	DE	media	DE	media	DE
1	5146,55	618,79	177,56	22,48	160,25	19,57
2	6324,12	1079,06	212,95	37,90	205,04	35,06
3	7291,05	1108,06	246,53	38,12	242,04	35,65
4	6481,40	684,39	224,06	24,75	210,72	21,64
5	8021,25	1621,76	263,60	54,31	264,88	53,12
6	7894,80	1293,29	263,81	43,26	263,35	41,64
7	8263,75	1025,46	277,40	35,89	274,48	32,66
8	8812,65	1409,60	289,15	46,50	294,95	45,02
9	9747,27	1266,86	329,24	44,86	325,58	40,29
10	9770,47	1763,47	328,23	60,36	326,47	56,91
11	5852,33	868,53	199,81	30,95	187,20	27,72
12	7073,94	888,76	242,55	31,06	233,38	28,14
13	6864,51	1350,68	228,71	47,43	222,93	45,21

Las varianzas genéticas A, del PE y de los R (de los 13 grupos) estimadas se presentan en la tabla 3. A medida que aumentan las medias, los DE y la varianza de los 13 GC aumenta la varianza residual estimada. En el Gráfico 1 se observa esta relación respecto a las varianzas fenotípicas y las varianzas residuales estimadas.

**Tabla 3.** medias, desvíos estándares (DE) y varianzas (var) aditivas (A), del ambiente permanente (PE) y residuales (R1 a R13) estimadas.

Varianzas genéticas	medias	DE	var
A	220660	5482,6	
PE	198460	4518,1	
R1	494320	6816,3	46461945,69
R2	798990	7774,2	60438185,64
R3	784360	6093,5	37130742,25
R4	412900	5879,4	34567344,36
R5	1755500	14447	208715809,00
R6	1058500	7456,6	55600883,56
R7	784700	6673,7	44538271,69
R8	1420600	10426	108701476,00
R9	1416500	15257	232776049,00
R10	2612100	22055	486423025,00
R11	600500	6250,8	39072500,64
R12	552920	5097,5	25984506,25
R13	1249100	12620	159264400,00

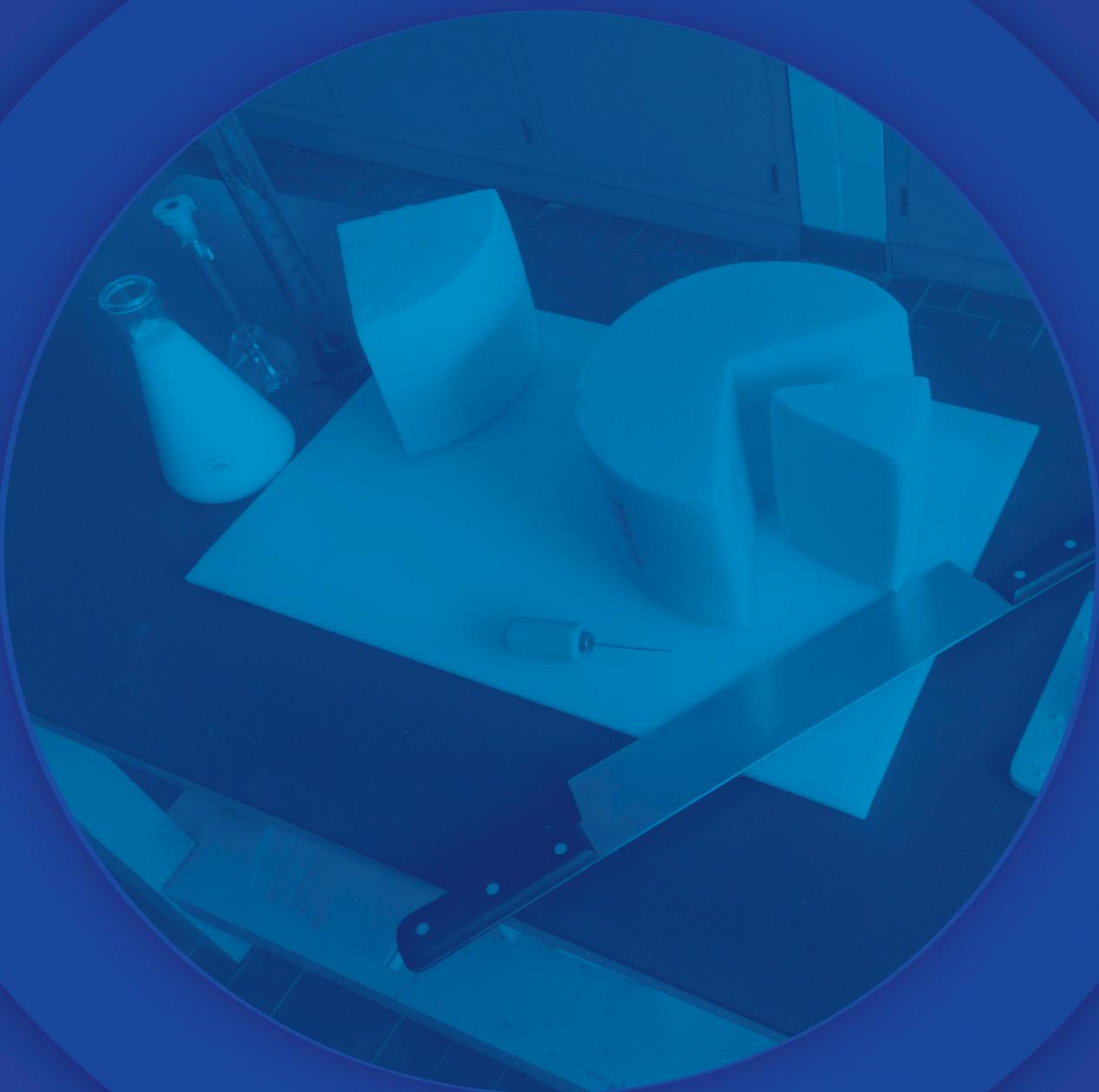


**Gráfico 1.** Relación entre las varianzas fenotípicas de los 13 GC y las varianzas residuales estimadas.

## CONCLUSIONES

Las vacas Holando Argentino presentaron heterogeneidad genética y no genética de la varianza residual para la producción de los kg de leche. A medida que aumenta la varianza fenotípica de los GC aumenta las varianzas residuales estimadas. Frente a la presencia de heterogeneidad de varianza dada por los GC, la exactitud de la estimación de los valores de cría podría estar siendo afectada favoreciendo la selección de una mayor proporción de animales de GC con mayor varianza. Estos resultados sugieren considerar la heterogeneidad de varianzas y es posible que la redefinición de los GC mejore las estimaciones.

# Calidad de leche y agroindustria



## EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE DIFERENTES MICOTOXINAS EN PRODUCTOS SELECCIONADOS A BASE DE CEREALES

*Adorni, M.B.<sup>1,2</sup>; Chaves, C.<sup>2</sup>; Gaggiotti, M.<sup>1</sup>; Signorini, M.<sup>1</sup>; Costamagna, D.<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup>Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (IDICAL-CONICET-INTA), Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Rafaela (UNRAf), Rafaela (Santa Fe).

*adorni.maria@inta.gob.ar*

*Resumen del trabajo presentado por Carolina Chaves, para optar al grado de Licenciada en Industrias Alimentarias de la UNRAf. Fecha de presentación: 07/06/2022.*

### INTRODUCCIÓN

Los cereales y alimentos a base de cereales se consideran cruciales en la alimentación humana (Duarte et al., 2010). A pesar de esto, los mismos pueden estar contaminados con micotoxinas (Pereira et al., 2014). Las de mayor importancia en los cereales son ocratoxina A (OTA), vomitoxina (DON), aflatoxinas (AFT) y zearalenona (ZEA) (Pereira *et al.*, 2014). Debido a que son resistentes a diferentes procesos aplicados durante el procesamiento (molienda, cocción y fermentación) de los granos de cereales y productos a base de ellos (Bullerman y Bianchini, 2007), los consumidores podrían estar expuestos a estas micotoxinas a través del consumo de los mismos, causando efectos adversos en la salud (Khaneghah *et al.*, 2018), por lo que, se recomienda controlar su presencia en los alimentos.

Los objetivos de este estudio fueron evaluar la presencia de micotoxinas (OTA, DON, AFT y ZEA) en productos alimenticios a base de cereales (trigo, arroz y maíz) disponibles comercialmente y evaluar el efecto del envasado en origen o a granel sobre su presencia.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un muestreo aleatorio estratificado. Se realizó un listado de los comercios que expenden productos alimenticios a base de cereales derivados del trigo, arroz y maíz en la localidad de Rafaela, que cumplieran con los criterios de inclusión y se sortearon dentro de esa lista, 10 establecimientos, quedando seleccionados los supermercados y dietéticas donde se adquirieron finalmente las 43 muestras de alimentos para el ensayo.

Posteriormente, dentro de cada comercio se seleccionaron al azar y de la manera más equitativa posible productos alimenticios a base cereales derivados de trigo, arroz y maíz en dos modalidades de presentación: envasado al origen y a granel.

La presencia de micotoxinas (OTA, DON, AFT y ZEA) se evaluó a través de metodología rápida (ELISA) utilizando kit de prueba RIDASCREEN®FAST (R-Biopharm, Alemania), según las especificaciones del fabricante.

## RESULTADOS

### *Prevalencia y concentración de micotoxinas en alimentos a base de cereales.*

El número de muestras positivas, valores medios y prevalencia total de las micotoxinas DON, ZEA, AFT y OTA analizadas en alimentos a base de maíz, trigo y arroz se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Número de muestras positivas, valores medios y prevalencia total de diferentes micotoxinas analizadas en alimentos a base de maíz, trigo y arroz.

Micotoxinas	Deriv. Maíz (n=14)		Deriv. Trigo (n=17)		Deriv. Arroz (n=12)		TOTAL (n=43)
	Muestras positivas <sup>a</sup> (n) %	M ± DE <sup>b</sup> (µg/kg)	Muestras positivas <sup>a</sup> (n) %	M ± DE <sup>b</sup> (µg/kg)	Muestras positivas <sup>a</sup> (n) %	M ± DE <sup>b</sup> (µg/kg)	Prevalencia total (n) %
AFT	(3) 21,4	2,8±4,2	(4) 23,5	2,3±3,9	(1) 8,3	1,1±0,9	(8) 18,6
ZEA	(2) 14,3	19,9±7,9	(4) 23,5	23,3±12,6	(0) 0	17±0	(6) 13,9
DON	(1) 7,1	162±137	(14) 82,4	496±356	(5) 41,8	331±333	(20) 46,5
OTA	(2) 14,5	1,0±0,7	(2) 11,8	1,4±1,2	(2) 16,7	1,3±0,4	(6) 14,3

Referencias: <sup>a</sup> Muestras > límite de detección; <sup>b</sup> Media (M) ± Desvío estándar (DE); Derivados (Deriv.).

La prevalencia de DON en las muestras examinadas fue superior a las demás micotoxinas. El orden de clasificación general de la prevalencia de micotoxinas en los alimentos a base de cereales fue DON>AFT>OTA>ZEA. El valor medio (µg/kg) de las diferentes micotoxinas analizadas en las muestras de alimentos a base de maíz, trigo y arroz se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Valor medio, desvío estándar y rango de micotoxinas en productos alimenticios a base de cereales.

Micotoxinas	M± DE (µg/kg) <sup>a</sup>	Rango (µg/kg)
AFT	2,15 ± 3,47	0,03-17,3
ZEA	20,42 ± 9,31	17-51
DON	341,05 ± 323	20-1230
OTA	1,27 ± 0,87	0,10-4,30

Referencias: <sup>a</sup> Media (M) ± Desvío Estándar (DE).

El orden de clasificación total de concentración de micotoxinas en productos a base de cereales fue DON>ZEA>AFT>OTA.

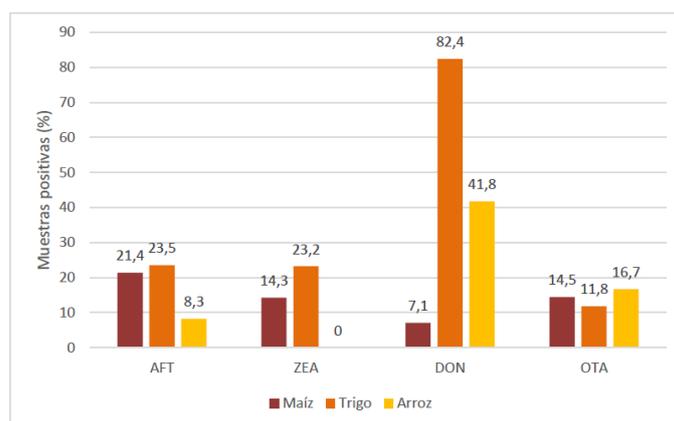
La prevalencia total de DON en las muestras analizadas de alimentos a base de cereales fue del 46,5%. El orden de clasificación de los alimentos a base de cereales en función de la prevalencia y concentración de DON fue trigo>arroz>maíz.

La prevalencia total de ZEA en las muestras analizadas de alimentos a base de cereales fue del 13,9%. Nuevamente la mayor prevalencia se presentó en las muestras de alimentos a base trigo y maíz, no presentándose muestras por encima del límite de detección para el caso de los alimentos derivados del arroz. La mayor concentración fue hallada en los alimentos a base de trigo, seguido por los alimentos a base de maíz y por último los alimentos a base de arroz.

La prevalencia total de AFT en las muestras analizadas de alimentos a base de cereales fue del 18,6%. El orden de clasificación de los alimentos a base de cereales en función de la prevalencia de AFT fue trigo>maíz>arroz, aunque las concentraciones más altas se presentaron en maíz, seguida por el trigo y finalmente el arroz.

La prevalencia total de OTA en las muestras analizadas de alimentos a base de cereales fue de 14,3%. El orden de clasificación de los alimentos a base de cereales en función de la prevalencia de OTA fue arroz>maíz>trigo. Las mayores concentraciones de OTA se hallaron en las muestras de trigo seguidas por los alimentos a base de arroz y finalmente los alimentos a base de maíz.

Los productos a base de trigo fueron los que mayor cantidad de micotoxinas presentaron, siendo DON la micotoxina de mayor prevalencia (82,4%) al igual que en productos a base de arroz (41,8%). En productos a base de maíz, AFT tuvo mayor prevalencia (21,4%), seguida por OTA (14,5%) (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Porcentaje de prevalencia de micotoxinas en cada matriz analizada.

#### Efecto del tipo de presentación de los alimentos sobre la presencia de micotoxinas.

El tipo de presentación del producto no estuvo asociado a la presencia de ZEA ( $P=0,619$ ), DON ( $P=0,376$ ) y OTA ( $P=0,919$ ), pero sí a la presencia de AFT en los tres cereales ( $P<0,001$ ). Aquellos alimentos comprados a granel tuvieron el doble de concentración de AFT ( $3,8\pm 1,2 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) que aquellos comprados en su envase original ( $1,6\pm 0,3 \mu\text{g}/\text{kg}$ ). Estos resultados nos demuestran que las condiciones de almacenamiento de los productos a granel podrían estar influyendo en la concentración de AFT promoviendo el desarrollo y proliferación del hongo durante ese período.

#### Co-ocurrencia de micotoxinas en productos a base de cereales.

La Tabla 3 muestra la co-ocurrencia de micotoxinas en las muestras de productos a base de cereales analizadas en este estudio, representando todas las muestras con concentraciones por encima del límite de detección.

Teniendo en cuenta la co-ocurrencia de las micotoxinas detectadas, en el 46,7% de las muestras analizadas de cereales no se manifestó ninguna micotoxina, mientras que el 23,3% presentó solo 1, siendo en su totalidad DON. En el 23,3% de las muestras se manifestaron 2 micotoxinas; siendo la combinación de mayor frecuencia de aparición la de DON-ZEA. En 2 muestras, correspondientes a tutuca de trigo y arroz yamaní inflado de venta a granel se manifestaron 3 micotoxinas: AFT, DON y OTA (4,7%). En la muestra de tutuca de trigo de venta a granel, se encontraron las 4 micotoxinas (2,3%).

**Tabla 3.** Co-ocurrencia de micotoxinas en muestras de alimentos a base de cereales.

Número de micotoxinas	Tipo de co-ocurrencia	Número de muestras positivas (n=43)
2	AFT – ZEA	1
2	AFT – DON	2
2	AFT – OTA	2
2	DON – ZEA	4
2	DON – OTA	1
3	AFT – DON - OTA	2
4	AFT – DON – OTA - ZEA	1
Total (%)		13 (30)

La mayor co-ocurrencia de micotoxinas se halló en los productos que se expenden a granel. La micotoxina que se presentó en la totalidad de las muestras positivas y en todas las matrices estudiadas fue DON.

Comparación de niveles detectados de micotoxinas con los límites establecidos internacionalmente para la comercialización de productos alimenticios a base de cereales.

Las reglamentaciones de la Unión Europea (UE) establecen los niveles máximos permitidos de micotoxinas en los productos a base de cereales para consumo humano. Teniendo en cuenta las mismas, el 4,6% de las muestras examinadas excedió el valor establecido por la UE tanto para AFT como para ZEA y OTA, y el 16,3% superó el valor determinado para DON (Tabla 4).

**Tabla 4.** Porcentaje de muestras que superaron los niveles máximos de micotoxinas en productos para alimentación humana a base de cereales establecidos por la Unión Europea (UE).

Micotoxinas	Muestras que superan límites establecidos por UE (n) %			Límites establecidos por UE	
	Maíz (n=14)	Trigo (n=17)	Arroz (n=12)	Máximo nivel en:	µg/kg
AFT	(1) 7	(1) 6	(0) 0	Todos los cereales y productos derivados de cereales, incluyendo productos de cereales procesados.	4
	% muestras que superan: 4,6			Maíz sometido a tratamiento físico antes del consumo humano o utilizado como ingrediente en alimentos.	10
ZEA	(0) 0	(2) 12	(0) 0	Maíz destinado al consumo humano directo, harina de maíz, sémola de maíz, germen de maíz y aceite de maíz refinado.	200
	% muestras que superan: 4,6			Pan, pasteles, galletas, refrigerios de cereales y cereales para el desayuno, excepto aperitivos de maíz y cereales para el desayuno a base de maíz.	50
DON	(0) 0	(5) 29	(2) 17	Cereales destinados al consumo humano directo, harina de cereales (harina de maíz y sémola de maíz), salvado como producto final comercializado directamente para consumo humano y germen.	750
	% muestras que superan: 16,3			Pasta seca	500
OTA	(0) 0	(2) 12	(0) 0	Todos los productos derivados de cereales sin procesar, incluidos los cereales procesados, productos y cereales destinados al consumo humano directo.	3
	% muestras que superan: 4,8				

DON fue la micotoxina que superó en mayor porcentaje la tolerancia de la regulación de la UE. Los productos a base de maíz que superaron el nivel máximo permitido de micotoxinas para consumo humano, según UE, fueron tutuca de maíz de venta a granel (AFT) y maíz pisingallo (DON); de los productos a base de trigo que superaron reglamentación de la UE fueron tutuca de trigo de venta a granel (AFT, ZEA, DON y OTA), harina integral de trigo de venta a granel (ZEA), fideos secos al huevo (DON), pasta seca de sémola (DON), galletitas de salvado (DON), galletitas saladas (DON) y tutuca de trigo (OTA). Los productos a base de arroz que superaron los niveles máximos permitidos de AFT según la regulación de la UE fueron arroz inflado y harina de arroz de venta a granel.

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio indican altos niveles de ocurrencia de DON, principalmente en los productos derivados del trigo. Además, DON fue la micotoxina que se presentó en mayor concentración en productos a base de cereales.

El 30% de las muestras estuvieron contaminadas al menos por 2 tipos de micotoxinas, lo cual supone un riesgo para la salud de los consumidores e indica la necesidad de controlar estos productos antes de ser consumidos.

DON fue la micotoxina que superó en mayor porcentaje la tolerancia de la regulación de la UE.

El tipo de presentación del producto (envase original o a granel) estuvo asociado a la presencia de AFT en los tres cereales analizados. Aquellos alimentos comprados a granel tuvieron el doble de concentración de AFT que aquellos comprados en su envase original.

Es necesario aplicar buenas prácticas para garantizar las condiciones adecuadas durante el almacenamiento y la manipulación de los productos finales. Además, se deberían investigar y desarrollar diversas estrategias para prevenir, controlar y reducir la contaminación y proliferación de micotoxinas en los cultivos alimentarios, estudiando los puntos clave de control a lo largo de toda la cadena alimentaria y llevando a cabo un plan de vigilancia continua de micotoxinas en productos a base de cereales.

Por último, debido a la importancia y al impacto en la salud pública es importante trabajar con los entes regulares para que en la Argentina se establezcan los límites permitidos para las micotoxinas en productos a base de cereales, siendo que la UE los considera y en nuestro país no se controlan.

## BIBLIOGRAFÍA

- BULLERMAN, L.B., BIANCHINI, A. 2007. Stability of mycotoxins during food processing. *Int. J. Food Microbiol.* 119, 140–146.
- DUARTE, S., PENA, A., LINO, C. 2010. A review on ochratoxin A occurrence and effects of processing of cereal and cereal derived food products. *Food Microbiol.* 27, 187–198.
- KHANEHGAH, A.M., MARTINS, L.M., VON HERTWIG, A.M., BERTOLDO, R., SANT'ANA, A.S. 2018. Deoxynivalenol and its masked forms: characteristics, incidence, control and fate during wheat and wheat based products processing-A review. *Trends Food Sci. Technol.* 71, 13–24.
- PEREIRA, V., FERNANDES, J., CUNHA, S. 2014. Mycotoxins in cereals and related foodstuffs: a review on occurrence and recent methods of analysis. *Trends Food Sci. Technol.* 36, 96–136.

## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS TÉRMICOS (PASTEURIZACIÓN HTST Y HERVIDO HOGAREÑO) SOBRE LA CALIDAD E INOCUIDAD DE LECHE CRUDA

*Audero, G.<sup>1</sup>; Dinatale, N.<sup>3</sup>; Campos, S.<sup>1</sup>; Costabel, L.<sup>1</sup>; Cuatrín, A.<sup>4</sup>; Lavari, L.<sup>2</sup>*

---

<sup>1</sup>Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (INTA - CONICET), Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>Universidad Católica de Córdoba UCC, (Córdoba).

<sup>3</sup>Alimentaria Pergamino S.A. (Buenos Aires).

<sup>4</sup>Estación Experimental Agropecuaria Paraná (Entre Ríos).

*audero.gabriela@inta.gob.ar*

*Resumen presentado en el 1º Simposio de Nuevas Tecnologías y Herramientas para el Aseguramiento de la Inocuidad y Seguridad Alimentaria. Organizado por la Red de Inocuidad y Seguridad Alimentaria (RISA) de INTA.*

### RESUMEN

La leche es un alimento rico en nutrientes, cuyo consumo tiene un impacto positivo en la alimentación de niños, adultos y personas de la tercera edad. Es una matriz alimentaria apta para ser procesada y transformada en una amplia variedad de alimentos para consumo humano de alta calidad nutricional. En Argentina, la venta de leche cruda para consumo directo se encuentra prohibida, sin embargo, subsisten todavía circuitos cortos de producción y venta desde el tambo al consumidor final. Es importante que previo al consumo reciba el tratamiento térmico adecuado que la transforme en un alimento inocuo y con valor nutritivo para el ser humano. Además de constituir una práctica arraigada, la venta de leche no pasteurizada se mantiene vigente porque permite acceder al alimento de una forma directa y económica. Como contrapunto, los canales informales suponen un riesgo para la salud de la población en términos de inocuidad del alimento. Para este tipo de circuito que implica el consumo de leche cruda la ANMAT establece un protocolo de hervido hogareño 85° C durante 10 minutos para garantizar inocuidad durante 24hs en heladera. El objetivo del presente trabajo fue comparar cómo afectan dos tratamientos térmicos: pasteurización industrial HTST y hervido hogareño según ANMAT, en la calidad e inocuidad de la leche entera cruda durante su almacenamiento en frío (4°C). Se trabajó con 10 muestras de leche entera cruda. A cada muestra se le realizó la medición de pH, medición de acidez por titulación, composición química (materia grasa, proteínas y sólidos totales) y se determinó la ausencia de residuos de antibióticos. En cuanto a la calidad microbiológica se analizaron aerobios mesófilos totales, coliformes totales y *Escherichia coli*. A cada muestra se le aplicó dos tratamientos térmicos T1: pasteurización Industrial (HTST - 72°C – 15 segundos) y el T2: hervido hogareño (85,0°C – 10 minutos). Luego de realizados ambos tratamientos, las muestras fueron evaluadas por nueve días consecutivos, en los cuales se determinaron parámetros fisicoquímicos (pH, acidez), calidad microbiológica (Aerobios mesófilos totales, Coliformes totales y *Escherichia coli*), características organolépticas (aspecto visual y olor) y calidad nutricional, para este parámetro se realizó el análisis de proteína soluble, a las muestras de leche cruda y a las muestras tratadas térmicamente. En cuanto a los procesos térmicos de

conservación aplicados se controlaron las siguientes variables: tiempo y temperatura de proceso. Se concluye que la Pasteurización Industrial (HTST) es el tratamiento térmico que mejor preserva la calidad microbiológica y organoléptica del producto final dentro de su periodo de aptitud (5 días a 4°C), conservando la calidad nutricional, no obstante, el hervido hogareño (85°C-10min) ha demostrado ser una solución fácil de aplicar a leche cruda para consumo familiar que garantiza un producto inocuo durante 4 días, almacenado a 4°C, conservando además la calidad nutricional.

## APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE MEMBRANA COMO ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR EL RENDIMIENTO QUESERO

*Audero, G.<sup>1</sup>; Karlen, J.<sup>2</sup>; Sihufe, G.<sup>3</sup>; Cuatrin, A.<sup>4</sup>; Costabel, L.<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup>Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (INTA - CONICET), Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>INTI Rafaela (Santa Fe).

<sup>3</sup>Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC), Santa Fe.

<sup>4</sup>INTA EEA Paraná (Entre Ríos).

*audero.gabriela@inta.gob.ar*

*Resumen presentado en el VIII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICYTAC).*

### RESUMEN

El incremento en la cantidad de proteínas de la leche destinada a la elaboración de quesos mediante el agregado de leche ultrafiltrada (LUF), puede resultar una estrategia interesante para aumentar el rendimiento quesero. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del incremento en el contenido proteico de la leche utilizada en la elaboración del miniquesos semiduros (a través de la incorporación de leche concentrada por ultrafiltración), sobre diferentes parámetros de interés para evaluar el proceso propiamente dicho, el rendimiento y la calidad fisicoquímica de los quesos obtenidos. Para ello, se prepararon mezclas de leche testigo (LT) y LUF, con el fin de estandarizar la leche a diferentes concentraciones de proteínas (LM1:4,80% y LM2:6,00%). Con las mismas, se elaboraron miniquesos semiduros siguiendo un protocolo estandarizado. La adición del coagulante se realizó de forma fija (CF) y de forma variable (CV), en función del contenido de caseína en las diferentes muestras (LM). En todas las muestras de leches, sueros y quesos, se realizaron análisis de pH y composición química. Durante el proceso, se controló el tiempo de coagulación ( $T_c$ ) utilizando un coagulómetro, se midió el volumen de suero producido ( $V_s$ ), y se calculó el rendimiento práctico (RP), el cual se expresó como kg de queso producidos por cada 100 kg de leche. Tanto en las leches como en los sueros, las concentraciones de todos los componentes analizados aumentaron a medida que se incrementó la cantidad de LUF adicionada. La concentración de proteínas en las leches mezclas fueron  $3,65 \pm 0,13\%$  (LT),  $4,79 \pm 0,14\%$  (LM1) y  $6,04 \pm 0,16\%$  (LM2). En relación al  $T_c$ , se evidenció una interacción significativa ( $p < 0,05$ ) entre la concentración de proteínas en la leche mezcla y la forma de adición del coagulante. Cuando se adicionó CF, se observó que los  $T_c$  fueron más prolongados a medida que aumentó el nivel de proteína presente, siendo los valores de:  $10,55 \pm 1,07$ min (LT),  $11,76 \pm 1,23$ min (LM1) y  $12,06 \pm 0,38$ min (LM2). En las muestras en que se adicionó CV, los  $T_c$  resultaron menores a medida que aumentó el nivel de proteína:  $10,19 \pm 2,08$ min (LT),  $7,77 \pm 1,6$ min (LM1) y  $5,35 \pm 1,45$ min (LM2). El  $V_s$  fue significativamente mayor en las muestras LT y LM1 que en LM2, tanto para CF como para CV. En relación al RP, existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en función del contenido proteico de la leche de elaboración. Independientemente de la forma en que se adicionó el coagulante, los rendimientos promedios fueron  $11,03 \pm 0,47\%$ ,  $16,22 \pm 0,95\%$  y  $20,74 \pm 1,10\%$  (para LT, LM1 y LM2, respectivamente). Finalmente, tanto los contenidos de humedad como de proteínas y materia grasa fueron mayores en los quesos elaborados

con leche UF respecto de aquellos elaborados con LT. En líneas generales, el agregado de LUF aparece como una opción sumamente interesante para incrementar el contenido de proteínas inicial en la materia prima, lo cual repercute positivamente en el rendimiento obtenido luego de la elaboración de los quesos.

*Palabras clave:* leche ultrafiltrada, quesos semiduros, rendimiento, parámetros de calidad.

## UTILIZACIÓN DE LECHE ULTRAFILTRADA PARA ESTANDARIZAR LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNAS DE LA LECHE DESTINADA A LA ELABORACIÓN DE MINIQUESOS BLANDOS

*Audero, G.<sup>1</sup>; Billoud, A.<sup>1</sup>; Karlen, J.<sup>2</sup>; Cambursano, P.<sup>2</sup>; Guanchiale, C.<sup>2</sup>; Costabel, L.<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup>Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (INTA - CONICET), Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>INTI Lácteos, Rafaela (Santa Fe).

*audero.gabriela@inta.gob.ar*

*Resumen presentado en el Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CLICAP) San Rafael, Mendoza, Argentina.*

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo, fue estudiar el impacto de la utilización de concentrado de leche ultrafiltrada (LUF) en la elaboración de miniquesos blandos sobre el rendimiento quesero, evaluando el efecto sobre la calidad fisicoquímica y la proteólisis de los mismos. Para ello, se realizaron mezclas de leche testigo (LT) y LUF, con el fin de estandarizar la leche utilizada para la elaboración de los quesos, a diferentes concentraciones de proteínas. Se trabajó con una LT y tres mezclas LT+LUF (leche mezcla, LM) que permitieron obtener diferentes concentraciones de proteínas en las leches utilizadas para las elaboraciones (LM1, LM2 y LM3). La concentración objetivo de proteínas en las LM fueron 3,8, 4,1 y 4,4% para LM1, LM2 y LM3 respectivamente. Con esas leches se elaboraron miniquesos blandos, utilizando un protocolo de elaboración estándar, desarrollado en el LCLA. El volumen de coagulante utilizado, se modificó teniendo en cuenta el contenido de caseína de las mezclas. En todas las leches, se realizaron análisis fisicoquímicos por métodos normalizados (pH, acidez, grasa, proteínas, caseína). Durante el proceso, se controló el tiempo de coagulación utilizando un coagulómetro, en los sueros se analizó pH, composición y volumen producido, y se calculó el rendimiento teórico (RT) y práctico (RP). En los quesos, se realizaron análisis composicionales y se realizó el seguimiento de la proteólisis a través de la determinación de las fracciones nitrógeno soluble a tiempo inicial y final. Se realizaron dos réplicas completas del ensayo. En las leches, existió una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) en la composición química. Como era de esperar, las concentraciones de todos los componentes analizados aumentaron a medida que se incrementó la cantidad de LUF adicionada. La concentración de proteínas en las leches mezclas fueron  $3,37 \pm 0,05$  (LT),  $3,86 \pm 0,04$  (LM1),  $4,18 \pm 0,06$  (LM2) y  $4,53 \pm 0,04$  (LM3). La relación G/P promedio fue de  $1,21 \pm 0,02$  y el tiempo de coagulación fue de  $5,06 \pm 0,68$  min. En el suero, se encontraron diferencias significativas en la concentración de proteínas, a mayor adición de concentrado de leche UF mayor fue el porcentaje de proteínas en el suero. En relación al rendimiento, existieron diferencias estadísticamente significativas, tanto en el RT como en el RP. Los mayores valores, se obtuvieron en las muestras LM2 y LM3. Los valores promedio de RT fueron  $11,28 \pm 0,25$ ,  $12,07 \pm 0,88$ ,  $13,62 \pm 0,64$  y  $14,61 \pm 1,22$ , y los de RP  $11,23 \pm 0,08$ ,  $12,63 \pm 0,63$ ,  $14,26 \pm 0,54$  y  $15,32 \pm 0,25$ , para LT, LM1, LM2 y LM3 respectivamente. La composición fisicoquímica de los miniquesos estuvo

acorde a lo establecido en el Código Alimentario Argentino para este tipo de queso, y no fue afectada por la cantidad de LUF adicionada. No existieron diferencias significativas en la proteólisis entre los distintos tratamientos. En todos los casos, las fracciones nitrógeno solubles aumentaron de forma significativa con el aumento del tiempo de maduración. Se concluye que utilizando LUF, fue posible aumentar el contenido de proteínas en la leche de elaboración de los quesos, lo que se reflejó en un incremento significativo en el rendimiento quesero, sin modificar la composición fisicoquímica ni la maduración de los quesos elaborados.

*Palabras clave:* leche ultrafiltrada, quesos blandos, rendimiento, calidad.

## ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PRESENCIA DE *LISTERIA MONOCYTOGENES* EN QUESO BLANDO

Campos, S.<sup>1</sup>; Audero, G.<sup>1</sup>; Costamagna, D.<sup>1</sup>; Zbrun, M.V.<sup>1</sup>; Marmo, L.<sup>2</sup>; Costabel, L.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (INTA - CONICET), Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf), Rafaela (Santa Fe).

campos.sonia@inta.gob.ar

Resumen presentado en el VIII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICYTAC).

### RESUMEN

Los productos lácteos son una causa importante de brotes relacionados con *Listeria monocytogenes*, es por ello que los quesos blandos se caracterizan por ser un medio de cultivo ideal para el desarrollo de esta bacteria. Sin embargo, ciertas características intrínsecas y extrínsecas de este tipo de queso pueden limitar el desarrollo de esta bacteria. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue estudiar la relación entre la presencia de *L. monocytogenes* y las características fisicoquímicas de los quesos blandos disponibles en diferentes locales comerciales de Rafaela y su zona de influencia, para lo cual se analizaron 86 muestras de queso blando de diferentes marcas comerciales. Los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos evaluados se corresponden con lo esperado para este tipo de queso. En cuanto al análisis microbiológico, no se detectó la presencia de *L. monocytogenes* en ninguna de las muestras analizadas. Por lo tanto, se concluye que no fue posible establecer una relación entre la presencia de *L. monocytogenes* y las características fisicoquímicas de los quesos blandos estudiados. De igual forma se obtuvieron resultados positivos desde un enfoque de seguridad alimentaria.

*Palabras clave:* queso, composición fisicoquímica, microorganismos patógenos.

Dairy products are an important cause of outbreaks relates to *Listeria monocytogenes*, which is why soft cheeses are characterized as an ideal medium for the development of this bacterium. However, certain intrinsic and extrinsic characteristics of this cheese can limit the development of this bacterium. For this reason, the objective of this work was to study the relationship between the presence of *L. monocytogenes* and the physicochemical characteristics of soft cheeses available in different commercial premises in Rafaela and their influence area, for which 86 samples of soft cheese from different trademarks were analyzed. The results obtained in the physicochemical parameters evaluated are in line with the expected for this type of cheese. Regarding the microbiological analysis, the presence of *L. monocytogenes* was not detected in any of the analyzed samples. Therefore, it is concluded that it was not possible to establish a relationship between the presence of *L. monocytogenes* and the physicochemical characteristics of the soft cheeses studied. In the same way, positive results were obtained from a food security approach.

## INTRODUCCIÓN

Los productos lácteos, como leche y quesos, son una causa importante de brotes vinculados a *Listeria monocytogenes*. Los quesos blandos sin madurar, debido a su elevada humedad y baja acidez, son un medio de cultivo ideal para el desarrollo de esta bacteria. Sumado a esto, las fallas en la práctica de higiene y el diseño incorrecto de equipos o instalaciones podrían facilitar la presencia y persistencia de *L. monocytogenes* en los alimentos, provocando la permanencia de este patógeno. Sin embargo, ciertas características tanto intrínsecas (composición, pH, Aw) como extrínsecas (temperatura y tiempo de conservación) del queso, pueden limitar el desarrollo de esta bacteria.

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue estudiar la relación entre la presencia de *L. monocytogenes* y las características fisicoquímicas de quesos blandos disponibles en diferentes locales comerciales de Rafaela y zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del trabajo se analizaron 86 muestras de queso blando de diferentes marcas. En la figura 1 se muestra el procedimiento llevado a cabo para el muestreo y análisis de las muestras.

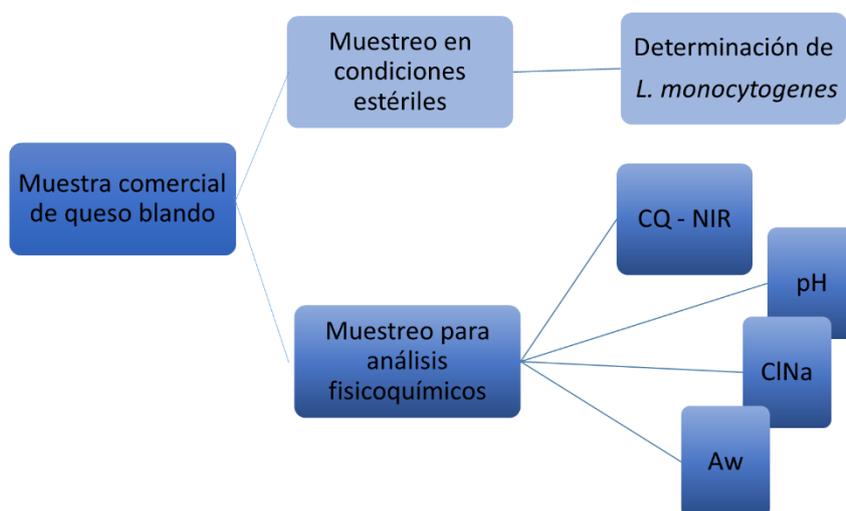


Figura 1. Procedimiento de muestreo.

Se realizó la medición de la composición química utilizando un equipo de medición rápida NIR DA 7250. En la figura 2 se puede observar el procesamiento y análisis por NIR de las muestras.



Figura 2. Procesamiento y análisis NIR de las muestras.

Además, se realizó la medición de pH por potenciometría, NaCl por método de referencia y se determinó el contenido de actividad de agua (Aw), utilizando el equipo Aqua Lab CX-2, a 20°C, tal como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Medición de pH, NaCl y Aw.

En todos los quesos, se realizó simultáneamente la detección de *L. monocytogenes* según norma ISO 11290-1 (2004), pudiéndose observar el procedimiento en la figura 4.

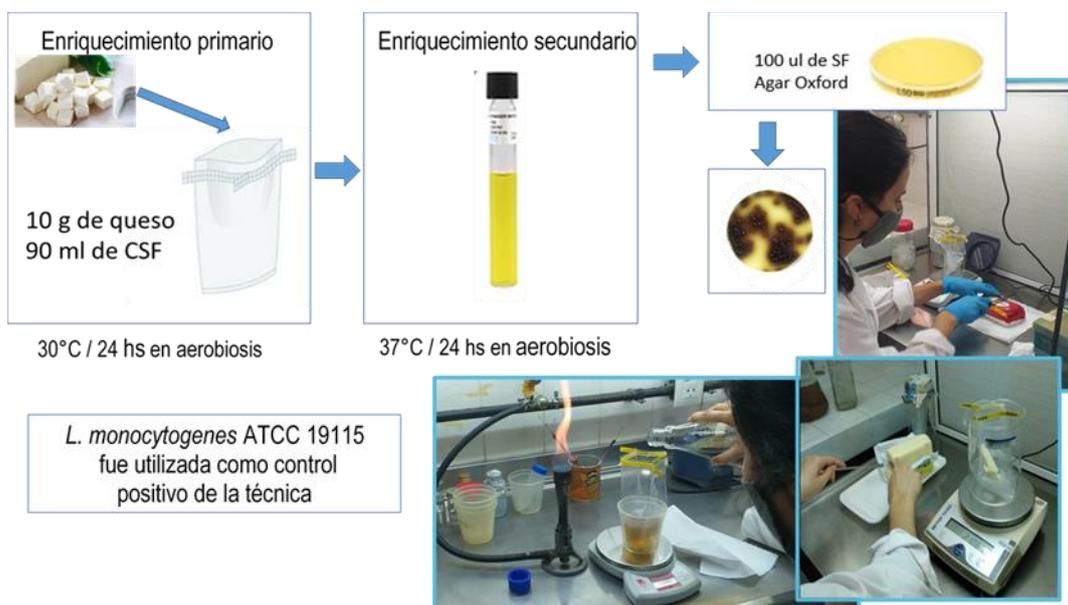


Figura 4. Análisis microbiológico: detección de *L. monocytogenes*.

## RESULTADOS

Los valores medios correspondientes para los parámetros humedad, grasa, proteína y pH se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Valores medios obtenidos a partir de 86 muestras de queso blando, expresados en base seca (g/100 g de muestra seca).

Variable	Valor medio $\pm$ DE	Mín <sup>1</sup>	Máx <sup>2</sup>
Humedad	51,58 $\pm$ 2,701	44,94	61,92
Grasa	32,48 $\pm$ 5,185	7,67	51,10
Proteína	23,18 $\pm$ 2,429	16,25	29,27
pH	5,24 $\pm$ 0,110	4,82	5,44
NaCl	0,70 $\pm$ 0,291	0,04	1,58
a <sub>w</sub>	0,97 $\pm$ 0,004	0,958	0,978

<sup>1</sup>Mínimo - <sup>2</sup>Máximo

Teniendo en cuenta el valor medio de humedad obtenido, todos los quesos ensayados clasifican como quesos de pasta blanda (contenido de humedad entre 46,0 y 54,9%) según el Código Alimentario Argentino (CAA). El valor promedio de NaCl arrojado en este muestreo fue de 0,70  $\pm$  0,29%. El valor medio de Aw obtenido fue de 0,97  $\pm$  0,004%. Estos resultados también coinciden con lo esperado para este tipo de quesos. En relación al análisis microbiológico, no se detectó la presencia de *L. monocytogenes* en ninguna de las muestras analizadas.

## CONCLUSIONES

No se detectó *L. monocytogenes* en ninguno de los quesos analizados, por lo que no fue posible establecer una relación entre la presencia de este patógeno y las características fisicoquímicas de los quesos blandos estudiados.

Los resultados fueron positivos desde un enfoque de seguridad alimentaria. Teniendo en cuenta este patógeno, se podría inferir una correcta implementación de buenas prácticas de manufactura y una adecuada higiene durante la manipulación y fraccionamiento de los quesos muestreados.

Este trabajo permitió obtener información útil para caracterizar desde el punto de vista fisicoquímico, los quesos blandos disponibles en diferentes establecimientos de Rafaela y zona.

## AGRADECIMIENTOS

Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf) (Proyecto de investigación Exp. n 393/2019).

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (Proyecto 2019-PE-E7-I147).

## DEFECTOS SENSORIALES EN QUESO RALLADO: RELACIÓN CON LIPÓLISIS, ÁCIDOS GRASOS LIBRES Y COMPUESTOS VOLÁTILES

*Campos, S.; Audero, G.; Páez, R.; Costabel, L.*

---

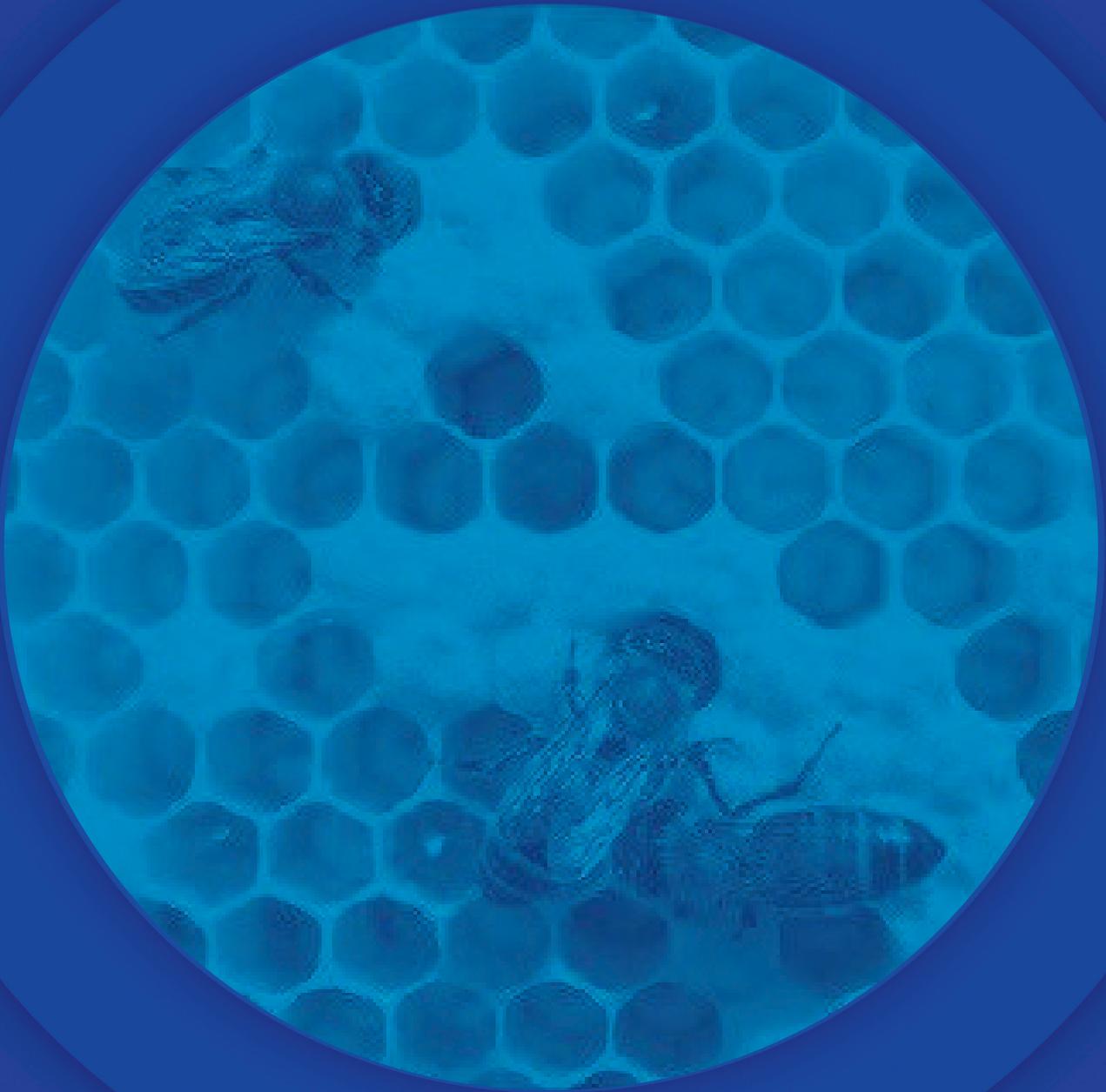
Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (INTA - CONICET), Rafaela (Santa Fe).  
*campos.sonia@inta.gob.ar*

*Resumen presentado en el Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, CLICAP 2022.*

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue identificar los compuestos asociados a la aparición de defectos sensoriales en queso rallado. Para ello, se analizaron 6 quesos rallados (QR), con 60 días de almacenamiento. Los quesos fueron provistos por una empresa láctea de la cuenca lechera central de Argentina. Tres de los quesos fueron considerados sin defectos sensoriales (SD) y tres con defectos sensoriales (CD) por el panel sensorial de la empresa. En los quesos CD, el panel identificó defectos en el flavour, tales como gusto rancio y/o a queso azul. En todos los QR, se analizaron concentración de grasa, humedad, hongos y levaduras, valor peróxido, lipólisis, perfil de ácidos grasos libres (AGL) y volátiles de oxidación. El contenido de grasa en los quesos fue  $37,85 \pm 0,21$  y  $40,97 \pm 1,35$  para SD y CD respectivamente. Los quesos CD, se caracterizaron por tener niveles de grasa superior a 39%. Según la bibliografía (Fox *et al.*, 2000 y Guinee y Kilcawley, 2004) un contenido de grasa mayor a 39%, aumentaría los riesgos de rancidez oxidativa durante el almacenamiento. No existió diferencias significativas en el contenido de humedad, hongos y levaduras y el valor peróxido entre los quesos SD y CD. La lipólisis total de los quesos CD, fue significativamente mayor ( $p < 0,10$ ) que en los quesos SD. En los quesos CD, el valor lipólisis total fue de  $377,49 \pm 132,43$  mg/100g, y en los quesos SD fue  $175,27 \pm 40,25$  mg/100g. En cuanto al perfil de AGL, existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,10$ ) para los AG cáprico (C10), palmítico (C16), esteárico (C18) y oleico (C18:1). En todos los casos, los valores de los quesos CD fueron mayores que el de los SD. En relación a la concentración de volátiles totales de oxidación, existió una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,10$ ) entre las muestras CD y SD. Los valores fueron  $59,36 \pm 21,10$  % en las muestras CD y  $3,79 \pm 1,48$  en las muestras SD. Analizando los compuestos volátiles individuales, se observó una marcada diferencia en la concentración de ciertos compuestos presente en los quesos CD y SD. La 2-pentanona, 2-hexanona, 2 heptanona y 8-nonen-2 ona estuvieron presentes en elevada concentración en las muestras CD, no detectándose, o estando en muy baja concentración en las muestras SD. Si bien son compuestos identificados normalmente en quesos Reggiano, en las muestras CD la concentración de los mismos fue 10 veces mayor. La elevada concentración encontrada en los quesos CD, puede provocar un desbalance en el flavour, generando el defecto sensorial. Según la bibliografía, la 2 heptanona se asocia a flavour a queso azul, mientras que la 8-nonen-2 ona, se asocia a flavour a queso azul y rancio. Se concluye que la mayor concentración de grasa encontrada en los quesos CD, podría estar vinculada al mayor grado de lipólisis y al desbalance en la concentración de volátiles de oxidación observado en los mismos. Algunos compuestos volátiles de oxidación se pudieron asociar a los defectos sensoriales detectados por el panel sensorial.

# Apicultura



## NIVELES DE HIDROXIMETILFURURAL (HMF) EN MIELES CON DISTINTO ORIGEN GEOGRÁFICO COMERCIALIZADAS EN LA CIUDAD DE RAFAELA, SANTA FE

*Gaggiotti, M.<sup>1</sup>; Sigrist, M.<sup>2</sup>; Molineri, A.<sup>1-3</sup>; Merke, J.<sup>1</sup>; Pacini, A.<sup>1-3</sup>;  
Adorni, M.B.<sup>1-3</sup>; Repetti, M.R.<sup>2</sup>; Giacobino, A.<sup>1-3</sup>*

---

<sup>1</sup>Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (IDICAL), Rafaela (Santa Fe).

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ-NL), Santa Fe

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf), Rafaela (Santa Fe)

*gaggiotti.monica@inta.gob.ar*

*msigrist23@gmail.com*

*Resumen presentado en el VIII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICYTAC).*

### RESUMEN

Las condiciones en que se realiza el proceso de extracción y manipulación de la miel son importantes para garantizar su calidad, asegurar su vida útil y mantener sus características sensoriales. Los niveles de hidroximetilfurural (HMF), junto con el contenido de humedad y de actividad diastásica, son indicadores de la frescura de la miel. El HMF es un compuesto formado por la deshidratación de la fructosa y su presencia en la miel puede producir alteraciones en el color y el desarrollo de flavors y olores extraños (no habituales en la matriz miel). El pH ácido, el contenido de agua y la composición rica en monosacáridos de la miel favorecen la aparición o espontánea del HMF. Este compuesto aumenta su concentración con el paso del tiempo, siendo la exposición a temperaturas elevadas uno de los factores que más influye. El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de HMF en mieles comerciales expuestas en góndolas de Rafaela, provincia de Santa Fe. Se analizaron 57 muestras de miel, adquiridas en diferentes comercios en los años 2020 y 2021 (27 en el 2020 y 30 en el 2021). Se realizó un muestreo aleatorio partiendo de la lista de todos los comercios que ofrecen miel entre sus productos y se seleccionaron al azar 10 establecimientos y en cada uno se seleccionaron al azar 3 mieles por año. De cada una de las mieles se registró según su etiqueta: fecha de elaboración y de vencimiento, origen geográfico y tipo de producción (convencional u orgánica). La metodología empleada para la cuantificación de HMF fue la norma IRAM 15937-1/2007. De acuerdo con la fecha de elaboración y lo establecido por el CCA se calculó la variable "numero de meses para vencer" como indicador del efecto tiempo de almacenamiento en frasco. El valor promedio encontrado fue de 59,06 mg/kg ( $\pm 41,94$  mg/kg) y el 66% de las muestras mostró niveles superiores a 40 mg/kg (límite establecido por CAA). No se encontró asociación con el origen geográfico ( $P=0,57$ ), con el tipo de producción ( $P= 0,797$ ) ni con el año en que se adquirieron las muestras ( $P=0,06$ ). Del mismo modo, no se encontró una correlación significativa entre los niveles de HMF cuantificados en las mieles y el número de meses que faltaban para su vencimiento ( $R= -0,17$ ;  $P= 0,31$ ). Estos resultados sugieren que las mieles son envasadas con niveles relativamente altos de HMF y que el proceso de conservación hasta la venta no contribuiría en mayor medida en incrementarlos.

*Palabras claves:* apicultura, mieles comerciales, grado de frescura.

## EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE ELEMENTOS DE RELEVANCIA TOXICOLÓGICA EN MIELES FRACCIONADAS DISPONIBLES PARA SU COMERCIALIZACIÓN

*Sigrist, M.<sup>1</sup>; Brusa, L.<sup>1</sup>; Schlotthauer, J.<sup>1</sup>; Giacobino, A.<sup>2-3</sup>; Molineri, A.<sup>2-3</sup>; Merke, J.<sup>2</sup>; Gaggiotti, M.<sup>2</sup>; Pacini, A.<sup>2-3</sup>; Minetti, A.<sup>3</sup>; Repetti, M.R.<sup>1</sup>; Adorni, M.B.<sup>2-3</sup>*

---

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral (FIQ-UNL), Santa Fe  
<sup>2</sup>Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (IDICAL-CONICET-INTA), Rafaela (Santa Fe)  
<sup>3</sup>Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf), Rafaela (Santa Fe)  
*gaggiotti.monica@inta.gob.ar*  
*msigrist23@gmail.com*

*Resumen presentado en el VIII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICYTAC).*

### RESUMEN

La miel puede definirse como una sustancia dulce natural producida por las abejas obreras de la especie *A. mellifera* a partir del néctar de las flores o de las secreciones de insectos succionadores de plantas que las abejas recolectan, transforman y combinan con sustancias específicas propias y almacenan y dejan madurar en los panales. Además, constituye un alimento de consumo humano, por lo que debe asegurarse su inocuidad. Nuestro país exporta más del 95% de la miel que produce, adecuándose a los estándares de calidad de los mercados internacionales. Los metales pesados son un contaminante importante de los alimentos. Las abejas pueden incorporarlos en la miel a partir del néctar de flores contaminadas. El objetivo del presente trabajo fue detectar la presencia de los metales pesados especificados (arsénico, As; cadmio, Cd; plomo, Pb; mercurio, Hg y cobre, Cu) en el protocolo de miel fraccionada del Ministerio de Agroindustria de Argentina. Se analizaron 58 mieles fraccionadas adquiridas en comercios de la localidad de Rafaela. En cada muestra se cuantificó la presencia As, Cd, Pb, Hg y Cu mediante espectrometría de masa con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) con digestión de muestras asistida por horno microondas. El Cd se detectó en una muestra con una concentración de 1,8  $\mu\text{g kg}^{-1}$  no superando el límite especificado en el protocolo de Calidad de Miel fraccionada (10  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ). El As se cuantificó en el 43% de las muestras analizadas en concentraciones que variaron entre 4,0  $\mu\text{g kg}^{-1}$  y 65,4  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ; el 3% de las mieles presentó valores superiores a los especificados por dicho protocolo (15  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ). El Cu se encontró en el 97% de las mieles analizadas con un valor promedio de 159,4  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , el valor máximo hallado fue de 416,1 y el mínimo de 59,7  $\mu\text{g kg}^{-1}$  y ninguna superó el límite del protocolo mencionado anteriormente (10mg/kg). El Pb y el Hg no se detectaron en ninguna de las muestras analizadas. Un estudio similar para identificar la presencia de Pb y Cd en mieles del NO argentino detectó la presencia de Pb en mieles multiflorales y de limón con promedios de 26,7 y 22,3  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente. Los valores promedios de Cd en mieles de limón fueron similares a los detectados en este trabajo (1,18  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) encontrándose concentraciones más altas en mieles multiflorales (2,67  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ).

*Palabras claves:* metales pesados, contaminantes, alimento.

Este documento reúne artículos técnicos producidos por profesionales del Área de Producción Animal del INTA Rafaela, durante el año 2022.

En relación a la evaluación y producción de forrajes, se presenta un trabajo extendido sobre fertilización y corrección del suelo con gramíneas forrajeras tropicales realizado en la región central argentina.

El efecto de la dieta sobre el desarrollo de la glándula mamaria en la recría de vaquillonas y el monitoreo y prevención de las enfermedades del período de transición de vacas lecheras son las temáticas abordadas en la sección de nutrición animal.

Mientras que, los profesionales ligados a los temas reproductivos del rodeo hacen foco en el desempeño de vacas lecheras primíparas con metritis puerperal posparto.

Se presentan estimaciones de parámetros genéticos relacionados a la producción de leche de bovinos Holando Argentino.

La calidad e inocuidad de la leche producida, como así también la de sus productos derivados, ocupan un espacio trascendental en la presente publicación, atendiendo temas de relevancia como la presencia de micotoxinas en productos seleccionados a base de cereales, la aplicación de diferentes tratamientos en pos de incrementar la producción y calidad quesera, entre otros.

Además, se aborda la determinación de parámetros de calidad y frescura de mieles que se comercializan dentro del área de influencia de la EEA Rafaela.

**Publicación Miscelánea**  
**Año 11. N°1. Enero 2023**  
**ISSN en línea: 2314-3126**