

3	<b>Editorial</b> <i>Ing. Agr. Néstor Oliveri, Director Nacional, INTA.</i>	52	<b>Suplementación Energética con Granos de Cereales Forrajeros</b> <i>Ing. Agr. Gerardo A. Gagliostro, INTA Balcarce.</i>
7	<b>Introducción</b> <i>Ing. Agr. Miguel Taverna, Coordinador Programa Leches.</i>	61	<b>Carne derivada del tambo Utilización de Forrajes Conservados y Concentrados para la Producción de Carne con Novillos Holando-Argentino</b> <i>Ings. Agrs. Horacio Castro y Norberto Andreo, INTA Rafaela.</i>
<b>CARACTERIZACIÓN SECTORIAL</b>			
10	<b>Caracterización de la Cadena Láctea en la Argentina</b> <i>Lic. Juan Cruz Terán, INTA Rafaela.</i>	68	<b>Recría de Vaquillonas</b> <i>Ings. Agrs. Norberto A. Andreo y Miriam Gallardo. Meds. Vets. Martín Maciel, Oscar Anziani e Ignacio Fandiño, INTA Rafaela.</i>
18	<b>Producción Primaria y Regiones Productivas</b> <i>Ing. Agr. Juan Chimicz, INTA Rafaela. Ing. Agr. Edgardo L. Gambuzzi, Agente Cambio Rural.</i>	75	<b>Curva de Producción y Composición de Leche Bovina</b> <i>Ing. Agr. Alejandra L. Cuatrin, INTA Rafaela.</i>
<b>SISTEMAS DE PRODUCCIÓN</b>			
26	<b>Producción de Leche en Sistemas Pastoriles</b> <i>Ing. Agr. E. A. Comerón, INTA Rafaela. Ing. Agr. J. Baudracco, Fac. Cs. As. Esperanza, UNL. Dr. N. López-Villalobos y Dr. C. W. Colmes, Massey University, Nueva Zelanda. Ing. Agr. L. A. Romero, INTA Rafaela.</i>	80	<b>Residuos en las Instalaciones de Ordeño</b> <i>Ing. Prod. Verónica Charlón, INTA Rafaela.</i>
32	ProINTA Carmina <b>Variación de Alfalfa con Menor Potencial Timpanizante</b> <i>Ing. Agr. D. H. Basigalup, Ing. Agr. J. Martínez Ferrer, A. Odorizzi, V. Arolfo y Ing. Agr. E. Ustarroz L., INTA Manfredi. Ing. Agr. Bernáldez, Universidad Austral de Chile. M. V. N. Latimori, M. V. A. Kloster, INTA Marcos Juárez. P. Davies, D. Méndez, INTA Gral. Villegas. M. V. M. Correa Luna, INTA Venado Tuerto.</i>	86	<b>Manejo de Efluentes de Tambos "INTA Rafaela"</b> <i>Ing. Agr. Miguel Taverna, Ing. Prod. Verónica Charlón, Lic. Karina García, Tco. Emilio Walter, INTA Rafaela.</i>
38	<b>Elección de Cultivares de Alfalfa</b> <i>Ing. Agr. M.ª del C. Spada, C. Guzmán y Ing. Agr. D. H. Basigalup, INTA Manfredi.</i>	92	<b>Incrementar la Rentabilidad Económica de la Empresa Lechera. Selección y Cruzamiento</b> <i>Dr. N. López-Villalobos, Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences, Massey University, Nueva Zelanda. Ing. Agr. E. A. Comerón, INTA Rafaela. Ing. Agr. J. Baudracco, Fac. Cs. As. Esperanza, UNL.</i>
43	<b>Buenas Prácticas en la Atención del Parto y la Crianza de Terneras</b> <i>M.V. Guillermo Berra, Instituto de Patobiología, INTA Castelar.</i>	99	<b>Costo de Producción del Litro de Leche</b> <i>Ing. Agr. H. Castignani y Lic. J.C. Terán, INTA Rafaela. Ing. Agr. P. Engler, Ing. Agr. G. Litwin, Ing. Agr. W. Mancuso y Ing. Agr. M. Rodríguez, INTA Paraná. Ing. Agr. M. Suero, UEE San Francisco, Córdoba. Ing. Agr. C. Ghida Daza, INTA Marcos Juárez.</i>
47	<b>Manejo Nutricional y Ambiental para el Verano</b> <i>Ing. Agr. Miriam Gallardo, INTA Rafaela. Ing. Agr. Silvia Valtorta, CONICET.</i>	105	Lechería ovina <b>Sistemas de Producción de Leche en Ovinos</b> <i>Ing. Agr. Ingrid Bain, INTA Chubut.</i>

## CALIDAD DE LECHE Y PRODUCTOS

- 112 **Composición Química de la Leche Producida en la Argentina**  
*Ing. Agr. Miguel Taverna, INTA Rafaela*
- 118 **Valor Saludable de la Grasa Butirosa y Producción de Lácteos con Alto Impacto Sobre la Salud Humana**  
*Ing. Agr. Gerardo A. Gagliostro, INTA Balcarce.*
- 126 **Vida Útil en la Leche Entera en Polvo Impacto de la Calidad de la Materia prima**  
*Ing. en Alimentos Roxana Páez y Ing. Quím. Mónica Chávez, INTA Rafaela.*
- 130 **Influencia de la Estación de Recolección de Leche Cruda, sobre el Sabor y el Aroma de Leche Entera en Polvo**  
*Dra. Andrea Biolatto y Dra. Gabriela M. Grigioni, Analista Ana. M. Sancho, Dra. Norma A. Pensei, Instituto Tecnología de Alimentos, INTA.*
- 135 **Color de la Leche en Polvo**  
*Dra. Gabriela Grigioni, Dra. Andrea Biolatto, Dr. Martín Irurueta, Analista Ana M. Sancho y Dra. Norma Pensei, INTA CNIA, Castelar. Ing. Agr. Miguel Taverna, INTA Rafaela.*
- 138 **Incorporación de Antioxidantes Naturales y Resistencia de la Leche Cruda a la Oxidación Inducida por Luz Fluorescente**  
*Dra. A. M. Descalzo y Lic. L. Rossetti, L., INTA Castelar. Ing. en Alimentos R. Páez, Ing. Agr. Comerón, E.A., INTA Rafaela.*
- 143 **Presencia de Clostridios Gasógenos en la Leche**  
*Lic. Gaggiotti, M. del C.; Ing. Agr. Romero, L.A., Ing. Agr. Taverna, M.A. y M.V. Calvhino, L., INTA Rafaela. Dr. Reinheimer, J.A., INLAIN - FIQ - UNL.*
- 150 **La Calidad en la Leche de Oveja**  
*Med. Vet. Margarita Buseti, INTA Anguil.*

## SANIDAD

- 157 **Situación Actual de Enfermedades Transfronterizas del Ganado Lechero en Argentina y Países Limítrofes**  
*Ms. Vs. Dr. Héctor Tarabla y Alejandro Abdala, INTA Rafaela.*
- 159 **Las Enfermedades de Base Metabólico-Nutricional en Las Vacas Lecheras en Transición**  
*Dr. Carlos N. Corbellini y Francisco Busso Vanrel, INTA Pergamino. Juan Grígera, Asesor Privado, Consultor de ELANCO Animal Health Argentina. Gonzalo Tuñón, Asesor Privado, Consultor AACREA.*
- 166 **La Producción Lechera Fuente de Gases de Efecto Invernadero**  
*Laura Finster y M. V. Guillermo Berra, INTA Castelar. Ing. Agr. Silvia Valtorta, CONICET.*
- 169 **Tuberculosis Bovina en Rodeos Lecheros**  
*Ms. Vs. Alejandro A. Abdala y Héctor D. Tarabla, INTA Rafaela.*
- 174 **Terapia en Mastitis Causadas por Staphylococcus aureus**  
*M. V. Luis Calvino, INTA Rafaela.*
- 180 **El Control de Parásitos Bovinos en Producción de Leche**  
*Ms. Vs. Oscar S. Anziani y Alberto A. Guglielmone, INTA Rafaela.*
- 186 **Mastitis en Ovejas Lecheras**  
*M. V. Víctor H. Suárez, INTA Anguil.*



Año VII - N° 9 - Diciembre de 2007

L E C H E R Í A

# Influencia de la Estación de Recolección de Leche Cruda, sobre el Sabor y el Aroma de Leche Entera en Polvo

- **Dra. Andrea Biolatto y Dra. Gabriela M. Grigioni, Analista Ana. M. Sancho, Dra. Norma A. Pensel,** Instituto Tecnología de Alimentos, INTA

*Las características que componen la leche cruda empleada en la elaboración de leche en polvo, determinan su calidad organoléptica, que esta asociada a los aspectos relacionados con el aroma, sabor, color y textura de un alimento. El olor y sabor son atributos que tiene en cuenta el consumidor en el momento de seleccionar de un alimento. El olor y sabor de la leche en polvo se encuentra influenciado por la estación del año en la cual se recolecta la materia prima.*

- Se define como **Calidad Organoléptica** de un alimento, al conjunto de sensaciones experimentadas por una persona, cuando ingiere un alimento. Se relaciona con las características del producto como su sabor, aroma, color y textura. Estos atributos influyen en la decisión del consumidor en el momento de elegir un producto.

Cuando se ingiere un alimento, el sabor y aroma se perciben en forma simultánea, por la acción de las papilas gustativas y olfativas. Esta percepción esta determinada por compuestos químicos que se hallan en distintas cantidades. En determinados niveles, estos compuestos le confieren al alimento, sabor y aroma agradable. Sin embargo, cuando los compuestos químicos superan determinados niveles, provocan la aparición de sabores y aromas desagradables.

En la leche cruda y los productos lácteos, los compuestos químicos responsables de su sabor y aroma se pueden originar por la acción de enzimas que se encuentran naturalmente en la leche, enzimas bacteriales y cambios químicos catalizados por luz o metales pesados. Además, el tipo de alimentación dada al ganado determina la presencia y nivel de compuestos químicos en la leche cruda. Por ejemplo, cuando los animales se alimentan con pasto, la presencia de algunos compuestos químicos se ven afectadas por variables ambientales tales como la estación del año, ubicación geográfica de la pastura, su composición botánica y el tiempo en que el animal se alimenta con pasto. Por otro lado, los métodos de procesamiento y las condiciones de almacenamiento de productos lácteos son otros factores que influyen el nivel de compuestos químicos responsables de su sabor y aroma.

Es importante la representatividad que tiene

nuestro país en el mercado mundial de productos lácteos. Según información del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), en el 2005, la Argentina resultó el tercer exportador mundial de leche en polvo entera, y el séptimo de leche en polvo descremada.

Dada la importancia que los productos lácteos, en general, y la leche entera en polvo, en particular, tienen para la economía nacional, el INTA Rafaela y el Instituto Tecnología de Alimentos de Castelar) con el apoyo de las universidades nacionales, llevan adelante diversos estudios asociados a la **Calidad de Productos Lácteos**.

Se obtuvieron muestras de leche entera en polvo instantánea (LEP) se obtuvieron a partir de leche cruda proveniente de la Cuenca Lechera Central Argentina. Estas muestras de leche cruda fueron colectadas quincenalmente durante un año. La elaboración de LEP instantánea se realizó mediante la aplicación de procesos térmicos de alta temperatura a partir de leche estandarizada. Los tratamientos térmicos usados fueron de 90-93°C durante 3 min (tratamiento térmico indirecto: TTI) y de 105°C durante 30s (tratamiento térmico directo: TTD). Las LEP correspondientes al proceso indirecto se envasaron en bolsas de polietileno de 400 g en caja de cartón en aire, y las LEP manufacturadas bajo el proceso directo se envasaron en latas de aluminio de 800 g en atmósfera inerte de N<sub>2</sub>. Inmediatamente a la elaboración las LEP, se almacenaron a -20±1°C hasta el análisis.

Un conjunto de compuestos químicos se seleccionaron por su contribución al sabor y al aroma de la leche en polvo: dimetil sulfuro, 3-metil butanal, pentanal, hexanal y ácido butírico. Los compuestos se determinaron por cromatografía de gases.

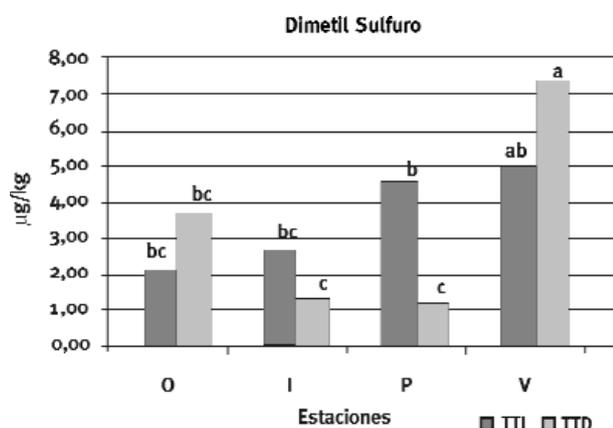
Las figuras 1 a 5 muestran los niveles de dimetil

sulfuro, pentanal, hexanal, 3-metil butanal y ácido butírico hallados en LEP, procedente de leche cruda colectada en las distintas estaciones del año y procesadas aplicando dos tratamientos térmicos (directo e indirecto).

Diversos trabajos de investigación mostraron que cuando el ganado consume pastura de alfalfa, aumenta el contenido de dimetil sulfuro, producto de degradación microbiológica ruminal del aminoácido metionina, en los productos lácteos. Dicho componente estaría asociado a descriptores de forraje o ensilaje, y se asoció a la degradación microbiológica ruminal del aminoácido metionina.

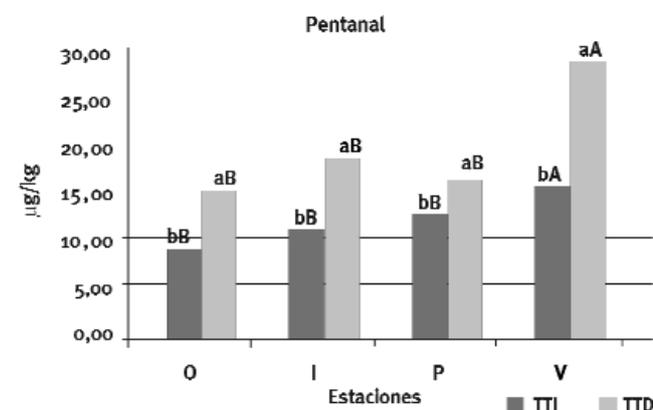
En la cuenca lechera santafesina, en otoño e invierno, los sistemas de alimentación están basados en una ración mezcla basada en silaje, grano y heno de alfalfa. En primavera y verano, la pastura de alfalfa es introducida sin límite en el programa de alimentación, mientras que el grano y el heno de alfalfa, se reducen rápidamente de la dieta. Es importante hacer notar que los mayores niveles de dimetil sulfuro en este trabajo se hallaron en la LEP de verano, para ambos tratamientos térmicos (Figura 1). Sin embargo, los valores de dimetil sulfuro hallados no superaron el nivel de 14 µg/kg. Niveles mayores de 14 µg/kg se informaron como responsables de la

● *Figura 1. Nivel de dimetil sulfuro (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto<sup>a</sup>.*



<sup>a</sup>Medias con diferentes letras indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) relacionadas con el efecto de interacción Tratamiento Térmico\*Estación.

● *Figura 2: Nivel de pentanal (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto<sup>a</sup>.*



<sup>a</sup>Medias con diferentes letras indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) relacionadas a: a: letras minúsculas y mayúsculas correspondientes a efecto del Tratamiento Térmico y Estación, respectivamente.

aparición de defectos en el sabor y aroma de la leche en polvo.

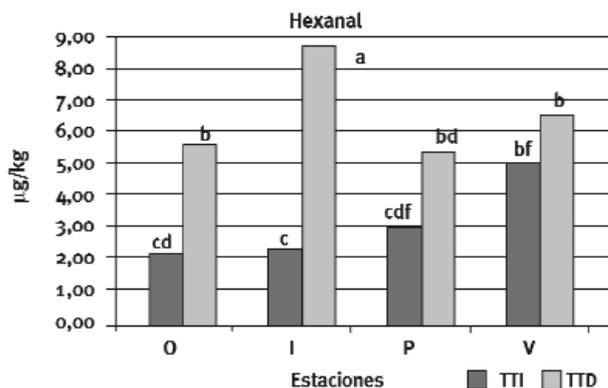
Diversos autores han identificado a los aldehídos de cadena lineal (ejemplo: pentanal, hexanal, heptanal, octanal, nonanal) como compuestos que contribuyen significativamente a la descripción del sabor y el aroma de aceptación de leche entera en polvo. Estos componentes son productos de la degradación de los ácidos grasos presentes en la leche. Entre estos componentes, pentanal y hexanal son los más abundantes.

En la Figura 2 se puede observar que el contenido de pentanal, para ambos tratamientos térmicos, mostró un incremento a través de las estaciones, evidenciándose el valor más alto ( $P < 0,05$ ) en el verano. Por su parte, el hexanal en las LEP del TTI siguió la misma tendencia estacional que el dimetil sulfuro y el pentanal (Figura 3). Como se explicó, para el dimetil sulfuro, este

comportamiento estacional observado en los niveles de pentanal y hexanal, podría deberse a los cambios en la composición de la dieta de los animales, la cual influye directamente sobre las propiedades de la leche. Es importante señalar que ensayos realizados por la EEA-Rafaela y el ITA-CIA-Castelar, en leches de cuencas lecheras locales, mostraron mayores concentraciones de los ácidos grasos linoleico (n-6) y linolénico (n-3) en aquellas leches procedentes de animales alimentados con pasturas frescas, respecto de aquellos alimentados con dietas a base de grano. Estos ácidos grasos, n-6 y n-3, manifiestan una gran vulnerabilidad a los procesos de degradación. Consecuentemente, los niveles de pentanal y hexanal hallados podrían ser una respuesta de la composición de ácidos grasos de la materia prima.

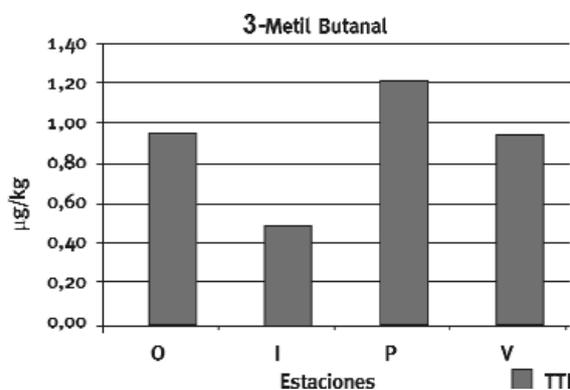
Por otro lado, el contenido de pentanal y hexanal es distinto ( $P < 0,05$ ), según el tratamiento tér-

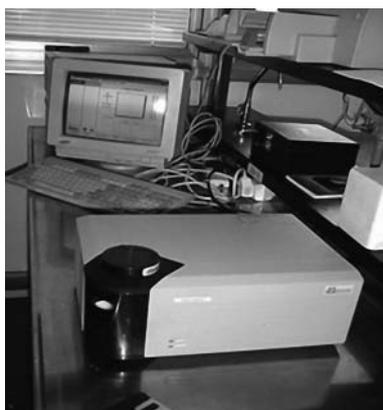
● *Figura 3: Nivel de hexanal (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto<sup>a</sup>.*



<sup>a</sup>Medias con diferentes letras indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) relacionadas al efecto de la interacción Tratamiento Térmico\*Estación.

● *Figura 4: Nivel de 3-metil butanal (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto<sup>a</sup>.*





mico aplicado a la leche. Las LEP elaboradas bajo el TTI mostraron las cantidades más bajas de estos compuestos. Este comportamiento podría deberse a que la acción combinada de temperatura y tiempo empleada en el TTI dio lugar a la formación de ciertos componentes denominados sulfídros que actúan protegiendo a la leche del proceso de degradación de ácidos grasos.

Finalmente se debe resaltar que, en general, los niveles hallados de pentanal y hexanal estuvieron por debajo de los niveles umbrales de olor de 130  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para pentanal y 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para hexanal, reportados para leche homogeneizada con un 3,8% de grasa.

Los diferentes tipos de tratamientos térmicos (pasteurización, esterilización, secado, etc.) a los que se somete la leche conducen a diferentes estadios de la reacción de Maillard, que provoca el desarrollo de compuestos que le otorgan color y aroma a los productos lácteos. El 3-metil butanal es un aldehído de cadena ramificada resultante de la citada reacción.

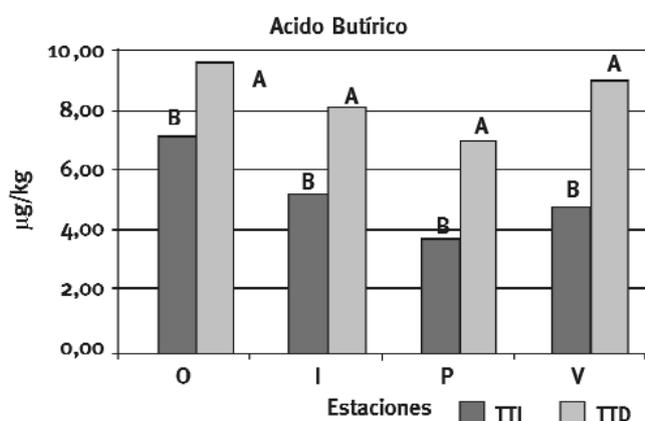
En la Figura 4 se observa que las LEP elaboradas

bajo el TTI dieron lugar, en general, a cantidades detectables de 3-metil butanal a diferencia de las LEP provenientes del TTD. Los resultados observados para el 3-metil butanal podrían deberse al efecto diferencial de los tratamientos térmicos aplicados, siendo las LEP elaboradas bajo el TTI las que desarrollaron, en mayor grado, la reacción de Maillard comparadas con las LEP manufacturadas con el TTD. En general, los procesos de calentamiento directos causan menor grado de reacción de Maillard que el calentamiento indirecto. Esto se debe a que en los procesos indirectos se necesita un tiempo de residencia mayor para llegar a la temperatura de trabajo; por lo tanto, la dosis de calor impartida a la leche es mayor en este tipo de tratamientos.

Los niveles de 3-metil butanal encontrados en las



● *Figura 5. Nivel de ácido butírico (mg/kg) en LEP elaboradas en las distintas estaciones del año, bajo los tratamientos térmicos directo e indirecto<sup>a</sup>.*



distintas estaciones, se encuentran por debajo del nivel umbral de sabor y aroma reportado en agua de 0,2-2 mg/kg.

La lipólisis es la hidrólisis enzimática de la grasa presente en la leche (triglicéridos) en glicerol y ácidos grasos libres. Esta alteración no constituye uno de los principales criterios de calidad de la materia prima requeridos por la industria lechera. Sin embargo, en determinados tipos de fabricaciones (manteca, cremas, leche entera en polvo, etc.) la lipólisis puede resultar determinante sobre la calidad final de los productos.

En la Figura 5 se puede observar que el ácido butírico mostró el mayor nivel en la estación de otoño y el menor en la estación de primavera, para las LEP elaboradas bajo ambos tratamientos térmicos. Aun cuando las etapas de evaporación y secado, durante el proceso de elaboración de leche en polvo, podrían remover algunos ácidos grasos de cadena corta, se observó que el contenido de ácido butírico en las LEP evaluadas guarda relación con el contenido de ácidos grasos libres totales (mg/g grasa) en leche cruda (TTI: otoño: 3,61; invierno: 2,91; primavera: 1,70;

verano: 2,19; TTD: otoño: 3,86; invierno: 3,60; primavera: 2,51; verano: 2,50). Este comportamiento evidencia cómo el perfil de ácidos grasos libres está asociado a la estación del año, lo que a su vez podría tener relación con los cambios en las características de la materia grasa asociado a la estación y a la alimentación. Para el ácido butírico, los umbrales de percepción en leche que indica la bibliografía son: 25 mg/kg, 46,1 mg/kg. En este estudio, el máximo valor de ácido butírico obtenido correspondió al otoño de las LEP del TTD (9,8 mg/kg).

Los resultados obtenidos mostraron que tanto la estación de recolección de la leche cruda como el tratamiento térmico aplicado en la elaboración de leche entera en polvo, afectaron en forma significativa el nivel de compuestos químicos asociados a su sabor y aroma. Sin embargo, los niveles hallados de los distintos componentes estudiados no superaron los niveles umbrales de percepción asociados a la aparición de defectos en el sabor y el aroma. El efecto de la estación se asoció a los diferentes programas de alimentación, utilizados a lo largo del año en la cuenca lechera santafesina. ■

---

### Agradecimientos

Esta investigación formó parte del Proyecto de Investigación de Ciencia y Técnica: "Incidencia de la calidad de la leche cruda en silo sobre la calidad de la leche en polvo entera" (PICT 09-0494-1998/INTA), financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

Además, los resultados mostrados fueron presentados como parte de la Tesis Doctoral "Incidencia de la estación del año sobre el perfil de olor y la evolución de color en leche entera en polvo bajo prácticas comerciales de procesamiento y almacenamiento" presentada por Andrea Biolatto en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de la Plata.

### Referencias

- García, P. T.; Pensel, N. A.; Margaría, C. A.; Olga Rosso, C. M.; Machado, C. Intramuscular fat, cholesterol, and 18:2 n-6/18:3 n-3 ratio in total lipids in two frame steers under different dietary regimen. *Proceeding of the 45th international congress of meat science and technology*; Yokohama, Japan, 1999; pp 76-77.
- Páez, R. B.; García, P.; Comerón, E. A.; Romero, L. A.; Ahorna, M. S.; Taverna, M. A. Perfil de ácidos grasos de leche de vacas Holando y Jersey en condiciones similares de oferta alimenticia. *Libro de resúmenes del Congreso Argentino de Producción Animal AAPA, Buenos Aires, Argentina, 2002a*, vol. 22, suplemento 1, pp 43.
- Mariaca, R., Bosset, J. O., 1997. Instrumental analysis of volatile (flavour) compounds in milk and dairy products. *Lait*, 77, 13-40.
- McSweeney, P.L.H., Sousa, M.J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: a review. *Lait*, 80, 293-324.
- Zhang, Z., Yang, M., Pawliszyn, J., 1994. Solid phase microextraction, a solvent free alternative for sample preparation. *Analytical Chemistry*, 66, 844-853.