

LECHE DE CABRA: PRODUCCIÓN, TECNOLOGÍA, NUTRICIÓN Y SALUD

Escuela de Nutrición

Sandra Zibil
Omar Zoratti
Sebastián Palmero
Luisa Gómez
Ángel Juárez
Lucía Grille
Silvana Carro
Daniela Escobar
Marta Elichalt
Silvia Bentancor
Belén Callorda
Claudio Iglesias
Fabiana Peregalli
Silvia Lissmann
Marina Moirano
María Jacqueline Lucas

COMISIÓN SECTORIAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

ÁREA CIENCIAS
DE LA SALUD

SD

LECHE DE CABRA: PRODUCCIÓN, TECNOLOGÍA, NUTRICIÓN Y SALUD

Escuela de Nutrición

Sandra Zibil

Omar Zoratti

Sebastián Palmero

Luisa Gómez

Ángel Juárez

Lucía Grille

Silvana Carro

Daniela Escobar

Marta Elichalt

Silvia Bentancor

Belén Callorda

Claudio Iglesias

Fabiana Peregalli

Silvia Lissmann

Marina Moirano

María Jacqueline Lucas



Rector de la Universidad de la República: Dr. Roberto Markarian

Prorector de Enseñanza: Profesor Fernando Peláez

Comisión Sectorial de Educación Permanente (CSEP)

Profesor Marcos Supervielle (Presidente) / Ingeniero Agrónomo Mario Jaso (Director de la Unidad Central de Educación Permanente - UCEP) / Licenciada en Sociología Silvana Maubrigades (Área Ciencias Sociales y Artísticas) / Magíster Licenciada en Nutrición Luisa Saravia (Área Ciencias de la Salud) / Dra. Teresita Alonso (Área de las Tecnologías y Ciencias de la Naturaleza y el Hábitat) / Ingeniero Agrónomo José Luis Álvarez (Centros Universitarios del Interior) / Dra. Beatriz Goñi (Orden Docente) / MSc Mario Piaggio (Orden Egresados) / Magíster Arquitecto Roberto Langwagen (Secretario)

Decana o Directora del servicio al que pertenece la publicación:
Profesora Licenciada en Nutrición Norma González

Encargada de Educación Permanente del servicio:
Magíster Licenciada en Nutrición Luisa Saravia

Responsable académico de la publicación: Profesora Adjunta Alicia Guerra

Compiladora y Coordinadora de la publicación: Profesora Agregada Marta Elichalt

Evaluadores externos de la publicación:
Licenciada en Nutrición Estela Fernández / Ingeniero Agrónomo Andrés Ganzábal

Revisora general:
Profesora Licenciada en Nutrición María Jacqueline Lucas

Diseño Gráfico Original:
Claudia Espinosa - Arquitecto Alejandro Folga - Arquitecta Rosario Rodríguez Prati

Corrección de estilo:
Natalia Chiesa

Puesta en página:
Andrea Duré

Fecha de publicación: octubre de 2016

Cantidad de ejemplares: 300

ISBN: 978-9974-0-1393-3

ESTA PUBLICACIÓN FUE FINANCIADA POR LA
COMISIÓN SECTORIAL DE EDUCACIÓN PERMANENTE

EDITADA POR EDICIONES UNIVERSITARIAS
(Unidad de Comunicación de la Universidad de la República – Ucur)

AGRADECIMIENTOS	5
PRÓLOGO	7
CAPÍTULO 1. ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO LOCAL Y REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA CAPRINA EN EL NORTE DEL PAÍS: ABORDAJE INTERINSTITUCIONAL Y MULTIDISCIPLINARIO	9
CAPÍTULO 2. INTERACCIÓN ENTRE ACADEMIA, SOCIEDAD Y PRODUCCIÓN: EXPERIENCIA DEL GRUPO CAPRINOS, FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL, SANTA FE, ARGENTINA	15
CAPÍTULO 3. CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA DE LA LECHE CAPRINA: ESTUDIO EN UN REBAÑO DE LA RAZA SAANEN EN URUGUAY	27
CAPÍTULO 4. CONGELACIÓN DE LA LECHE CAPRINA: ¿UNA ALTERNATIVA DE CONSERVACIÓN?	47

CAPÍTULO 5. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE DE CABRA	65
CAPÍTULO 6. COMPOSICIÓN LIPÍDICA DE LA LECHE DE CABRA	79
CAPÍTULO 7. APORTE NUTRICIONAL DE LA LECHE DE CABRA EN LA ALIMENTACIÓN	87
CAPÍTULO 8. ALERGIA A LA PROTEÍNA DE LA LECHE DE VACA E INTOLERANCIA A LA LACTOSA: VALORACIÓN DE LA INDICACIÓN DE LA LECHE DE CABRA COMO ALTERNATIVA	93
CAPÍTULO 9. COMPONENTES DE LA LECHE DE CABRA Y ESTUDIOS SOBRE SUS POTENCIALES BENEFICIOS PARA LA SALUD	103
SOBRE LOS AUTORES	123
PALABRAS FINALES	125

AGRADECIMIENTOS

Al profesor doctor Esteban Krall de la Comisión Coordinadora del Interior en el Centro Universitario de Paysandú (CUP), Universidad de la República (Udelar), por hacer el enlace entre la Intendencia Departamental de Paysandú y docentes de la Escuela de Nutrición en el CUP.

A la Agencia de Desarrollo de Paysandú y al Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), Desarrollo Local, Fortalecimiento de Micro y Pequeña Empresa, por confiar en la contribución que los docentes de la Escuela de Nutrición podrían realizar a un proyecto de desarrollo para pequeños productores caprinos y la producción en general.

A la profesora licenciada María Jacqueline Lucas, quien avaló y jerarquizó la publicación con su revisión general.

A las compañeras del grupo de trabajo, con las que elaboramos el Programa de Seguridad Alimentaria y Nutricional para el Desarrollo Integral (Prosandi), las profesoras Ema Leites, María del Huerto Nari y Ana Paula Della Santa, quienes tuvieron la deferencia de escribir el prólogo.

PRÓLOGO

Esta publicación sistematiza una interesante y actualizada temática que se vincula con la cadena productiva caprina destinada a la producción de leche y subproductos. Brinda, además, importante información sobre la producción primaria, la tecnología, la inocuidad, el valor nutricional y los beneficios para la salud de la leche caprina.

Asimismo, incluye una valiosa y novedosa experiencia que involucra al sector productivo y a la universidad en todas sus funciones, por lo que constituye un significativo aporte para la docencia y para el conocimiento de un amplio espectro de profesionales sobre diversos componentes de la producción de la leche caprina, así como un insumo relevante para la elaboración del Prosandi, de la Escuela de Nutrición (Udelar), el cual sitúa la seguridad alimentaria y nutricional en un enfoque metodológico interinstitucional e interdisciplinario, que permite la construcción conjunta de caminos orientados a mejorar la salud, la nutrición y la calidad de vida de la población.

Es en este contexto que dicha publicación sumará a alcanzar las metas propuestas desde este programa. Esperamos que su lectura genere preguntas y estimule nuevas líneas de investigación que orienten las políticas públicas en la cadena alimentaria, las cuales inciden en el desarrollo integral de la población.

Profesora EMA LEITES
Profesora MARÍA DEL HUERTO NARI
Profesora ANA PAULA DELLA SANTA

Capítulo 1

ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO LOCAL Y REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA CAPRINA EN EL NORTE DEL PAÍS: ABORDAJE INTERINSTITUCIONAL Y MULTIDISCIPLINARIO

SANDRA ZIBIL
Ingeniera agrónoma

En Uruguay, la cría de cabras no ha sido una actividad representativa de las explotaciones ganaderas tradicionales (que han concentrado su interés principalmente en la producción ovina y vacuna), ni ha progresado en el contexto histórico y social como en otros países, donde ha sido parte del desarrollo de comunidades y ha ocupado un importante lugar como objeto mitológico, religioso, de supervivencia y económico. A pesar de esto, hace ya más de dos décadas que la producción caprina ha sido considerada como un sistema de producción alternativo favorable para predios de pequeña escala, orientado fundamentalmente a la búsqueda de alternativas de diversificación y mayor rentabilidad (1).

Si bien la investigación sobre el tema ha sido muy escasa en Uruguay, desde el año 1990, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en coordinación con la Fa-

cultad de Veterinaria y la de Agronomía (Udelar) iniciaron un conjunto de experiencias e indagación en sistemas de producción caprina, cuyo propósito fue generar opciones productivas sustentables y viables para pequeños productores familiares y elaborar propuestas tecnológicas para la producción de leche caprina. A su vez, durante el año 2003 y en el marco de planes con un objetivo social en el ámbito público y en el publicoprivado, las instituciones: Polo Agroalimentario (PAGRO), Intendencia Municipal de Montevideo (IMM), Facultad de Veterinaria y Facultad de Agronomía y el INIA promovieron, a través de diversos programas, la cría de cabras para familias de vulnerabilidad social y económica, como una opción viable para mitigar el riesgo alimentario detectado en la población infantil (1).

Estas experiencias se fueron trasladando a los productores en esta última década, buscando otras alternativas potenciales de producción, que atendían, especialmente, por un lado, la demanda de leche y sus derivados para alimentación humana (revalorizados por potenciales beneficios nutricionales y para la salud), y, por otro, a un sector gastronómico de fuerte demanda (quesos, yogurt, entre otros). Sin embargo, la información generada en países de la región (Brasil y Argentina) con mayor desarrollo en sistemas de producción caprina (carne y leche) indica que los productos derivados de la cabra deben evaluarse a través del conocimiento de sus potencialidades y de la conformación de cadenas agroalimentarias, cuyo producto final tenga un valor agregado que mejore la rentabilidad económica de los sistemas y un plan de negocios diseñado para asegurar la comercialización (2). Si bien en Uruguay se ha avanzado en la investigación del sistema de producción que mejor se adapta a nuestras condiciones y de los productores, poco se ha hecho en determinar la certeza de la potencialidad del producto obtenido, para poder definir estrategias que permitan conocerlo y valorizarlo.

Actualmente, en Uruguay, el censo agropecuario (3) indica un número total de existencias de cabras de 6183 en un total de 237 explotaciones, de las cuales el 69,6 % se ubica en predios de menos de 30 hectáreas; a su vez, del total de existencias, solo el 16 % está dedicado exclusivamente a la producción lechera, localizado, en su mayoría, en el sur

del país. Esto coloca a la cabra en un sistema de producción lechera incipiente, asociada a productores de pequeña escala y concentrada principalmente en las cercanías de la capital, donde se hace más fluida la comercialización con una mayor y más diversificada demanda. A pesar de ello, los atributos de la especie (alto poder de conversión de alimento en leche, prolificidad, corto intervalo entre generaciones, resistencia a condiciones ambientales adversas y fácil manejo) hacen posible la producción caprina por parte de pequeños productores familiares de diversas zonas del país, donde se pueden encontrar reducidos rebaños complementando otras producciones de pequeña escala. Gracias a sus cualidades, ha ido creciendo el interés hacia sus tentadoras opciones, tanto de ocupar un nicho potencial en el área de la salud (debido problemas de intolerancia a la leche vacuna) como de cubrir la demanda comercial de alto poder adquisitivo (quesos y derivados).

En este escenario, a partir de 2011, en el litoral norte y especialmente en Paysandú, la Intendencia Departamental de allí (IDP), a través de la Dirección de Desarrollo Rural, buscando alternativas viables para los pequeños productores familiares, comenzó a trabajar en la posibilidad de desarrollar la producción de leche caprina, dadas las características destacables que se mencionaban de ella, atendiendo, fundamentalmente, una demanda de personas que manifestaban problemas de intolerancia a la leche vacuna. La oportunidad de involucrar la empresa lechera local para procesar dicho producto en la zona fue uno de los objetivos que más motivó la propuesta, y, desde el inicio, además de la capacitación y aprendizaje en este rubro, se empezó a trabajar sobre la viabilidad de instalar y habilitar pequeños tambos caprinos en los ejidos de la ciudad de Paysandú.

Con esta finalidad, la Dirección de Desarrollo Rural de la IDP presentó ante el MIEM, Desarrollo Local, Fortalecimiento de Micro y Pequeña Empresa, una propuesta: Desarrollo de la Producción de Leche de Cabra en Paysandú, que recibió financiamiento para realizar el proceso de habilitación de los tambos, y, con los antecedentes generados en el país, se dirigió a evaluar las condiciones y posibilidades de desarrollar la producción caprina en Paysandú.

Paralelamente, parecía importante disponer de información técnica respecto al valor nutricional de la leche de cabra y eventuales beneficios para la salud humana, dado que, en el entorno nacional, no existía suficiente o no tenía validez científica. Este trabajo contribuiría a definir hasta qué límite se ofrece el producto adecuado para la demanda establecida y a posicionarlo en el mercado. Es así que la IDP se acercó al CUP y les planteó a docentes de la Unidad del Nivel Profesional de la Escuela de Nutrición, que trabajan en la región, una puesta a punto y difusión de los conocimientos del valor nutricional de la leche de cabra y sus propiedades para la salud a los diversos actores involucrados en la cadena productiva y del área de la salud. Conocer estas propiedades del alimento permitirían apuntar luego a la comercialización. Esta propuesta generó un acuerdo de trabajo interinstitucional entre la IDP y la Agencia de Desarrollo de Paysandú, Escuela de Nutrición, CUP, Udelar y la Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas (Dinapyme) del MIEM.

A este colectivo y trabajo, se sumó la Facultad de Veterinaria, a través del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Leche, aportando investigación en el área de la tecnología de la leche caprina, principalmente en la calidad de esta y la conservación del producto.

El espacio interinstitucional formado permitió avanzar conjuntamente a los productores y ampliarlo en la región, integrando otros de Salto (Cooperativa Productores de Cabras del Norte) con el fin de fortalecer y desarrollar la producción caprina en el norte. Esta experiencia interinstitucional transitó por un proceso tanto de investigación como de extensión con objetivos a corto plazo que facilitó el cumplimiento de las metas determinadas y el adelanto en las implicancias que a largo plazo deberían ser planteadas. El trabajo colaborativo entre los actores locales (intendencias o alcaldías), los centros regionales de investigación y otras instituciones o empresas privadas vinculadas a la producción es un medio que requiere ser potenciado. Aún así, el progreso en estrategias conjuntas que permitan un producto seguro en un sistema de producción sustentable depende mucho que el rubro se incorpore a las políticas públicas del sector y específicamente al pequeño productor lechero.

La experiencia generada en el sur del país, la integración y participación de los productores en organizaciones como la Sociedad de Criadores de Cabras (SCC) ha permitido originar espacios de debate y negociación con el Estado que buscan fortalecer el sector y reconocer la producción caprina como una categoría de potencial desarrollo, pero ajustada a las oportunidades tanto del mercado interno como de la exportación. En el marco de las políticas públicas para el desarrollo productivo, la Dirección General de Desarrollo Rural (DGDR) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), a través del Programa de Desarrollo Productivo Rural (préstamo BID) Tecnologías para la Producción Familiar, con el apoyo del INIA, aprobó un proyecto con el primordial objetivo de desarrollar tecnologías que apunten a la mejora de los emprendimientos caprinos, incorporando aspectos productivos, ambientales, económicos y principalmente socioculturales de la comunidad. Estos proyectos que se presentaron conjuntamente entre organizaciones de productores rurales y entidades públicas o privadas de investigación son un recurso que permitirá desarrollar el conocimiento e involucrar la participación directa de los productores y sus familias como parte del equipo investigador.

Desde el Instituto Nacional de la Leche y su compromiso de gestión, también se ha avanzado en la aplicación de la reglamentación vigente para cabras, la habilitación de la venta de leche fluida y la normalización de la producción de quesos de leche de cabra. A su vez, la participación colectiva de los productores de la leche caprina en espacios como las Mesas de Desarrollo Rural y la Mesa de la Leche y del Queso Artesanal facilitará la canalización de las demandas y la elaboración de propuestas de trabajo locales y regionales para el desarrollo agroindustrial caprino.

Referencias bibliográficas

1. GANZÁBAL, A., «Propuestas de producción ovina y caprina para el desarrollo social del país», en *El País Agropecuario*, vol. 11, n.º 122, Montevideo, 2005, pp. 25-28.
2. ARÉCHIGA, C. F., *ét al.*, «Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización», en *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 9, n.º 1, ciudad de México, 1 de setiembre de 2008, pp. 1-14.
3. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS (DIEA), *Censo general agropecuario* [EN LÍNEA], disponible en: <<http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-censo-2011,O,es,0,>>, consultado el 9 de julio de 2011.

Capítulo 2

INTERACCIÓN ENTRE ACADEMIA, SOCIEDAD Y PRODUCCIÓN: EXPERIENCIA DEL GRUPO CAPRINOS, FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL, SANTA FE, ARGENTINA

OMAR ZORATTI
Profesor, Director Grupo Caprinos

SEBASTIÁN PALMERO
Profesor

LUISA GÓMEZ
Profesora

ÁNGEL JUÁREZ
Profesor

La enseñanza universitaria y la formación
profesional en producción caprina

En muchas universidades argentinas, la temática de la enseñanza e investigación en producción caprina ha tomado una importancia académica superlativa. Sin embargo, existen casas de altos estudios en las que, por su incumben-

cia regional, el tema caprino tiene menos preeminencia, por lo que es necesario que los profesionales egresados posean un conocimiento básico que les permita, a futuro, poder desempeñarse responsablemente en el ámbito real de producción del sector. Este es el caso también de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), ubicada en el centro de la cuenca lechera santafesina, con una fuerte inclinación a la producción de bovinos de leche y carne.

Aun con sucesivas adecuaciones en los planes de estudio de la carrera de Ciencias Veterinarias, los rumiantes menores estuvieron representados por los ovinos, ya sea por la lana o por la leche como rubros productivos.

Esta situación llevó a que un número muy reducido de alumnos, 10 jóvenes provenientes de zonas del país donde el ganado caprino es parte de su paisaje y de la propia provincia de Santa Fe, interesados en abordar contenidos que incluyeran la especie, se constituyeran como equipo para el trabajo de campo, lo que hoy se reconoce como grupo de estudios dirigido Grupo Caprinos, que se ubica desde el año 2009 dentro de la cátedra de Producción Animal II, aprobado por Resolución del Consejo Directivo n.º 301/10.

El objetivo principal del grupo —el tercero en la historia de la Facultad— es ampliar la formación a partir de actividades extracurriculares, teóricas y prácticas, de investigación y extensión, relacionadas a esta especie menor. Lo conforman alumnos de distintos años de la carrera y docentes que actúan como tutores y poseen un estatuto, en el cual se determina el funcionamiento y la configuración de una comisión directiva con los roles a cumplir por sus miembros, que se renueva anualmente.

Con un número aproximado de 20 alumnos, todos los años, se realizan seminarios con el cometido de promover el aprendizaje de aquellos aspectos más importantes de la producción caprina, como lo son la sanidad, la reproducción, la genética, la nutrición y el manejo. Estos contenidos teóricos o conceptuales son tratados y desarrollados por los mismos alumnos, guiados por docentes tutores. Para ello, cada año se lleva adelante una revisión bibliográfica sobre estos temas que les permite mantener actualizado el ma-

terial de estudio y de consulta. Todo lo producido (impreso, digitalizado o lo audiovisual) es incorporado a la cátedra de Producción Animal II, donde queda a disposición de todos los integrantes del grupo y otras cátedras que lo requieran.

Para plasmar estos asuntos en la realidad productiva y conocer la problemática que cada tópico presenta para el futuro profesional, se mantienen contactos permanentes con productores de la zona de influencia de la Facultad, a los que se visita mensualmente con el propósito de reconocer y describir sus sistemas productivos, analizar las técnicas de manejo, identificar los problemas que estos ven en su producción y contribuir a su solución.

Todos los años, para su formación continua, se organizan jornadas técnicas sobre la temática y se asiste también a distintos seminarios y talleres, como los realizados en la ciudad de Mendoza: el Taller Nacional sobre Tecnologías Disponibles para la Producción de Carnes Caprinas y el Taller Nacional sobre la Enseñanza de la Producción Caprina en las Universidades Argentinas.

Actividades de campo, experimentación y extensión

Las actividades prácticas son efectuadas en un predio de 7 hectáreas, que la Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Veterinarias puso a disposición de los distintos grupos de estudios dirigidos que conforman la Unidad Académica Productiva (UAP). A partir de la propia majada, compuesta por un número reducido de animales (20), se realizan tareas de manejo, que son utilizadas para su formación y de alumnos y docentes de otras cátedras.

La alimentación de las distintas categorías, el manejo reproductivo, las vacunaciones, la toma de muestras para el diagnóstico de diversas parasitosis y posterior tratamiento, el seguimiento y control de partos, el destete y manejo de la recría, entre otras, son parte de las actividades planificadas y organizadas por los propios integrantes del grupo.

Al mismo tiempo, cada una de ellas se constituyen como objeto de evaluación, para la cual se proyectan como tra-

bajos de experimentación: por ejemplo, poner a prueba distintas estrategias de suplementación en la recría y engorde a corral, tema surgido de las consultas realizadas por productores, sobre todo del centro de la provincia. La misma actividad en la propia majada, desarrollada de manera semiintensiva, plantea el seguimiento de diversos casos clínicos que van surgiendo del tipo de sistema (como la parasitosis). Con el fin de ajustar la práctica sobre la necesidad de evaluar la capacidad reproductiva de los machos, los alumnos llevan a cabo la extracción de semen e inseminación artificial, a partir de sus distintos protocolos. También es de destacar el proyecto Tambo Caprino, donde se puso en marcha la práctica del ordeño mecánico, la evaluación y el ajuste de los parámetros técnicos para el correcto funcionamiento del equipo, la composición y la calidad de la materia prima y de la elaboración de quesos.

Durante 2010 y 2011, la cátedra junto con integrantes del grupo han participado de reuniones de la Mesa Provincial Caprina de Santa Fe, en las que los alumnos se han vinculado con representantes de asociaciones de productores del norte santafesino, presidentes comunales, técnicos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa), representantes de ONG (como Fundapaz) y distintas secretarías y subsecretarías, tanto de la provincia como de la nación (Agricultura Familiar, Desarrollo Territorial), etcétera. Haber asistido a todas las reuniones permitió, entre otras acciones, conocer la problemática de la implementación de las políticas públicas, como la adhesión de la provincia a la Ley n.º 26.141 para la Recuperación, Fomento y Desarrollo de la Actividad Caprina, así como las dificultades de los productores y sus asociaciones, y contribuir a la construcción de herramientas técnicas para el relevamiento de información del sector.

Todo ello generó un fuerte compromiso del grupo, lo cual condujo a la firma de cuatro convenios de colaboración entre comunas del norte santafesino, como Villa Guillermina, El Rabón, Los Amores y Tacuarendí, y la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNL, cuyo objetivo era que alumnos del grupo realizaran estadías con visitas y capacitación a los pequeños productores.

Análisis de la producción caprina desde las experiencias de campo

El área explorada del norte santafesino comprende los departamentos de Vera y General Obligado. Ambos suman una población cercana a los 230 000 habitantes y una superficie de 32 000 km² aproximadamente. Las principales actividades que se desarrollan son la forestal, como la producción de postes, leña y carbón, y la ganadería extensiva sobre pasturas naturales.

Como primera instancia, se hizo una caracterización de los sistemas productivos caprinos para llevar a cabo una intervención social en el área rural en forma directa sobre productores de pequeña y mediana escala. Asimismo, se trabajó, junto con profesionales e instituciones (comunidades, municipios, ONG) de cada una de las zonas, quienes tienen una fuerte influencia sobre ellos, para capacitarlos sobre aspectos productivos (sanitarios y nutricionales fundamentalmente) que les permitan lograr un manejo más eficiente de sus majadas. La metodología de trabajo consistió en la elaboración de encuestas y visitas periódicas a cada establecimiento.

La población rural presenta un alto grado de necesidades básicas insatisfechas, caracterizadas por la escasez de agua potable, viviendas precarias y sistemas agropecuarios de subsistencia. El tamaño de las unidades productivas oscilan entre 4 y 400 hectáreas. En la totalidad de los establecimientos, los encargados son los dueños de los animales; solo algunos son propietarios de sus tierras, pero también existen productores asentados en terrenos fiscales. Las familias están integradas aproximadamente por cinco personas (entre adultos y niños, con escasa presencia de jóvenes). El producto es el animal faenado en el mismo campo, destinado al autoconsumo y a ventas, que comercializan en zonas muy cercanas al establecimiento.

Existe una base de animales de raza criolla que, en el transcurso de los años, fueron modificando su estándar racial, así como hay regiones donde se introdujo la raza angora como productora de carne y con resistencia a las inundaciones. En la Cuña Boscosa y en el domo occiden-

tal, hay cruzamientos con la anglo nubian, facilitados por la presencia territorial de ONG (Fundapaz, ADER y demás). En los últimos 10 años, se incorporó la raza carnífera bóer, debido al buen comportamiento en provincias más septentrionales (Chaco y Formosa). A pesar de ello, se concluye que no hay un plan de selección de reproductores según la actividad productiva (carne, leche, pelo, etcétera) o un control de cruzamientos.

El problema relevante en esta zona es la falta de asistencia técnica o asesoramiento y capacitación continua hacia los productores, debido, muchas veces, a que los técnicos y profesionales que se desempeñan en la región no cuentan con una formación en producción caprina.

Desde el Grupo Caprinos, se priorizaron las visitas y charlas periódicas con el fin de responder a sus inquietudes y necesidades. Así, surgieron temas sobre enfermedades diagnosticadas en la zona como la toxoplasmosis, clostridiales, pietin, mastitis y parasitarias (coccidiosis y gastroenteritis verminosa); algunas patologías son producto de la deficiencia de minerales como el bocio. En cuanto a los aspectos reproductivos, la mayoría de los productores no realiza un manejo del servicio manteniendo al macho todo el año con las hembras. Aun así y en menor medida, existen establecimientos con servicio estacionado. La alimentación de sus majadas se caracteriza por ser netamente sobre pastura natural con suplementación estratégica, basada en grano de maíz, para las madres y cabritos durante el bache de oferta forrajera invernal o en determinadas circunstancias fisiológicas (último tercio de gestación). También utilizan heno (fardos) como suplementación, pero en menor porcentaje. Tal diagnóstico nos permitió definir líneas de trabajo concretas para la zona, tendientes a acercar herramientas que permitan la sustentabilidad económica, social y ambiental de los sistemas productivos del norte santafesino.

En el caso de los establecimientos del centro de la provincia, que comprende los departamentos Las Colonias (Esperanza), San Justo, La Capital y San Jerónimo, estos corresponden a un sector de productores caprinos con perfil empresarial que ha dotado la actividad de rasgos diferentes. Mientras los productores tradicionales se han

sostenido reduciendo el riesgo, este nuevo perfil intenta maximizar el ingreso y el beneficio. Aun así, la búsqueda de la maximización del beneficio, de los nuevos actores, no ha ido necesariamente acompañada de conceptos productivos eficientes. En estos sistemas, las majadas son de caprinos para producción de carne de las razas bóer, criolla y mestizos criollo-bóer y criollo-nubian, cuyo producto principal es el cabrito de engorde, con aproximadamente 20 o 30 kg de peso vivo a la faena, producido bajo confinamiento total o semiconfinamiento. Además, se obtienen otros subproductos como el cabrito lechal, cueros, escabeches y embutidos. La alimentación se basa principalmente en el uso de pastura o rollo de alfalfa, granos de maíz y, según el establecimiento, pastura o rollo de avena, rollos de moha y de sorgo de Alepo, granos de sorgo, expeller de soja y alimentos comerciales. La elección del productor de los sistemas intensivo o semiintensivo responde esencialmente a una facilidad de manejo del caprino en encierro. Dentro de los problemas que se observan en estos planteos productivos, se encuentran las enfermedades relacionadas al clima y manejo que realizan. Las más frecuentes son:

- nutricionales: desbalances cualitativos o cuantitativos generales, pica y urolitiasis obstructiva;
- abortos;
- enfermedades podales: acidosis subclínica, falta de recorte correctivo de pezuñas y pietín;
- infecciosas: colibacilosis, enterotoxemia, neumonía, pseudotuberculosis, queratoconjuntivitis infecciosa;
- parasitarias: gastroenteritis verminosa (GEV), coccidiosis, teniasis y miasis.

La descripción de esta realidad productiva ha sido fruto de la permanente vinculación que los estudiantes han tenido con los productores y de una experiencia de mutua enseñanza y aprendizaje entre ellos.

La posibilidad de conocer e involucrarnos en el sistema productivo junto con el productor permitió potenciar la relación entre aprendizaje y servicio, ya que los casos reales, percibidos en el medio por los alumnos, son evaluados con el propósito de implementar herramientas o estrategias

que den pronta solución a partir de los conocimientos adquiridos durante la formación y con el apoyo de docentes de las distintas áreas o clínicas que componen la carrera de veterinaria. Muchas veces, las problemáticas presentadas tienen estrecha relación con el clima y suelo de esa zona —como por ejemplo el bocio, que no es usual encontrar en el centro de la provincia—, así como también con sus hábitos y cultura.

Más allá de todos los conocimientos teóricos y prácticos que se brinda a los ganaderos, lo más importante es el vínculo que se ha generado con el productor, quien valora mucho la ayuda que recibe y lo manifiesta en la atención que le dan los estudiantes a sus animales, no siempre considerada. Por eso, es fundamental el papel del futuro profesional médico veterinario y el que tiene la extensión universitaria en su formación, que aborda no solo rasgos técnicos, sino también la atención integral de la familia de los pequeños productores, como es el que recoge esta experiencia.

Se puede percibir que todas las actividades que propician los procesos de enseñanza y aprendizaje están atravesadas por situaciones a resolver, desde el propio abordaje de contenidos conceptuales hasta aquellos que requieren aplicación y ejecución dentro de la propia producción caprina. Es por esta razón que la estrategia utilizada ha sido la resolución de problemas (ABP).¹ La premisa básica (2) es que es en el contexto que aprendemos cómo utilizar la información, lo que promueve el aprendizaje y la capacidad de usarla. De allí que los problemas presentados no son elaboraciones propias del equipo docente, sino que se trabaja con situaciones reales que surgen a partir de la propia majada, de las visitas periódicas a productores, de sus consultas puntuales o las que realizan en una mesa de discusión. Situaciones estas que son observadas, descritas y reflexionadas en el grupo a fin de que los alumnos identifiquen aquellos contenidos previos adquiridos en instancias anteriores de la carrera y los nuevos, necesarios para la comprensión del problema.

1 Aprendizaje basado en problemas.

Como se ve, la metodología de ABP exige a los estudiantes resolver un problema genuino, de la vida real, a partir de la indagación y el pensamiento reflexivo, que, como organizador del currículum y como estrategia de enseñanza, abre un espacio para la construcción del conocimiento, basado en el desarrollo de las disciplinas de manera integrada y relacionado con la vida cotidiana (1).

Conclusión

El funcionamiento de grupos de estudios dirigidos en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNL está centralizado en actividades formativas teóricas, prácticas y experimentación, pero dentro de la misma unidad académica o la UAP. En el caso del Grupo Caprinos, las actividades que desarrollan los alumnos van más allá de dichas unidades, ya que han incorporado la extensión al vincularse en forma directa con pequeños productores del norte santafesino —donde se concentra la mayor cantidad de caprinos— y del centro de la provincia.

La participación en reuniones con productores caprinos, la preparación y capacitación brindada a estos y a alumnos de escuelas técnicas, la colaboración en la organización de exposiciones y eventos, el contacto con especialistas y profesionales de otras provincias, la atención de casos puntuales a través de la interdisciplinariedad y el apoyo a emprendedores en la elaboración y ejecución de proyectos han permitido observar en la evolución de los futuros profesionales el desarrollo de habilidades o competencias sociales de gran importancia para su desempeño.

El autoconocimiento, tomar decisiones, resolver problemas, pensar en forma crítica y creativa, comunicarse con eficacia, establecer y mantener relaciones interpersonales, experimentar la empatía y sobrellevar las tensiones propias de la organización grupal han sido los principales logros en la formación de los estudiantes.

Gracias a su trabajo, motivado por su propia necesidad de abordar contenidos relacionados a la producción caprina y de ampliar el currículum formativo de la carrera, se obtuvo que se incluyera en el actual plan de estudios y dentro de

la orientación Producción Animal la asignatura optativa de Producción Caprina.

La experiencia en imágenes

Trabajo en los predios



Fuente: Grupo Caprinos, Cátedra de Producción Animal II, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Reuniones de trabajo y elaboración de acuerdos



Fuente: Grupo Caprinos, Cátedra de Producción Animal II, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Referencias bibliográficas

1. ALBANESE, M. A., y MITCHELL, S., «Problem-based Learning: A Review of Literature on Its Outcomes and Implementation Issues», en *Academic Medicine*, vol. 68, n.º 1, Iowa, junio 1993, pp. 52-81.
2. ALBANESE, M. A., «PBL: Problem-based Learning: Why Curricula Are Likely to Show Little Effect on Knowledge and Clinical Skills», en *Medical Education*, vol. 34, n.º 9, Wisconsin, setiembre de 2000, pp. 729-38.
3. ACEBAL, M.; CORREA, A., y DEZA, C., «Políticas participativas aplicadas al desarrollo del sector caprino en Argentina», ponencia presentada en la 10.ª Conferencia Internacional de Caprinos, International Goat Association (IGA), Recife, del 19 al 23 de setiembre de 2010, p. 5.
4. BRANDA, L. A., «El aprendizaje basado en problemas: de herejía artificial a res popularis», en *Educación Médica*, vol. 12, n.º 1, Barcelona, marzo 2009, pp. 11-23.
5. JUÁREZ, A.; PALMERO, S.; GÓMEZ, L., y ZORATTI, O., «Enfermedades de los caprinos en sistemas intensivos y semi-intensivos de la región centro-este de la provincia de Santa Fe, Argentina», ponencia presentada en el IX Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos, Segundo Congreso Argentino de Producción Caprina y Foro Nacional de Productos Caprinos, Asociación de Especialistas en Pequeños Ruminantes y Camélidos Sudamericanos (Aleprycs), La Rioja, del 6 al 8 de mayo de 2015.
6. PEREDA, S., y BERROCAL, F., *Técnicas de recursos humanos por competencias*, Madrid: Centro de Estudios, 2001.

Capítulo 3

CALIDAD HIGIÉNICO-SANITARIA DE LA LECHE CAPRINA: ESTUDIO EN UN REBAÑO DE LA RAZA SAANEN EN URUGUAY

LUCÍA GRILLE

Dra. en Ciencias Veterinarias, MSc

SILVANA CARRO

Dra. en Medicina y Tecnología Veterinaria MSc., PhD

Leche caprina en el mundo

Durante su larga historia, coexistiendo con la civilización, la cabra ha mantenido su presencia en todas las esferas de la actividad humana. Las cualidades excepcionales de esta especie (adaptabilidad a una amplia gama de ambientes, la capacidad de pastar en diferentes tipos de forraje, incluso aquellos de mala calidad, habilidad para caminar largas distancias, alta eficiencia en la producción de leche, etcétera) la han hecho un animal destacado e importante en las regiones rurales marginales con climas secos o semisecos (1). Estos animales han sido relevantes para la alimentación y la seguridad económica de las regiones en desarrollo durante años incontables y su contribución en el retorno económico de los países desarrollados ha ido en aumento (2, 3), particularmente para los países del Mediterráneo (1). En estas áreas, la producción de cabras

y ovejas se basan en un sistema de pastoreo, las cuales desempeñan un papel ecológico esencial. La producción de quesos es destacable en los últimos años, ya que ha cubierto las necesidades del mercado cada vez más populares para estos productos, en esa región y para las exportaciones, especialmente bajo las etiquetas orgánicas (4).

Los pequeños rumiantes están presentes en todo el mundo, pues se considera que se adaptan bien al pastoreo de tierras pobres y son vistos como muy atractivos para la producción a pequeña escala en países en desarrollo y en las zonas menos favorecidas desde el punto de vista climático y topográfico (5, 6).

En estos países, la mayoría de la leche producida es para autoconsumo o se vende a nivel local a través del sector informal. En América del Sur, con su tradición hispánica para el consumo de quesos de leche de cabra, hay varios puntos regionales de producción en Brasil, México, Argentina y Chile, aunque la importancia económica del sector es muy baja (7). En nuestro país, si bien al igual que en los países de la región tiene un comportamiento similar, en comparación con la leche de vaca, el número de productores caprinos lecheros, en los últimos años, ha ido en aumento (8, 9). Desde un tiempo a esta parte, se ha desarrollado un nuevo y creciente interés en la leche caprina y sus productos en diferentes sitios del mundo; no obstante, la mayoría de los sectores organizados de leche de cabra están ubicados en los países desarrollados de Europa (7), desde donde proviene la mayoría de la investigación científica (2). Los beneficios nutricionales y terapéuticos, de mantenimiento de la salud y las funciones fisiológicas que se estudian en esta leche y sus productos especiales son muy notables para su valoración (3). Algunos autores aseguran que el sabor es el principal criterio usado por los consumidores para tomar la decisión de comprar y consumir la leche caprina y sus productos, y el sabor típico de cabra es considerado como un componente de calidad en los quesos de esta especie. Otra característica que le da relevancia a la leche de esta especie es que, de acuerdo con la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por su sigla en inglés), la mayoría de la población mundial tiene acceso a esta (5), no así a la bovina.

La imagen de la leche de cabra se basa en la salud y el valor nutricional. Estos aspectos positivos pueden ser favorables para los productores e industriales, siempre que se mantengan estrictas condiciones microbiológicas. La leche de cabra, al igual que la de vaca, no puede sustituir la materna; sin embargo, podría ser utilizada en humanos con efectos beneficiosos, asociada a otros alimentos, después del año de edad (10). Existen tres razones para la demanda de leche de cabra: la primera es el consumo doméstico, el cual va en aumento debido al crecimiento de la población humana; la segunda razón es la tendencia hacia los subproductos, especialmente quesos y yogures, en muchos países desarrollados, y la tercera deriva de sus potenciales beneficios para la salud, como se expone en otros capítulos de este libro (11). Por ejemplo, los triglicéridos de cadena media son de un interés muy particular desde el punto de vista terapéutico a causa de su utilidad en ciertas enfermedades metabólicas (12, 13). Este rasgo es de destacar en la leche de esta especie, porque se encuentra en ella una mayor proporción de dichos triglicéridos en comparación con la leche proveniente de otros mamíferos.

Calidad de leche caprina

Según Mario Fernández y otros (14),

la calidad de un producto se puede definir como el cumplimiento de un conjunto de requisitos que permiten la idoneidad para su uso. Esos requisitos corresponden a un grupo de especificaciones ya establecidas y se relacionan directamente con las diferentes propiedades de cada producto en particular, las cuales pueden ser cuantificadas (Vega y León y ét al., 1999).

«Otra definición es que la calidad es un concepto evolutivo (por el diferente protagonismo de los indicadores de la calidad a lo largo del tiempo), relativo (al poder ser considerado desde diferentes puntos de vista) y variable (al poder variar según intereses, regiones, países o legislaciones)» (15). Estos autores entienden que la calidad no solo implica un contenido normal de sustancias (grasa, proteínas, lactosa,

minerales o vitaminas), sino también un bajo contenido en gérmenes y glóbulos blancos, la ausencia de cuerpos extraños y de agentes patógenos, así como la existencia de sabores y olores normales. Al hablar más específicamente de la calidad de la leche y los factores que influyen en ella, Inés Delucchi y otros aseveran que la calidad está influenciada por factores como las condiciones sanitarias y la alimentación de los animales, la adecuada conservación y el tipo de procesamiento de la leche (16). Los subproductos de alta calidad solo pueden ser producidos a partir de leche de cabra de buena calidad, con procedimientos de higiene y buenas prácticas de elaboración. «Esta calidad debe tener el potencial para tolerar el tratamiento tecnológico y que se transforme en un producto que satisfaga las expectativas de los consumidores, en términos de salud, valor nutricional, de seguridad (higiénicos) y de los atributos sensoriales» (3). «Desde el punto de vista tecnológico, la composición de la leche determina su calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios» (17). A su vez, la calidad nutritiva de cualquier leche reside en el contenido de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales que presenta, determinado principalmente por factores genéticos y medioambientales, especialmente la alimentación (18). Asimismo, la salud del rebaño caprino tiene un papel fundamental en la calidad de la leche y debe ser de importancia primordial para los productores, pues el pago basado en la calidad del producto, tanto en la composición nutricional (proteína y grasa) como en la microbiológica y sanitaria (recuento de células somáticas y recuento bacteriano), es un buen incentivo para lograrlo (3). En su código general de prácticas higiénicas para la industria láctea, la Federación Internacional de Lechería (1984) indica que la leche deberá ser, por un lado, de buena calidad bacteriológica y propia para el consumo humano (19). Por otro, el recuento total de bacterias y el recuento de células somáticas (RCS) son los parámetros a tener en cuenta cuando nos referimos a calidad higiénico-sanitaria.

Al inicio del siglo pasado, la leche era considerada de calidad elevada solamente en función del contenido de grasa; hoy, las proteínas, al igual que en la leche de vaca, son, junto con la grasa, los sólidos más importantes en el valor

económico (20). El conocer la composición, tanto de la leche de cabra como de otros productos lácteos que se elaboran a partir de ella, es determinante para establecer su valor, ya que cualquier cambio en tal se verá reflejado en aspectos nutricionales, tecnológicos y económicos (21). En Brasil, la normativa del Ministerio de Agricultura, Pesca y Abastecimiento (MAPA) indica tenores de grasa, proteína, extracto seco desengrasado, recuento total de bacterias y residuos de antibióticos como requisitos de calidad en la leche de cabra. La composición de macro- y micronutrientes en la leche de cabra depende de los principales factores de producción que constituyen el sistema productivo: genotipo, características reproductivas y sanitarias de los animales, condiciones agroclimáticas y ambiente socioeconómico, así como los métodos de producción: alimentación y ordeño.

La leche de cabra, en cuanto a sus características sensoriales, cuando es obtenida inmediatamente luego del ordeño, presenta un sabor dulzón y olor neutro. Sin embargo, en algunas ocasiones, puede tener olor fuerte como consecuencia de la absorción de compuestos aromáticos durante su manejo, cuando es inadecuado. El color es más blanco que el de la leche de vaca, debido a la ausencia de carotenos (22, 12).

La calidad fisicoquímica de la leche de cabra es necesaria para asegurar que el producto presente los parámetros mínimos de composición, que no fue adulterado y que no contenga contaminantes. Esta calidad muchas veces es afectada por factores como tiempo de lactancia, raza de los animales, período de ordeño, clima, enfermedades, factores fisiológicos, genéticos y principalmente de origen alimentario (23). Debido a la tendencia de fijar el precio de la leche por su calidad, valorando no solo el volumen, sino también su calidad fisicoquímica y sanitaria, es fundamental completar la información sobre la composición de la leche con su valor de acidez. Esta determinación es una medida indirecta de su calidad sanitaria (21) y es utilizada como indicador del estado de conservación de la leche en función de la relación entre disponibilidad de lactosa y producción de ácido láctico por la acción microbiana, que implica un aumento de la acidez y una disminución del

contenido de lactosa (23). La acidez elevada señala una alta actividad microbiana, la cual, a su vez, puede ser dependiente del estado de conservación de la leche o de los procedimientos de higiene durante su proceso de obtención (24). El valor de acidez de la leche (acidez valorable) se expresa en grados Dörníc (D) (un grado Dörníc equivale a 0,1 g de ácido láctico por litro de leche) y oscila entre 12 y 14°D en función del período de lactación, ya que la concentración de caseínas varía en las distintas etapas. Al final de la lactación, la acidez, asociada a la riqueza de la leche en caseínas, es de 16 a 18°D (25). Esta acidez se debe a la presencia de fosfatos ácidos, aminoácidos, CO_2 y caseína en solución (26). En cuanto al pH, se han encontrado variaciones de aspecto racial, pero, en general, está comprendido entre 6,1 y 6,7 (26).

La calidad higiénico-sanitaria puede ser evaluada con base en dos indicadores: el RCS, que indica la frecuencia de animales con mastitis en el rebaño, y el recuento total de bacterias, que refleja las condiciones de higiene y almacenamiento de la leche desde su obtención hasta el envío a la industria (20). De acuerdo con C. Zweifel y otros, la evaluación de la calidad microbiológica es importante en la inocuidad alimentaria y, por tanto, en la protección de la salud de los consumidores (27). En la Unión Europea, el recuento de mesófilos aerobios totales (R_{MAT}) en leche cruda de pequeños rumiantes, usada para el consumo de leche fluida y subproductos, tratada térmicamente, no debe superar el valor de 6,0 ufc/ml Log_{10} ; en cambio, si esa leche cruda se destina para la producción de productos sin tratamiento térmico no debe exceder a 5,69 ufc/ml Log_{10} . En Brasil, uno de los requisitos para que la leche de cabra sea de buena calidad, además de los tenores mínimos de los principales componentes, es el R_{MAT} , el cual no puede superar a 5,69 ufc/ml Log_{10} para la leche cruda (20).

Las células somáticas, por un lado, se componen de las células blancas de la sangre (leucocitos) que constituyen la defensa contra aquellas bacterias que penetran la barrera física del canal del pezón de la ubre, y, por otro, de células epiteliales provenientes de la descamación del epitelio de la glándula mamaria (20). En las cabras, el RCS presenta algunas particularidades, ya que en su secreción

de leche se eliminan partículas citoplasmáticas junto con los leucocitos y las células epiteliales. Estas partículas son no nucleadas, pero son similares a los leucocitos en el diámetro y morfología (28). De acuerdo con Max Paape y otros, el RCS se ha convertido en un parámetro aceptado para evaluar la calidad de la leche y es la base de los programas de control mundiales de leche de vaca, oveja y cabra para prevenir el ingreso de la leche anormal o no apta para el consumo humano (29). Sin embargo, según N. H. Robertson y C. Muller, en cabras es más difícil conectar el RCS con una posible infección intramamaria (30). La razón de la controversia que existe entre RCS y la infección por mastitis es que la secreción de la leche de cabra difiere de la de vaca. Mientras que en la vaca la secreción es merócrina (la leche es presionada hacia fuera de los alvéolos), en la cabra es apócrina y aparece un gran número de partículas citoplasmáticas en la leche normal. Estas partículas, que no contienen ADN, enmascaran y complican la interpretación de la respuesta de los leucocitos a la inflamación. Paape y otros coinciden con Robertson y Muller al mencionar que en las cabras el RCS no es aplicable para evaluar la calidad de leche, debido a que el RCS de cabras sanas es más alto que en vacas y ovejas sanas (29, 30). H. Pridalová y otros indican que el alto valor de RCS de la leche caprina es, en parte, causado por un aumento en la tasa de desprendimiento de células epiteliales y partículas de citoplasma como consecuencia de la secreción apócrina (31).

Por lo expuesto anteriormente sobre la importancia que tiene el estudio de la calidad higiénico-sanitaria, relacionada a la inocuidad de los alimentos, en especial de uno tan difundido como la leche caprina, sobre la que, actualmente en Uruguay, existe escasa información, los autores realizaron la siguiente investigación con el fin de aportar datos para su futura reglamentación en nuestro país. Esta fue llevada a cabo por el Departamento de Ciencia y Tecnología de la Leche de la Facultad de Veterinaria entre setiembre de 2010 y abril de 2011, financiada por la Comisión Sectorial de Investigación Científica y publicada en la revista *Innotec* (n.º 8, Montevideo, LATU, 2013, pp. 52-59), la cual se desarrollará a continuación en sus aspectos más relevantes sobre la calidad higiénico-sanitaria.

Estudio sobre la calidad higiénico-sanitaria en leche caprina

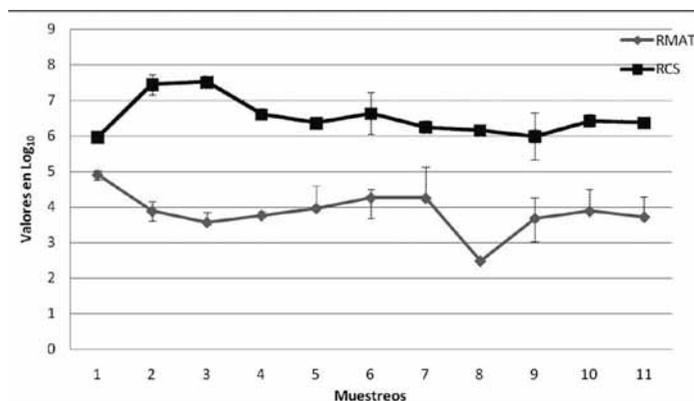
El trabajo tuvo como objetivo evaluar y determinar los parámetros fisicoquímicos de la calidad higiénico-sanitaria de la leche caprina en un establecimiento caprino del Uruguay. Para cumplir con dichos objetivos, se utilizaron 25 cabras de la raza Saanen, las cuales se encontraban en el Parque de Actividades Agropecuarias (PAGRO), perteneciente a la Intendencia Municipal de Montevideo, localizado en la zona de Colón, Montevideo, Uruguay. Se realizaron muestreos para análisis fisicoquímicos y microbiológicos, según la metodología descrita por la Federación Internacional de Lechería (32). Las muestras se tomaron del total de los animales, en el ordeño matutino durante los meses que duró la lactancia.

A cada muestra, se le hizo análisis del RCS, mediante la técnica de Breed (35), de la determinación de acidez Dörnic (32) y del pH, a través del método de evaluación potenciométrico. Los análisis microbiológicos realizados fueron: RMAT, coliformes totales y *Staphylococcus coagulasa* positiva (ST), efectuado acorde a la metodología descrita en APHA (2001) (34). Los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva con el programa Microsoft Excel (Office 2010).

Los resultados obtenidos de calidad higiénica con base en el RMAT durante toda la lactación mostraron un promedio $3,85 \pm 0,69$ ufc/ml Log_{10} , valores considerablemente inferiores a los encontrados en estudios similares en países como Venezuela y Argentina. Aleida García y otros, en cabras Saanen, y C. Cordiviola y otros obtuvieron valores de 7,52 y 6,33 ufc/ml Log_{10} respectivamente (35, 36). También coinciden con F. Morgan y otros, quienes observaron, en Grecia, un valor de 7,55 ufc/ml Log_{10} y, en Portugal, uno de 7,66 ufc/ml Log_{10} , al igual que con Zweifel y otros, cuyo valor en Suiza fue de 6,00 ufc/ml Log_{10} (37, 27). En referencia al RCS en la región, en Brasil, V. Gomes y otros hallaron valores promedio de 5,41 y 5,93 cél/ml Log_{10} (28). Mientras que en Argentina, Cordiviola y otros, utilizando el método de recuento por microscopía directa (Prescott y Breed), encontraron un valor promedio de 6,90 cél/ml Log_{10} en ani-

males que no presentaban mastitis (36), lo cual se asemeja a los valores encontrados en este estudio aplicando la misma metodología. A su vez, Robertson y Muller afirman que los valores varían dependiendo del método de análisis, los cuales aumentan si dicho método no distingue células nucleadas de las no nucleadas (30). En esta investigación, se detectó un valor promedio de RCS de 6,91 cel/ml Log_{10} , por lo que son todos animales sanos, lo que indicaría que existe una marcada coincidencia con el resto de los autores citados acerca del poco valor relativo del RCS como indicador de infecciones intramamarias en leche caprina. Estos resultados se observan en el gráfico 1.

Gráfico 1. R_{MAT} y RCS en leche caprina, obtenidos durante un ciclo de lactancia (ufc/ml Log_{10}) (n = 25)



Fuente: Grille *et al.* (2013)

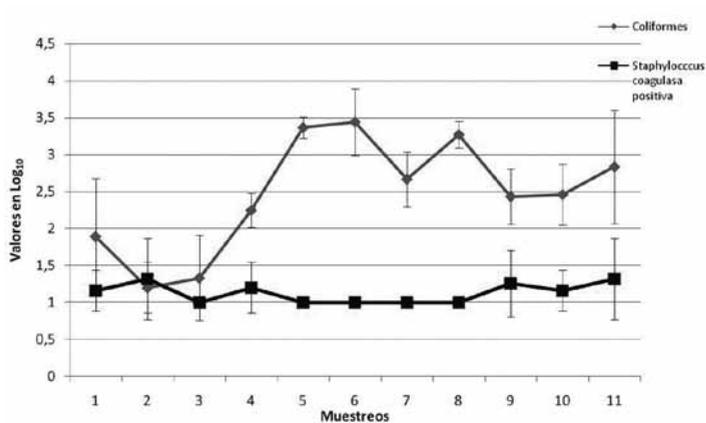
En cuanto a los microorganismos, los coliformes constituyen el grupo de enterobacterias más importantes presente en leche cruda. Se encuentran prácticamente en todas partes, por lo que son utilizados como indicadores, es decir, son microorganismos cuya presencia en gran número delata prácticas de trabajo en malas condiciones higiénicas (26). En este estudio, los valores de coliformes totales encontrados para este rodeo fueron de $2,47 \pm 0,84$ ufc/ml Log_{10} , muy inferiores a los citados por la bibliografía. A nivel mundial, los informados por diferentes autores fueron de 5,92 ufc/ml Log_{10} y 5,00 ufc/ml Log_{10} (36, 38). En países como Grecia y Portugal, se reportaron recuentos de coliformes totales de 6,22 ufc/ml Log_{10} y

7,60 ufc/ml Log_{10} respectivamente (37). En rodeos caprinos de la región, se registraron valores promedio de 5,00 ufc/ml Log_{10} (39). Otros datos obtenidos variaron entre 3,63 y 6,14 ufc/ml Log_{10} (39, 40).

Los patógenos más prevalentes en la leche de cabra son los *Staphylococcus*. Las enterotoxinas estafilocócicas pueden ser producidas por ST y, en general, se caracterizan por ser termorresistentes, ya que persisten en los productos lácteos elaborados con leche de animales infectados a pesar de la pasteurización o esterilización, lo que implica un riesgo para el consumidor (41). En cuanto a valores de ST , Morgan y otros registraron valores promedio de 5,22 ufc/ml Log_{10} y 4,87 ufc/ml Log_{10} (27). En Brasil, Rita Queiroga y otros indican un valor máximo de *Staphylococcus aureus* de 3,54 ufc/ml Log_{10} (42). J. Muehlherr y otros, en Suiza, detectaron *Staphylococcus aureus* en el 31,7 % de las muestras, con un valor promedio menor a 1,00 ufc/ml Log_{10} , y el valor máximo fue de 4,34 ufc/ml Log_{10} (43). En Uruguay, en el Reglamento Bromatológico Nacional (44), se admiten hasta 3,00 ufc/mL Log_{10} de *Staphylococcus aureus* en leche cruda bovina y no existen niveles establecidos para leche caprina. En este trabajo, el valor promedio encontrado es $1,13 \pm 0,29$ ufc/ml Log_{10} , sensiblemente inferior a los reportados por los autores citados.

De acuerdo a estos resultados, es posible considerar que la leche estudiada presenta una muy buena calidad desde el punto de vista microbiológico. Estos datos se observan a continuación en el gráfico 2.

Gráfico 2. Recuento de coliformes totales y *st* en leche caprina, obtenidos durante un ciclo de lactancia (ufc/ml Log_{10}) (n = 25)



Fuente: Grille *et al.* (2013)

Con respecto a las propiedades fisicoquímicas, en Argentina, S. Frau y otros registraron el valor promedio de acidez de $19,52^{\circ}\text{D}$ ($16,55 - 22,63^{\circ}\text{D}$) (21). Queiroga y otros analizaron leche de cabras Saanen y reportaron valores de acidez de $15, 14,2$ y $16,5^{\circ}\text{D}$ a los 35,85 y 135 días de lactación, respectivamente (21, 45). El resultado encontrado en este trabajo es de $14,19 \pm 0,39^{\circ}\text{D}$, como se observa en la tabla 1, similar al citado por Queiroga y otros (45). A su vez, estos coinciden con D. Draksler y otros, quienes afirman que la acidez de la leche se debe a la presencia de fosfatos ácidos, aminoácidos, CO_2 y caseína en solución (26).

En relación con los valores de pH, Draksler y otros han descubierto variaciones de aspecto racial (26), pero, en general, la mayoría de los autores que estudiaron esta propiedad en leche de cabras Saanen observaron valores entre 6,1 y 6,7 (46, 37). Este rango se podría explicar debido a que, según F. Arnaud y otros, el pH representa la acidez actual o verdadera de la leche, la cual puede variar durante el curso del ciclo de la lactación y bajo la influencia de la alimentación (47). El valor medio de pH obtenido en este trabajo fue de $6,66 \pm 0,06$, similar a los conseguidos por los autores previamente citados.

Con respecto a la densidad de la leche de cabra, según François Luquet, esta varía entre 1,026 y 1,042 g/ml, magnitud que depende principalmente de dos factores: del contenido de extracto seco y de la concentración de materia grasa (25). F.

Ludeña y otros reportaron un valor promedio para la densidad de 1,030 g/ml (48). La media de densidad, en este estudio, fue de $1,026 \pm 0,26$ g/ml, valor que está dentro de los rangos reportados por los autores citados. Los resultados se muestran a continuación (tabla 1).

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de la leche caprina obtenidos durante un ciclo de lactancia (n = 25)

	Acidez (°D)	pH	Densidad (g/ml)
M1	$13,66 \pm 0,55$	$6,81 \pm 0,02$	$1,030 \pm 0,00$
M2	$19,00 \pm 0,22$	$6,65 \pm 0,01$	$1,025 \pm 0,00$
M3	$14,00 \pm 0,28$	$6,65 \pm 0,04$	$1,026 \pm 0,57$
M4	$13,00 \pm 0,00$	$6,62 \pm 0,01$	$1,025 \pm 0,00$
M5	$13,66 \pm 0,57$	$6,63 \pm 0,01$	$1,026 \pm 0,00$
M6	$12,66 \pm 1,10$	$6,68 \pm 0,05$	$1,025 \pm 0,00$
M7	$14,00 \pm 0,00$	$6,69 \pm 0,00$	$1,025 \pm 0,00$
M8	$12,66 \pm 0,57$	$6,64 \pm 0,05$	$1,026 \pm 0,00$
M9	$15,00 \pm 0,00$	$6,62 \pm 0,02$	$1,026 \pm 0,57$
M10	$14,33 \pm 0,57$	$6,64 \pm 0,02$	$1,025 \pm 0,00$
M11	$16,00 \pm 0,00$	$6,61 \pm 0,00$	$1,025 \pm 0,57$

Fuente: Grille *et al.* (2013)

Importancia de la generación de parámetros de calidad higiénico-sanitaria específicos de leche de cabra

Los estudios de los parámetros que identifican la calidad higiénico-sanitaria de la leche caprina en nuestro país son escasos, lo que se ve reflejado en la existencia de una incipiente reglamentación en la temática. Es importante destacar que muchos de estos aspectos de calidad de la leche, sobre todo en lo referente a los parámetros de calidad sanitaria en la especie caprina, no se deben comparar con parámetros descritos en la leche de otras especies, principalmente la bovina, ya que existen grandes diferencias propias de la especie, como, por ejemplo, la forma de excreción de la leche en la glándula mamaria, entre otras.

De este modo, no es adecuado utilizar reglamentación referida a la especie bovina para el control de calidad de dicho alimento. Por lo tanto, es de suma importancia contar con parámetros relacionados a la calidad higiénico-sanitaria, propios de la especie en cuestión, mayormente en el ámbito nacional, para el sector caprino, así como también para los consumidores de este tipo de productos.

La calidad higiénico-sanitaria de la leche caprina, al igual que de la leche bovina, es un punto clave. La higiénica, como se dijo anteriormente, está determinada por las condiciones en que esa leche es obtenida, lo que hace referencia específicamente a rutina de ordeño, higiene del ordeñador, limpieza de la sala, máquina de ordeño, tarros, tanques y cualquier utensilio que tenga contacto con esta, desde su adquisición hasta su consumo. Un riguroso control de estos pasos durante la obtención de la leche es de gran relevancia para asegurar la producción de un alimento en condiciones higiénicas aceptables.

La calidad sanitaria está influenciada por el estado de salud de los animales que integran el rebaño lechero y se refiere fundamentalmente a la salud de la ubre. Como se expresó con anterioridad, el RCS es el parámetro que se utiliza en la especie bovina para el control de la calidad sanitaria, pero, según lo estudiado por muchos autores, no es adecuado para el de esta especie. Este estudio es un primer abordaje de la temática, realizado en un establecimiento caprino de nuestro país, aunque consideramos muy importante seguir realizando estudios. Esto es muy importante para poder hacer un minucioso control de la leche en cuanto a todos los parámetros que definen su calidad, como lo son: los higiénicos (R_{MAT} , coliformes totales y fecales y ST), los fisicoquímicos (acidez, pH y densidad, punto crioscópico) y los sanitarios (RCS y microorganismos causantes de mastitis en esta especie). De esta manera, resultará en un mejor control de este tipo de alimentos que asegure su inocuidad y ofrezca mayores garantías a los consumidores.

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración del equipo del laboratorio del Departamento de Ciencia y Tecnología de la leche, así como de los estudiantes que llevaron a cabo su tesis de grado enmarcada en dicha investigación.

Referencias bibliográficas

1. BOYAZOGLU, J.; HATZIMININAOGLU, I., y MORAND-FEHR, P., «The Role of Goat in Society: Past, Present and Perspectives for the Future», en *Small Ruminant Research*, vol. 60, octubre 2005, pp. 13-23.
2. SAHLU, T., y GOETSCH, A. L., «A Foresight on Goat Research», en *Small Ruminant Research*, vol. 60, august 2005, pp. 7-12.
3. RIBEIRO, A., y RIBEIRO, S., «Specialty Products Made from Goat Milk», en *Small Ruminant Research*, vol. 89, abril de 2010, pp. 225-233.
4. MORAND-FEHR, P.; FEDELE, V.; DECANDIA, M., y LE FRILEUX, Y., «Influence of Farming and Feeding Systems on Composition and Quality of Goat and Sheep Milk», en *Small Ruminant Research*, vol. 68, march 2007, pp. 20-34.
5. PIRISI, A.; LAURET, A., y DUBEUF, J. P., «Basic and Incentive Payments for Goat and Sheep Milk in Relation to Quality», en *Small Ruminant Research*, vol. 68, march 2007, pp. 167-178.
6. HAENLEIN, G., «Past, Present, and Future Perspectives of Small Ruminant Dairy Research», en *Journal of Dairy Science*, vol. 84, january 17, 2000, pp. 2097-2115.
7. DUBEUF, J. P., «Structural, Market and Organisational Conditions for Developing Goat Dairy Production Systems», en *Small Ruminant Research*, vol. 60, october 2005, pp. 67-74.
8. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA, DIEA: *anuario estadístico 2013* [EN LÍNEA], Montevideo: Dirección de Estadísticas Agropecuarias, disponible en: <www.mgap.gub.uy>, consultado en abril de 2014.
9. CIAPPESONI, C., *La producción caprina en Uruguay y Latinoamérica* [EN LÍNEA], 2006, disponible en: <<http://www.caprainspana.com/la-produccion-caprina-en-uruguay-y-latinoamerica/>>, consultado el 19 abril de 2015.
10. DESJEU, J. F., «Valeur nutritionnelle du lait de chèvre», en *Lait*, vol. 73, Paris, France Le Lait, 1993, pp. 573-580.
11. HAENLEIN, G., «Goat Milk in Human Nutrition», en *Small Ruminant Research*, vol. 51, February, Department of Animal and Food Science, University of Delaware, Newark, DE 19717-1303, USA, 2004, pp. 155-163.
12. BOZA, J., y SANZ, S., «Aspectos nutricionales de la leche de cabra», en *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, vol. 10, Granada, diciembre 1997, pp. 109-139.
13. SANZ, S.; FERNÁNDEZ, J.; DE LA TORRE, G.; RAMOS, E.; CARMONA, F., y BOZA, J., «Calidad de la leche de los pequeños rumiantes», en *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, vol. 16, Granada, diciembre 2003, pp. 155-166.

14. FERNÁNDEZ, M.; CASTILLO, H.; FERNÁNDEZ, J.; SALTIJERAL, J., y GONZÁLEZ, J., «Calidad sanitaria de leche caprina de razas europeas explotadas en el Bajío Mexicano», ponencia presentada en el XIV Congreso Internacional de la Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Ruminantes, Lugo-Santiago de Compostela, 12-15 de julio de 2006, pp. 413-417.
15. GARCÍA, F., y JORDANO, R., «Calidad de la leche cruda: definición y tipo de calidad», en *Industrias Lácteas Españolas*, vol. 236, Madrid, octubre de 1998, pp. 33-37.
16. DELUCCHI, I.; LAMAS, D.; VIÑOLES, F.; DE TORRES, E.; RIOS, C., y CARRO, S., «Guía de buenas prácticas agrícolas (BPA) para la producción de leche y calidad», en *Boletín de Divulgación*, vol. 93, INIA, 2008, p. 56.
17. FLORES, M.; PÉREZ, R., y BASURTO, M., «La leche de cabra y su importancia en la nutrición», en *Tec Chih*, vol. 3, n.º 2, mayo-agosto de 2009, pp. 107-113.
18. HAENLEIN, G., «Nutritional Value of Dairy Products of Ewes and Goats Milk», en *Int J Anim Sci*, vol. 11, pp. 395-411.
19. FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE LECHERÍA, GRUPO DE EXPERTOS, «Code generale de practiques hygieniques pour l'Infustrie laitiere», en *Bulletin*, vol. 178, FIL, Bruselas, 1984, p. 23.
20. DE SOUZA, G.; RENALDI, J.; GOMES DE FARIA, C., y CASTRO, L., «Composição e qualidade higienico-sanitária do leite de rebanhos caprinos», en FONSECA, J. F. da, y BRUSCHI, J. H. (ed.), *Produção de caprinos na região da Mata Atlântica*, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009, p. 272.
21. FRAU, S.; TOGO, J.; PECE, N.; PAZ, R., y FONT, G., «Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero», en *Revista de la Facultad de Agronomía*, vol. 109, n.º 1, La Plata, octubre de 2010, pp. 9-15.
22. LARROSA, J., y KREMER, R., *Leche ovina y caprina. Una nueva alternativa agroindustrial*, Montevideo: Editorial Hemisferio Sur, 1990, p. 172.
23. SILVA, J.; ARAÚJO, A.; DOS SANTOS, E.; NETO, J. P., y ALVES, T., «Parâmetros e determinantes da qualidade físico-química do leite caprino», en *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, vol. 6, n.º 3, Grupo Verde de Agricultura Alternativa, Mossoró, julho/setembro de 2011, pp. 32-38.
24. SCHMIDT, V.; GOTTARDI, C.; MURICY, R., y CARDOSO, M., «Qualidade higiênica de leite caprino por contagem de coliformes e estafilococos», en *Ciência Rural*, vol. 38, n.º 3, Santa Maria. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2008, pp. 743-748.

25. LUQUET, F. M., *Leche y productos lácteos. Vaca-cabra-oveja*, Zaragoza: Editorial Acribia, 1991, p. 390.
26. DRAKSLER, D.; NÚÑEZ, M.; GONZÁLEZ, S., y OLIVER, G., «Leches de pequeños rumiantes: características generales y su microbiología», en BARBERIS, S., y otros, *Bromatología de la leche*, San Luis: Editorial Hemisferio Sur, 2002, pp. 121-148.
27. ZWEIFEL, C.; MUEHLHERR, J.; RING, M., y STEPHAN, R., «Influence of Different Factors in Milk Production on Standard Plate Count of Raw Small Ruminant's Bulk-Tank Milk in Switzerland», en *Small Ruminant Research*, vol. 58, abril de 2005, pp. 63-70.
28. GOMES, V.; DELLA-LIBERA, A.; PAIVA, M.; MADUREIRA, K., y ARAÚJO, W., «Effect of Stage of Lactation on Somatic Cell Counts in Healthy Goats (*Caprae hircus*) Breed in Brazil», en *Small Ruminant Research*, vol. 64, July 2006, pp. 30-34.
29. PAAPE, M.; WIGGANS, G.; BANNERMAN, D.; THOMAS, D.; SANDERS, A.; CONTRERAS, A.; MORONI, P., y MILLER, R., «Monitoring Goat and Sheep Milk Somatic Cell Counts», en *Small Ruminant Research*, vol. 68, 2007, pp. 114-125.
30. ROBERTSON, N., y MULLER, C., «Somatic Cell Count in Goat's Milk as an Indication of Mastitis» [EN LÍNEA], en *South African Society for Animal Science*, vol. 6, [ciudad], [mes de] 2005, disponible en: <<http://www.sasas.co.za/sites/sasas.co.za/files/RobertsonAPop05.pdf>>, consultado el 8 de mayo de 2015.
31. PRIDALOVÁ, H.; JANSTOVÁ, B.; CUPAKOVÁ, S.; DRACKOVÁ, M.; NAVRATILOVÁ, P., y VORLOVÁ, L., «Somatic Cell Count in Goat Milk», en *Folia Veterinaria*, vol. 53, n.º 2, abril de 2009, pp. 101-105.
32. PINTO, M., y VEGA y LEÓN, S., *Métodos de análisis de la leche y derivados*, Valdivia: Universidad Austral de Chile, 1998, p. 489.
33. FEDERATION INTERNATIONALE DU LAITERIE (FIL), INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF), *Milk Enumeration of Somatic Cells*, IDF Standard 148A, Bruselas: International Dairy Federation, 1995.
34. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (Apha), *Compendium of Methods for the Microbiological examination of Food*, 2.^a ed., Washington D. C.: Editorial Marvin L. Speck, 1984, p. 914.
35. GARCÍA, A.; RIVERO, J.; GONZÁLES, P.; VALERO-LEAL, K.; IZQUIERDO, P.; GARCÍA, A., y COLMENARES, C., «Calidad bacteriológica de la leche cruda de cabra producida en la parroquia Faría, Municipio Miranda, estado Zulia, Venezuela», en *Revista Facultad de Agronomía LUZ*, vol. 26, Maracaibo, setiembre-octubre 2009, pp. 59-77.

36. CORDIVIOLA, C.; ARIAS, R.; VAAMONDE, G.; LACCHINI, R., y ANTONINI, A., «Calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra en la cuenca de Cañuelas, Provincia de Buenos Aires», ponencia presentada en el V Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, 2-4 de mayo 2007.
37. MORGAN, F.; MASSOURAS, T.; BARBOSA, M.; ROSEIRO, L.; RAVASCO, F.; KANDARAKIS, I.; BONNIN, V.; FISTAKORIS, M.; ANIFANTAKIS, E.; JAUBERT, G., y RAYNAL-LJUTOVAC, K., «Characteristics of Goat Milk Collected from Small and Medium Enterprises in Greece, Portugal and France», en *Small Ruminant Research*, vol. 47, Diciembre 2002-enero 2003, pp. 39-49.
38. BERGONIER, D.; CREMOUX, R.; RUPP, R.; LAGRIFFOUL, G., y BERTHEL, X., «Mastitis of Dairy Small Ruminants», en *Veterinary Research*, vol. 34, Castanet-Tolosan Cedex, France, setiembre-octubre 2003, pp. 689-716.
39. CHÁVEZ, M., MARGALEF, M., y MARTÍNEZ, M., «Cuantificación de lipólisis en leche caprina (Saanen) cruda y térmicamente tratada», ponencia presentada en V Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, 2-4 de mayo 2007.
40. SCHMIDT, V.; GOTTARDI, C.; MURICY, R., y CARDOSO, M., «Qualidade higiênica de leite caprino por contagem de coliformes e estafilococos», en *Ciência Rural*, vol. 38, n.º 3, Santa María, mayo-junio de 2008, pp. 743-748.
41. CONTRERAS, A.; LUENGO, C.; SÁNCHEZ, A., y CORRALES, J., «Etiología de la infección intramamaria caprina en relación con los programas de control» [EN LÍNEA], ponencia presentada en las XXVI Jornadas de la SEOC, Sevilla, 20-22 de Setiembre de 2001, pp: 13-26, disponible en: <file:///C:/Users/HP/Desktop/26_jornadas_seoc.pdf>, consultado el 6 mayo de 2015.
42. QUEIROGA, R.; COSTA, R., y BISCONTINI, T., «Características microbiológicas de la leche de cabra producida en el nordeste de Brasil» [EN LÍNEA], en *Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, 2002, disponible en: <http://www.exopol.com/seoc/docs/vsci0opl.pdf>, consultado el 3 de mayo de 2015.
43. MUEHLHERR, J.; ZWEIFEL, C.; CORTL, S.; BLANCO, J., y STEPHAN, R., «Microbiological Quality of Raw Goat's and Ewe's Bulk-Tank Milk in Switzerland», en *Journal Dairy Science*, vol. 86, Junio-diciembre de 2003, pp. 3849-3856.
44. *Reglamento bromatológico nacional*, Decreto 315/994, 2.ª ed., Montevideo: IMPO, 1994, pp. 143-155.
45. QUEIROGA, R.; COSTA, R.; BISCONTINI, T.; MEDEIROS, A.; MADRUGA, M., y SCHULER, A., «Influência do manejo do rebanho, das condições higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras Saanen», en *Revista Brasileira Zootecnia*, vol. 36, n.º 2, Recebido: 15/06/05, Aprovado: 27/09/06, 2007, pp. 430-437.

46. PARK, Y.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M., y HAENLEIN, G., «Physico-chemical Characteristics of Goat and Sheep Milk», en *Small Ruminant Research*, vol. 68, marzo de 2007, pp. 88-113.
47. ARNAUD, F.; CARRO, S.; DE LOS SANTOS, R.; GRILLE, L., y VERA, S., *Acidez y prueba de estabilidad de leche y derivados*, Montevideo: Departamento de Ciencia y Tecnología de la leche, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, 2009, p. 18.
48. LUDEÑA, F.; PERALTA, S.; ARROYO, O.; FUNG, L., y GONZALEZ, C., «Caracterización físico-química y microbiológica de la leche de cabra y su conservación por el sistema lactoperoxidasa», en *Mosaico Científico*, vol. 3, n.º 1, Lima, Perú, 2006, pp. 17-27.

Capítulo 4

CONGELACIÓN DE LA LECHE CAPRINA: ¿UNA ALTERNATIVA DE CONSERVACIÓN?

LUCÍA GRILLE

Dra. en Ciencias Veterinarias, MSc

SILVANA CARRO

Dra. en Medicina y Tecnología Veterinaria MSc., PhD

DANIELA ESCOBAR

Ingeniera Química

Introducción

Situación de los productores caprinos en Uruguay

Históricamente, Uruguay, desde el siglo XIX, se ha caracterizado por su producción ganadera, en especial de bovinos y ovinos. Sin embargo, los productores han buscado nuevas alternativas, entre ellas, la producción de leche caprina. Desde 1987, se han comenzado a importar razas lecheras especializadas, tanto para criarlas puras como para realizar cruces de absorción con cabras criollas (chivas) que se encontraban en algunas regiones del país en estado semisalvaje. Las principales razas importadas fueron: anglo nubian, pardo alpina o alpina francesa, Saanen y Toggenburg (1). Los productores de leche de cabra se

concentran en la región suroeste del país de una larga tradición lechera —aproximadamente 16 000 km² que abarca los departamentos de Montevideo, San José, Colonia, Maldonado, Canelones y Lavalleja (2). La mayoría de los productores caprinos poseen tambos de pequeña extensión donde se emplea mayormente un sistema de cría semiextensivo, con pastoreo de praderas implantadas y una estabulación nocturna en la que los animales reciben una suplementación de ración al igual que durante los ordeños (en total, entre 200 y 300 g/día/animal) (1). La mayor parte de la producción de estos establecimientos se destina a la elaboración de quesos (70 %); en segundo lugar, está la leche fluida pasteurizada, que se empezó a comercializar en nuestro país desde el año 2013, y el resto de la producción se destina a la alimentación de cabritos (3). La leche habitualmente se transporta congelada a otros establecimientos que elaboran quesos de tipo artesanal (1).

Control de calidad de la leche

La leche es el único alimento producido por las hembras mamíferas para su descendencia en las primeras etapas de su vida extrauterina, que debe ser de calidad óptima, tanto desde el punto de vista nutritivo como sanitario. La calidad de la leche para el consumidor consiste en la composición invariable en el sabor y su conservación. De acuerdo con F. García y R. Salinas, se entiende por calidad no solo un contenido normal de sustancias (grasa, proteínas, lactosa, minerales o vitaminas), sino también un bajo contenido de gérmenes y glóbulos blancos, la ausencia de cuerpos extraños y de agentes patógenos, y también la existencia de un sabor y olor normales (4). Cuando la cantidad de sólidos totales (grasa, proteínas, lactosa y minerales) disminuye, la calidad se altera, y esto ocurre principalmente por mastitis o adulteración. Producir leche de buena calidad significa que, tanto en la composición como microbiológicamente, la leche que llega al consumidor debe estar en condiciones tales que sea apta para su consumo. Según O. Saltijeral y otros, la expresión concreta de la prevención de enfermedades y el bienestar animal es la producción de leche de calidad, que implica tres aspectos: la cantidad, sus componentes y los factores contaminantes (contaminación bacteriológica y presencia de residuos) (5). La leche puede ser afecta-

da, ya sea en el interior o en el exterior del animal, como en la glándula mamaria, en el medio ambiente o, incluso, durante los procesos de la cadena de comercialización y procesamiento (6). E. Spreer establece que el concepto de calidad higiénica se limita a la calidad de la leche cruda, abarcando solo los aspectos higiénicos, sin considerar el contenido de nutrientes y principios activos, ni su naturaleza quimicofísica (7). La calidad higiénico-sanitaria, como ya se mencionó anteriormente en esta publicación, puede ser avalada con base en dos indicadores: el recuento de células somáticas (RCS), que señala la frecuencia de animales con mastitis en el rebaño, y el recuento total de bacterias, que muestra las condiciones de higiene y almacenamiento de la leche, desde su obtención hasta el envío a la industria. También se relaciona a la ausencia de agentes químicos (antibióticos, pesticidas, herbicidas, aditivos, drogas), resultantes, generalmente, de su manejo inadecuado en el rebaño (8). Con respecto a la calidad higiénica de la leche, existen microorganismos indicadores. En alimentos, los más utilizados en cuanto a indicadores de calidad son los coliformes y *Staphylococcus coagulasa positiva* (ST). Según W. Cardoso, los coliformes termotolerantes son indicadores de contaminación fecal y de riesgo de presencia de microorganismos patógenos, que pueden causar toxiinfecciones en el consumidor (9). Los *Staphylococcus* son de gran importancia, principalmente los coagulasa positiva, pues pueden producir enterotoxinas termoestables, que pueden llegar al consumidor mismo después de la pasteurización.

Tecnologías de conservación de la leche caprina

La conservación de la leche se puede realizar, entre otros métodos, por medio de la refrigeración o incluso la congelación. La tecnología de refrigeración se hace, al igual que en la leche bovina, colocándola en tanques de frío y logrando una temperatura igual o inferior a 4°C en un período máximo de 2 hs, lo que permite conservar la leche por 48 hs (10). La tecnología de congelación ha sido objeto de estudio desde 1930 (11). Existen países que aceptan en su legislación efectuarla en recipientes metálicos con capacidad variable de hasta 50 L, manteniendo la materia prima a una temperatura igual o inferior a -18°C y logrando alcanzar esta temperatura en el menor tiempo posible (10).

Este método de conservación es muy utilizado en establecimientos caprinos con el fin de obtener mayor vida útil y disponibilidad de la leche en distintas épocas del año.

EFFECTO DE LA CONGELACIÓN SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE

Algunos estudios sobre la aplicación de esta tecnología en leche caprina observaron que puede tener efectos adversos en la calidad, así como también en sus propiedades fisicoquímicas, de composición y sensoriales (12). Según De la Fuente, Gomes y Haenlein, durante la congelación, se puede dar una oxidación de las grasas, lo que predispone a la lipólisis de estas, que puede aumentar la acidez de la leche, especialmente si la lipasa no fue inactivada previamente por tratamiento térmico (13, 14, 15). Con respecto a la oxidación de lípidos, esta es una de las causas principales del deterioro de grasas y aceites que conduce a la rancidez y al desarrollo de sabores desagradables (16). En cuanto a las proteínas, la congelación puede variar la estructura de ellas en la leche, lo que repercute en la calidad de productos como el queso (17). Según algunos autores, la congelación como método de conservación no altera las características microbiológicas de la leche, y el producto, inmediatamente después del descongelado, tiene una calidad similar a la leche de la que se originó (18, 14). Sin embargo, la congelación puede tener efectos negativos sobre las células bacterianas. P. Vilhena y otros exponen que la congelación de la leche puede alterar la pared celular de las bacterias, perjudicando su capacidad de multiplicación, aunque puede haber aumentos aparentes en los recuentos provocados por la separación de los aglomerados de bacterias durante el almacenamiento (19). Benedet y Carvalho junto con Gomes y otros demostraron que la congelación hasta por 90 días de la leche de cabra pasteurizada no altera significativamente sus características microbiológicas (18, 14). A pesar de que mundialmente no hay muchos estudios, algunos países, como Brasil, aceptan la aplicación de una temperatura igual o inferior a -18°C como forma de conservación de la leche caprina (10). En Uruguay, previo a la elaboración del trabajo que presentaremos a continuación, no existía recomendación oficial que contemplara la conservación a través de la congelación de la leche caprina.

Efecto del tiempo de congelación en la leche caprina cruda y la pasteurizada

De lo anteriormente mencionado, se destaca la importancia del estudio de la congelación como método de conservación de la leche caprina en nuestro país, ya que es una tecnología ampliamente difundida por el sector. Debido a la necesidad de conservar la leche para tiempos de no estacionalidad y a la falta de antecedentes de estudios de la congelación de la leche caprina aquí, el equipo de investigación, integrado por el Departamento de Ciencia y Tecnología de la Leche de la Facultad de Veterinaria y la Gerencia de Proyectos Alimentarios del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), mediante un proyecto financiado por la Comisión Sectorial de Investigación Científica en 2009, planteó la realización de una investigación acerca de esta metodología, que fue publicada en *Innotec* (n.º 8, Montevideo, LATU, 2013, pp. 60-66). El objetivo fue generar resultados que avalen la conservación de la leche caprina por medio de la congelación a -18°C durante 6 meses, sin que se afecte la estabilidad oxidativa ni la calidad composicional y microbiológica, y que aporten datos hacia una normativa sobre el tema en nuestro país. Para ello, se utilizó leche proveniente del ordeño completo de la mañana (tanque de frío) de 35 cabras de la raza Saanen, ubicadas en el Parque de Actividades Agropecuarias (PAGRO), perteneciente a la Intendencia de Montevideo. Se realizaron seis muestreos con un intervalo de 7 días cada uno. La leche se envasó para su posterior congelación en botellas cilíndricas con capacidad de 1 L, material PET (polietileno tereftalato), con tapa rosca, previamente limpias y desinfectadas. En cada muestreo, luego de la homogeneización, se extrajeron 14 L de leche del tanque, de los cuales 7 L se envasaron como tal (leche cruda o LC) y los otros restantes fueron sometidos a un proceso de pasteurización lenta LTLT (63°C durante 30 minutos), que fue verificado por la prueba de la fosfatasa alcalina, y se fraccionaron y envasaron como leche pasteurizada (LP). Antes de proceder a la congelación a -18°C , se extrajo una muestra de cada tipo de leche (LC y LP) y se le realizaron los análisis correspondientes al control de calidad, muestras que fueron consideradas como control (t0); el resto se las llevó a congelación. La descongelación de las muestras se llevó a cabo por medio

de dos métodos: baño María (BM) y heladera (H). El método H se hizo durante 60 hs a 4°C, y el de BM, durante 2,5 hs a 27°C. A los 60, 120 y 180 días de congelación (t1, t2 y t3 respectivamente), se procedió a realizar la descongelación de las muestras, por los métodos anteriormente nombrados (H y BM) de cada tipo de leche (LC y LP), y se obtuvo las siguientes muestras: leche cruda baño María (LCBM), leche cruda heladera (LCH), leche pasteurizada baño María (LPBM) y leche pasteurizada heladera (LPH). Este ensayo se repitió 6 veces (cuadro 1).

Cuadro 1. Muestreos de leche con los distintos tratamientos (LCBM, LCH, LPBM Y LPH) y los diferentes tiempos (t0, t1, t2 y t3)

Frecuencia de análisis	LC	LP
t0: día 0	Previo a la congelación y pasteurización	Luego de pasteurizar y previo a la congelación
t1: 60 días	BM H	BM H
t2: 120 días	BM H	BM H
t3: 180 días	BM H	BM H

BM: baño María, H: heladera.

Fuente: Grille *et al.* 2013

Todas las muestras se sacaron según la metodología descrita por la Federación Internacional de Lechería (20) para análisis fisicoquímicos y microbiológicos. A cada una se le realizó análisis de composición: materia grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos (SNG) y densidad, utilizando un equipo denominado Lactomilk®. Se determinó acidez Dörmic (21) y pH mediante método de evaluación potenciométrico. Los análisis microbiológicos practicados fueron: recuento de mesófilos aerobios totales (RMAT), coliformes totales (CT) y ST, y las células somáticas se contabilizaron mediante la técnica de Breed (22). Para evaluar la estabilidad oxidativa de la leche de cabra durante el almacenamiento, se empleó el método de índice de estabilidad del aceite (OSI en inglés), también llamado Rancimat, que permite medirla bajo condiciones estandarizadas (23). Específicamente, se determinó la estabilidad oxidativa de la materia grasa de la leche, que se extrajo siguiendo la metodología según la norma ISO 14156 / IDF 172 (24).

Las diferencias en los parámetros de calidad (composicionales, fisicoquímicas y microbiológicas), obtenidas en los sucesivos muestreos para cada variable, fueron analizadas estadísticamente mediante la prueba de análisis de varianza factorial en bloque por parcelas, divididas por medio del programa Infostat. Para determinar la diferencia entre los tiempos de congelado, se realizó el test de Tukey. Se consideran cambios significativos en cada variable cuando α es $< 0,05$. Los resultados microbiológicos y el RCS (ufc/ml y cél/ml respectivamente) se expresaron en Log en base 10 para normalizar su distribución.

Por lo que, de este modo, se evaluó el efecto del tiempo de congelación sobre los parámetros de calidad de la LC y la LP, ya que diversos autores citan que la congelación puede tener efectos adversos en la calidad (12). Sin embargo, H. Benedet y M. Carvalho proponen que este proceso de conservación no provoca grandes modificaciones en el sabor ni en el olor de la leche, aunque sí puede ocurrir una floculación de las proteínas, perjudicando la apariencia y aceptación del producto (18).

Efecto del tiempo de congelación de la leche caprina sobre sus principales componentes y estabilidad oxidativa

Al evaluar los parámetros de composición, algunos autores afirman que, por un lado, durante la congelación de la leche se producen procesos de lipólisis, y estos provocarían una disminución de los valores de materia grasa (25). Por otro lado, se piensa que las razones de la reducción del porcentaje de la grasa láctea durante el almacenamiento en congelación no están totalmente comprendidas, aunque es posible que los cristales que se forman puedan destruir los glóbulos de grasa (26). Otros autores sugieren que se puede deber a la ruptura enzimática de los triacilglicéridos, junto con la actividad microbiana que se da durante el tiempo de almacenamiento en congelación (27). En este trabajo, se encontró que en la LC los valores de materia grasa disminuyen durante la congelación al igual que en la LP (tabla 1), y esto coincide con lo establecido por los autores anteriormente mencionados. En cuanto a las proteínas, tanto M. Gomes y otros como V. Pereira obtuvieron

valores entre 2,70 % y 2,62 % para la LP congelada, los cuales se corresponden con los encontrados en el presente estudio (14, 28). Los agregados de caseína pueden ocurrir en la congelación de la leche, ya que la micela de caseína está fuertemente mineralizada y su grado de hidratación es bajo, lo que le confiere menor estabilidad térmica. La congelación contribuye a disociar la β -caseína de la micela interfiriendo en la estabilidad proteica. Este efecto sucede intensamente en la leche de cabra, probablemente ocasionado por la ausencia de la α -S1-caseína (29). Asimismo, la relación *calcio-fósforo* de la micela es más fuerte y su hidratación es menor, lo cual le confiere menor estabilidad térmica (30). La desagregación de la caseína dentro de la micela la hace especialmente susceptible a proteólisis (31). En nuestro trabajo en LC, se observa una leve disminución de las proteínas en el transcurso del tiempo; en LP, se perciben diferencias a partir de los 120 días ($t_0 \neq t_2$ y t_3) (tabla 1). A pesar de que en este trabajo no se estudió la estabilidad de la micela de caseína, se podría pensar que la disminución en los porcentajes de proteína durante la congelación podría deberse a una menor estabilidad térmica de esta al someterla a las temperaturas de congelación (-18°C). En cuanto a la apariencia de la leche una vez descongelada, Pereira constató que presentaba un aspecto floculado con disminución de la apariencia general (28). Lo mismo observaron Gomes y otros, quienes atribuyeron esas características a modificaciones físicas de las proteínas, acentuadas por el congelamiento lento después de la pasteurización (14). Aunque aquí no se realizó una evaluación sensorial del producto descongelado, se pudo apreciar una declinación en la apariencia general. La lactosa, los SNG y las sales (cenizas) en LC no mostraron diferencias en los distintos tiempos de congelado (tabla 1). En el caso de la LP, la lactosa presentó una leve disminución a los 120 días y se notaron diferencias significativas entre t_0 y t_2 . Autores como R. Zhang y otros indican en su trabajo que los sólidos totales, las proteínas y los porcentajes de lactosa no se vieron afectados por el tiempo de almacenamiento o la temperatura de congelación (32).

Tabla 1. Valores medios porcentuales de composición. Comparación entre los diferentes tiempos de congelación (t0, t1, t2 y t3) (n = 6)

	MG %		Proteína %		Lactosa %		SNG %		Sales %	
	LC	LP	LC	LP	LC	LP	LC	LP	LC	LP
t0	3,77 ^a ±0,68	3,79 ^b ±0,60	2,74 ^b ±0,08	2,76 ^c ±0,07	3,94 ^a ±0,01	3,96 ^b ±0,01	7,43 ^a ±0,20	7,49 ^b ±0,20	0,68 ^a ±0,01	0,69 ^a ±0,01
t1	3,61 ^a ±0,70	3,49 ^a ±0,68	2,69 ^{ab} ±0,07	2,72 ^{bc} ±0,08	3,92 ^a ±0,01	3,96 ^b ±0,01	7,37 ^a ±0,21	7,46 ^b ±0,18	0,68 ^a ±0,01	0,68 ^a ±0,01
t2	3,59 ^a ±0,66	3,50 ^a ±0,75	2,67 ^a ±0,08	2,64 ^a ±0,08	3,87 ^a ±0,01	3,83 ^a ±0,01	7,33 ^a ±0,19	7,23 ^a ±0,17	0,67 ^a ±0,01	0,67 ^a ±0,01
t3	3,63 ^a ±0,72	3,56 ^a ±0,76	2,67 ^a ±0,07	2,67 ^{ab} ±0,08	3,87 ^a ±0,01	3,87 ^{ab} ±0,01	7,30 ^a ±0,18	7,31 ^{ab} ±0,20	0,67 ^a ±0,01	0,67 ^a ±0,01

*Medias con letra igual no muestran diferencia significativa (p < 0,05).

*MG: materia grasa, SNG: sólidos no grasos.

Fuente: Grille *et al.* 2013

En relación con la estabilidad de la leche de cabra frente a la oxidación en los 180 días de estudio, esta resultó en un aumento del tiempo de inducción luego de los 4 meses de estudio, lo que significa que la leche es más estable, tanto a los 4 como a los 6 meses, por lo cual la congelación, desde el punto de vista oxidativo de la leche, no cambia hasta los 4 meses y mejora luego de este período, lo que se observa a continuación (tabla 2). Además, la estructura formada de la grasa protege la leche de los agentes oxidantes durante el congelamiento en este período, la cual presenta la ventaja de una mejor estabilidad oxidativa luego de los 4 meses, que permite que permanezca mayor tiempo antes de un posible deterioro causado por la rancidez.

Tabla 2. Valores de estabilidad oxidativa en los diferentes tiempos de congelación (t0, t1, t2 y t3) y entre los diferentes tratamientos (LPH, LPBM, LCH y LCBM) (n = 6)

	Tiempo inducción (hs)			
	t0	t1	t2	t3
LPH	31±8 ^a	32±9 ^a	45±9 ^b	45±8 ^b
LPBM	31±8 ^a	31±9 ^a	45±9 ^b	44±8 ^b
LCH	32±10 ^a	31±8 ^a	47±9 ^b	44±9 ^b
LCBM	33±10 ^a	31±11 ^a	46±7 ^b	43±8 ^b

*Medias con letra igual no muestran diferencia significativa (p < 0,05).

Fuente: Grille *et al.* 2013

Efecto de la congelación sobre las propiedades fisicoquímicas de la leche caprina

El pH en la LC no mostró variación al final del tiempo de congelación. En la LP, este parámetro no evidenció diferencias en los primeros 60 días, pero sí existió a los 180 días, en los que disminuyó el valor (t0 diferente a t3), observado en la tabla 3. Existen controversias con respecto al efecto de la congelación sobre el pH. Así, T. Dalles y otros observaron que permanece inalterado (33), mientras que E. Alichanidis y otros reportaron un aumento de este (34). Durante la congelación, las propiedades fisicoquímicas generales no suelen variar mucho, a excepción de la acidez (35). M. Guimarães y Gomes y otros determinaron que la congelación y el almacenamiento de la leche durante una semana y hasta 60 días no alteraban la acidez de la leche (36, 14). En este estudio, los parámetros de acidez y densidad no presentaron diferencias para la LC y la LP durante el almacenamiento en congelación en el período de 180 días (tabla 3). Pereira encontró, para la variable densidad, valores mínimos y máximos iguales a 1,022 y 1,032 respectivamente, y, como media general, 1,029 en la LP descongelada (28), lo que coincide con los valores obtenidos en este trabajo.

Tabla 3. Valores medios de parámetros fisicoquímicos. Comparación entre los diferentes tiempos de congelación (t0, t1, t2 y t3) (n = 6)

	pH		Acidez (°D)		Densidad (g/ml)pH	
	LC	LP	LC	LP	LC	LP
t0	6,65±0,09 ^a	6,62±0,06 ^b	14,17±0,20 ^a	14,50±0,22 ^b	1028±0,00 ^a	1028±0,01 ^a
t1	6,64±0,15 ^a	6,66±0,12 ^{ab}	14,50±0,25 ^a	14,42±0,25 ^a	1028±0,00 ^a	1028±0,01 ^a
t2	6,70±0,10 ^a	6,71±0,10 ^a	14,25±0,12 ^a	13,92±0,19 ^a	1028±0,00 ^a	1028±0,01 ^a
t3	6,53±0,10 ^a	6,54±0,0 ^a	14,42±0,22 ^a	14,08±0,23 ^a	1028±0,00 ^a	1028±0,02 ^a

*Medias con letra igual no muestran diferencia significativa (p < 0,05).

Fuente: Grille *et al.* 2013

Efecto de la congelación de la leche caprina sobre los parámetros microbiológicos

En cuanto a los parámetros microbiológicos, Benedet y Carvalho encontraron que la congelación hasta por 90 días de la leche de cabra pasteurizada no altera significativamente sus características microbiológicas —o las de sus productos— y que, luego de la descongelación, esta presenta cualidades semejantes a la leche original (18). Con respecto al recuento de mesófilos que se muestra en la tabla 4, se observó que, con el tiempo de congelación, sus valores disminuyeron en la LC. Esta misma tendencia no se mantuvo para la LP, en la que se percibe que no existe diferencia en los 180 días que duró el ensayo. Los resultados del R_{MAT} en la LC coinciden con lo expresado por J. Le Jaouen, quien observó que los recuentos de mesófilos disminuyen entre 50 y 100 veces tras cierto tiempo en congelación (37).

En lo que refiere a los CT para la LC, los recuentos se redujeron, lo cual concuerda con la bibliografía referente al tema (39, 40). En la LP, los datos muestran (tabla 4) que no hubo diferencia en los recuentos durante los 180 días que se evaluó el efecto de la congelación. M. Juárez y A. Goicoechea resaltan una mayor sensibilidad al frío de las bacterias Gram negativas que de las Gram positivas, debido a las diferencias en la estructura de su pared celular (38). La reducción en la viabilidad de *E. coli* fue demostrada a -20°C por 4 semanas (39). De la misma manera, se encontró una reducción en el número de *E. coli* a las 4, 8 y 16 semanas después de congelada (40).

En lo relativo a los *Staphylococcus* hallados en la leche congelada, A. Sánchez y otros detectaron un aumento en el recuento de *Staphylococcus coagulasa negativa* en los distintos días de almacenamiento a -20 y -80°C (41). La localización intracelular de los estafilococos y el daño causado a las células fagocitarias en la congelación pueden ser la explicación de este fenómeno (40). Además, en apoyo a esta teoría, es conocido que el RCS y el porcentaje de neutrófilos en la leche caprina son más altos en comparación con la leche bovina (42). En el presente trabajo, no se determinaron los *Staphylococcus coagulasa negativa*, que

siguen una variación similar a los ST, sino que se observó con respecto a estos últimos, en el caso de la LC, que existió variación únicamente entre los 120 y 180 días ($t_2 \neq t_3$). Hasta los 120 días, se advirtió una tendencia creciente en el recuento, para luego de 180 días de congelado disminuir a valores como los obtenidos inicialmente. En la LP, no hubo diferencia durante el período de congelación, dado que no se encontró este microorganismo en la leche sometida a tratamiento térmico (tabla 4).

Con relación a las células somáticas, no se evidenció aumento en la LC ni en la LP en los 180 días de congeladas las muestras (tabla 4). Los investigadores que estudiaron los factores que afectan las células somáticas en la leche de cabra (43) reportan que su almacenaje a temperatura de refrigeración ($5 \pm 1^\circ\text{C}$) por 3 días no afecta el recuento. En la congelación, S. Horner y L. Fox observaron que tampoco se modifica (44). Según Sánchez y otros, el rango de variación para el RCS ($p < 0,001$) fue mayor en el almacenaje a temperatura de refrigeración que en la congelación (41). Además, en la LC se percibió claramente una disminución del RCS durante los 6 meses que duró la congelación. Esto puede deberse a que, durante la congelación, se forman cristales de hielo que lesionan las células, lo que se corresponde con lo estudiado por R. A. Lawrence sobre la congelación en leche humana (cruda) a -20°C , en la que se observó una disminución en el contenido de células de la línea blanca (macrófagos y linfocitos) (45).

Tabla 4. Valor medio en Log₁₀ de los parámetros microbiológicos y de RCS. Comparación entre los diferentes tiempos de congelación (t0, t1, t2 y t3) (n = 6)

	RMAT (ufc/m)		CT (ufc/m)		St(ufc/ ml)		RCS (cél/ml)	
	LC	LP	LC	LP	LC	LP	LC	LP
t0	4,78±0,78 ^c	0,43±0,22 ^a	3,71±0,55 ^c	0,10±0,19 ^a	1,51±0,15 ^{ab}	0,00±0,00 ^a	6,33±0,30 ^b	6,24±0,28 ^a
t1	4,15±0,67 ^b	0,69±0,20 ^a	2,04±0,48 ^b	0,08±0,15 ^a	1,53±0,12 ^{ab}	0,00±0,00 ^a	6,16±0,40 ^{ab}	6,32±0,32 ^a
t2	3,74±0,89 ^a	0,80±0,60 ^b	0,61±0,55 ^a	0,08±0,20 ^b	1,79±0,09 ^b	0,00±0,00 ^a	6,21±0,32 ^{ab}	6,16±0,33 ^a
t3	3,69±0,85 ^a	0,41±0,30 ^a	1,03±0,20 ^a	0,12±0,18 ^a	1,08±0,10 ^a	0,00±0,00 ^a	5,97±0,22 ^a	6,24±0,22 ^a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

*RMAT: recuento de mesófilos aerobios totales; CT: coliformes totales; ST: *Staphylococcus coagulans* positiva; RCS: recuento de células somáticas.

Fuente: Grille *et al.* 2013

Resultados finales que avalan la conservación de la leche caprina por medio de la congelación

Por lo tanto, según los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que la congelación de la leche caprina durante 6 meses no afectó la calidad en cuanto a los parámetros estudiados, por lo que este método de conservación podría ser una alternativa en establecimientos rurales para mantener un volumen de leche caprina continuo durante todo el año. A su vez, se considera importante continuar los estudios en referencia a los efectos de la congelación de la leche utilizada como materia prima para la elaboración de quesos, pues el 70 % de ella, producida en el país, se destina al desarrollo de estos productos. Asimismo, es relevante destacar que, a partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, a través de su resolución n.º 27/011, reglamentó la congelación de la leche caprina a -18°C por el período de 5 meses (MGAP, 2011).

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de los integrantes del equipo del PAGRO y del laboratorio del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Leche, así como la del Departamento de Cereales, Oleaginosos y Productos Derivados del Laboratorio Tecnológico del Uruguay.

Referencias bibliográficas

1. CIAPPESONI, C., *La producción caprina en Uruguay y Latinoamérica* [EN LÍNEA], 2006, disponible en: <<http://www.caprainspana.com/la-produccion-caprina-en-uruguay-y-latinoamerica/>>, consultado el 19 abril de 2015.
2. SUCRACIA, J., «Una producción incipiente que tiene gran perspectiva en zona serrana» [EN LÍNEA], en *Sembrando futuro*, disponible en: <<http://www.cnfr.org.uy/uploads/files/sembrandonoviembre09.pdf>>, consultado el 3 de abril de 2015.
3. BARBERIS, S., y otros, *Bromatología de la leche*, San Luis: Editorial Hemisferio Sur, 2002, p. 228.
4. GARCÍA VIEJO, F., y JORNADO SALINAS, R., «Calidad de la leche cruda: definición y tipo de calidad», en *Ind Lact Españolas*, vol. 236, Madrid, octubre de 1998, pp. 33-37.
5. SALTIJERAL, O.; CORDOVA, I., y SÁNCHEZ, L., «Importancia de la calidad de leche desde la vaca hasta la mesa», memorias del V Congreso Nacional de Control de Mastitis, Calidad de la Leche y Producción Láctea, Aguascalientes, mayo de 2003, pp. 52-55.
6. AVILA, T., *Problemática de la leche en México* [EN LÍNEA], 2000, disponible en: <<http://www.cddhcu.gob.mx/camdip/comlvii/comeco/foro3/m%E9xico.htm>>, consultado el 5 abril de 2009.
7. SPREER, E., *Lactología industrial*, 2.^a ed., Zaragoza: Acribia, 1991, p. 617.
8. DE SOUZA, G.; RENALDI, J.; GOMES DE FARIA, C., y CASTRO, L., «Composição e qualidade higienico-sanitária do leite de rebanhos caprinos», en FONSECA, J. F. da, y BRUSCHI, J. H. (ed.), *Produção de caprinos na região da Mata Atlântica*, Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009, p. 272.
9. CARDOSO, W., «Contagem de microorganismos», en CARDOSO, W., *Análise microbiológica de alimentos*, Río de Janeiro: Merk, 1985, pp. 20-27.
10. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), *Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra. Instrução normativa n.º 37, de 31 de outubro de 2000* [EN LÍNEA], 2001, disponible en: <<http://www.agais.com/normas/leite/leitecabra.htm>>, consultado el 26 de julio de 2009.
11. MUIR, D., «Reviews of the Progress of Dairy Science: Frozen Concentrated Milk», en *Journad Dairy Research*, vol. 51, Gan Bretaña, marzo de 1984, pp. 649-664.
12. NEEDS, E., «Effects of Long-Term Deep-Freeze Storage on the Condition of the Fat in Raw Sheep's Milk», en *Journad Dairy Research*, vol. 59, febrero de 1992, pp. 49-55.

13. DE LA FUENTE, M.; REQUENA, T., y JUÁREZ, M., «Salt Balance in Ewe's and Goat's Milk during Storage at Chilling and Freezing Temperatures», en *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 45, n.º 1, Madrid, enero de 1997, pp. 82-88.
14. GOMES, M.; BONASSI, I., y ROÇA, R., «Características químicas, microbiológicas e sensoriais de leite de cabra congelado», en *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 17, Campinas, mayo-agosto de 1997, pp. 111-114.
15. HAENLEIN, G., *Milk and Meat Products* [EN LÍNEA], 2002, disponible en: <<http://goatconnection.com/articles/publish/article73.shtml>>, consultado el 24 de octubre de 2010.
16. MESHREF, A. Al-rowaily, «Effect of Heating Treatments, Processing Methods and Refrigerated Storage of Milk and Some Dairy Products on Lipids Oxidation», en *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 7, n.º 1, Pakistan, 2008, pp. 118-125.
17. FONTECHA, J.; BELLANATO, J., y JUÁREZ, M., «Infrared and Raman Spectroscopic Study of Casein in Cheese: Effects of Freezing and Frozen Storage», en *Journal of Dairy Science*, vol. 76, Madrid, noviembre de 1993, pp. 3303-3309.
18. BENEDET, H., y CARVALHO, M., «Caracterização do leite de cabra no Estado de Santa Catarina, Brasil», en *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 16, n.º 2, 1996, pp. 116-119.
19. VILHENA, P.; RESENDE DE SOUZA, M.; FREIRE, C., y FERREIRA, J., «Características microbiológicas e físico-químicas do leite de cabra submetido à pasteurização lenta pós-embalagem e ao congelamento», en *Ciência Rural*, vol. 38, n.º 5, Santa María, agosto de 2008, pp. 1424-1430.
20. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF), *Milk and Milk Products. Guidance on Sampling*, FIL / IDF Standard 50C, Bruselas: International Dairy Federation, 1995.
21. PINTO, M., VEGA, S., LEÓN, S., *Métodos de análisis de la leche y derivados*, Valdivia: Ediciones Universidad Austral de Chile, 1998, p. 489.
22. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, *Milk Enumeration of Somatic Cells*, IDF Standard 148A, Bruselas: International Dairy Federation, 1995.
23. AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY (AOCS), *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, 5.ª ed., Champaign: AOCS, 2009.
24. INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO), «Extraction Methods for Lipids and Liposoluble Compounds», en ISO, *Milk and Milk Products*, ISO 14156:2001 (IDF 172:2001), 2001.
25. GRAPPIN, R., «Application of Indirect Instrumental Methods to the Measurement of Fat and Protein Content of Goat and Ewe Milk», en *International Dairy Federation Bulletin*, vol. 208, Bélgica, 1987, pp. 41-43.

26. KEENAN, T., y MATHER, I., «Milk Fat Globule Membrane», en FUQUAY, J. W.; FOX, P. F., y MCSWEENEY, P. L. H., *Encyclopedia of Dairy Sciences*, vol. 3, Nueva York: Academic Press, 2003, pp. 1568-1576.
27. GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, M.; GONZALO, C.; SAN PRIMITIVO, F., y CARMENES, P., «Relationship between Somatic Cell Count and Intramammary Infection of the Half Under in Dairy Cows», en *Journal of Dairy Science*, vol. 78, León, agosto de 1995, pp. 2753-2759.
28. PEREIRA, V., «Avaliação da qualidade microbiológica e características físico-químicas do leite de cabra pasteurizado, congelado, comercializado na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo», en *Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista*, 2000, p. 89.
29. LEACH, K., «Trends in Dairy Goats», en *Journal Dairy Science*, vol. 63, Scottsdale Arizona, setiembre de 1980, pp. 1600-1604.
30. REMEUF, F.; LENOIR, T., y DUBY, C., «Étude des relations entre les caractéristiques physicochimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure», en *Lait*, vol. 69, Paris-Francia, junio de 1989, pp. 499-518.
31. FOX, P., y LAW, J., «Enzymology of Cheese Ripening», en *Food Biotechnology*, vol. 5, n.º 3, North Dakota State University, diciembre de 1991, pp. 239-262.
32. ZHANG, R.; MUSTAFA, A.; NG-KWAI-HANG, K., y ZHAO, X., «Effects of Freezing on Composition and Fatty Acid Profiles of Sheep Milk and Cheese», en *Small Ruminant Research*, vol. 64, Ste. Anne de Bellevue, Que., agosto de 2006, pp. 203-210.
33. DALLES, T.; KALATZOPOULOS, G., y KAEHAGIAS, C., «Freezing Preservation of Soft Cheeses with and without Mold Form Goat's and Sheep's Milk. Thermal Processing and Quality of Foods», en *Elsevier Applied Science Publishers*, vol. 91, Londres, noviembre de 1984, pp. 740-744.
34. ALICHANIDIS, E.; POLYCHRONIADOU, A.; TZANETAKIS, N., y VAFOPOULOU, [nombre abreviado], «Teleme Cheese from Deep Frozen Curd», en *Journal of Dairy Science*, vol. 64, Thessaloniki, Greece, mayo de 1981, pp. 732-739.
35. GÓMEZ, M; BONSAI, A., y ROCA, O., «Chemical, Microbiological and Sensorial Characteristics of Frozen Goat Milk», en *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, vol. 17, n.º 2, Botucatu - SP, mayo-agosto de 1998, pp. 111-114.
36. GUIMARÃES, M., «Avaliação da estabilidade físico-química de leite caprino congelado durante a estocagem comercial», en *Medicina Veterinária, Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais*, Belo Horizonte, 1993, p. 73.
37. LE JAUOEN, J., «La conservation du caillé», en ECK, A., *Le Fromage. Technique et documentation*, París: Lavoisier, 1987, pp. 41-53.

38. JUÁREZ, M., y GOICOECHEA, A., «Refrigeración y congelación de la leche y productos lácteos», *Alimentación, Equipos y Tecnología*, vol. 8, n.º 4, Bilbao, 1987, pp. 133-137.
39. PANKEY, J.; WADSWORTH, J.; METHA, K., y MURDOUGH, P., «Effects of Storage on Viability of Mastitis Pathogens», en *Journal Dairy Science*, vol. 70, n.º 1, 1987, p. 132.
40. SCHUKKEN, Y.; SMIT, J.; GROMMERS, F.; VANDEGEER, D., y BRAND, A., «Effect of Freezing on Bacteriologic Culturing of Mastitis Milk Samples», en *Journal Dairy Science*, vol. 72, Utrecht, Holanda, diciembre de 1989, pp. 1900-1906.
41. SÁNCHEZ, A.; SIERRA, D.; LUENGO, C.; CORRALES, J.; MORALES, C.; CONTRERAS, A., y GONZALO, C., «Influence of Storage and Preservation on Fossomatic Cell Count and Composition of Goat Milk», en *Journal Dairy Science*, vol. 88, Murcia, setiembre de 2005, pp. 3095-3100.
42. PAAPE, M., y CAPUCO, A., «Cellular Defense Mechanisms in the Udder and Lactation of Goats», en *Journal Animal Science*, vol. 75, USDA-ARS, Beltsville, agosto de 1997, pp. 556-565.
43. ZENG, S.; ESCOBAR, E.; HART, S.; HINCKLEY, L.; BAULHAUS, M.; ROBINSON, T., y JAHNKE, G., «Comparative Study of the Effects of Testing Laboratory, Counting Method, Storage and Shipment on Somatic Cell Count in Goat Milk», en *Small Ruminant Research*, vol. 31, Langston, Oklahoma, enero de 1999, pp. 103-107.
44. HORNER, S., y FOX, L., «Comparison of Somatic Cell Counting Procedures for Goat Milk», en *Journal of Dairy Science*, vol. 65, 1988, pp. 275-280.
45. LAWRENCE, R. A., «Storage of Human Milk and the Influence of Procedures on Immunological Components of Human Milk», en *Acta Pediatric*, vol. 88, New York, agosto de 1999, pp. 14:18.

Capítulo 5

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE DE CABRA

MARTA ELICHALT
Magíster Licenciada en Nutrición

SILVIA BENTANCOR
Licenciada en Nutrición

BELÉN CALLORDA
Licenciada en Nutrición

En los últimos años, la leche de cabra y sus productos han demostrado un creciente interés de estudio, ya que se los valora por poseer ciertas propiedades beneficiosas para la salud.

En este capítulo, se desarrollan las características de la composición química de la leche de cabra y se contrastan sus nutrientes relevantes con los de la leche de vaca, que es la de mayor consumo en el Uruguay.

Composición de macronutrientes de la leche de cabra

Según G. F. W. Haenlein, citado por Laura Sanz Ceballos (1), la calidad nutritiva de la leche reside en el contenido de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales que esta tiene.

En la tabla 1, se muestra la composición porcentual de la leche en macronutrientes, proveniente de distintas razas de cabra, Saanen y anglo nubian. Entre ellas, se observan diferencias, particularmente en el tenor de lípidos. Es importante considerar que, además de la raza, la composición nutricional puede variar por el tiempo de lactancia, el período de ordeño, factores fisiológicos, genéticos y por la alimentación del animal.

Al comparar la leche de cabra con la leche humana, se advierte que, dependiendo de la raza, la de cabra puede tener mayor contenido en grasa y siempre supera la humana en proteínas. Las diferencias de proteínas entre ellas son similares a las que presenta la leche de vaca. El contenido de lactosa de la leche de cabra en relación con la humana es inferior, al igual que lo que sucede en la leche de vaca.

Si se compara la leche de cabra con la de vaca, esta última puede tener un tenor algo inferior de lípidos dependiendo de la raza, pero no existen grandes diferencias en proteínas y lactosa entre ambas leches.

Probablemente, la mayor disimilitud entre una y de otra radica en la composición de las proteínas y en la calidad de la grasa.

Tabla 1. Composición porcentual de macronutrientes de la leche de diferentes especies animales y razas de cabras

Macronutrientes (g/100 mL)	Leche de cabra de diversas razas				Leche humana (****)	Leche de vaca
	Saanen (*)	Anglo nubian (**)	Saanen (***)	Anglo nubian (***)		
Grasa	3,22	5,21	3,59	4,65	3,9	4,6
Lactosa	3,84	4,34	4,54	4,53	7	4,5 (+)
Proteína	2,71	3,21	2,84	3,84	1,03	3,2

Fuentes: *Grille y otros, 2013 (3); **Frau, 2007 (4); ***Damián y otros, 2008 (2); ****FAO, 2002 (5); *****Tabla de composición de alimentos de Uruguay, 2002 (6); (+) corresponde a carbohidratos totales por diferencia.

Carbohidratos

El carbohidrato mayoritario en la leche es la lactosa, el cual contiene pequeñas cantidades de monosacáridos y oligosacáridos (7).

Un potencial beneficio de los carbohidratos de la leche de cabra está vinculado a la naturaleza de sus oligosacáridos. La leche de cabra reúne más oligosacáridos (de 3 a 9 monosacáridos) de composición similar a los de la leche humana. Estos compuestos llegan al intestino grueso sin ser digeridos y pueden actuar como prebióticos,² trayendo beneficios para la salud.

Proteínas de la leche de cabra

Como todos los macronutrientes, las proteínas de la leche son componentes de gran interés nutritivo. Al comparar la composición proteica y sus características entre las otras especies, se detectan semejanzas que tienen relevancia tanto desde el punto de vista de la salud humana como desde el tecnológico (8).

Composición de las proteínas de la leche de cabra

Las proteínas lácteas se clasifican en distintas familias: la fracción de caseínas y las proteínas séricas. Dentro de la fracción caseína, se distinguen las α 1-caseína, α 2-caseína, β -caseína y K-caseína, y en las proteínas séricas, las β lactoalbúmina, α lactoalbúmina, albúmina sérica e inmunoglobulinas (9). Entre las proteínas de la vaca y la cabra, se observan diferencias en las fracciones de las caseínas y en las proteínas del lactosuero, que se muestran en la tabla 2.

2 Compuestos no digeribles que afectan de manera positiva al huésped, estimulando de forma selectiva el crecimiento o la actividad metabólica de algunas cepas de bacterias colónicas, principalmente las bifidobacterias y los lactobacilos, que generan una biomasa saludable.

Tabla 2. Comparación de las fracciones de las proteínas lácteas sobre el total de proteínas

Fracción proteica	Cabra		Vaca	
	% (*)	% (**)	% (*)	% (**)
α s1-caseína	----	5	30,6	35
α s2-caseína	23,5*	25	8,0	10
β -caseína	45	50	28,4	40
K-caseína	5,6	20	10,1	15
β lactoalbúmina	15,5	----	9,8	----
α lactoalbúmina	7,1	----	3,7	----
Albumina sérica	3,4	----	1,2	----
Inmunoglobulinas	----	----	2,1	----

*Engloba las dos fracciones de α s-caseína.

Fuentes: *Boza y Sanz, 1997 (7); **Vega y otros, 2005 (10).

Variabilidad de la composición proteica

En las proteínas de la leche de cabra, existe un polimorfismo genético ligado a su composición, referido a la mayor o menor cantidad de α s1-caseína, lo que tiene importancia tecnológica.

Hay algunas diferencias respecto a la composición proteica de la leche entre las distintas especies de cabra. Mora, Gutiérrez y otros, citados por Julio Boza y María Remedios Sanz (7), pusieron de manifiesto que, en la leche de cabra, el nivel de α s1-caseína es muy variable, debido a que su expresión podría estar regulada genéticamente, por lo que se encuentra, de esa manera, una alta proporción de cabras que producen leche con un bajo contenido de esta, como es característico en la raza Saanen, lo que se exhibe en la tabla 3.

Considerando que el total de caseínas es de 2,23 g/100 mL y 2,82 g/100 mL para las razas Saanen y anglo nubian según el estudio de J. P. Damián (2), se observan, en la tabla 3, las proporciones de las diversas fracciones de caseínas sobre el total de estas. Se evidencian también diferencias importantes entre las fracciones de α s1-caseína para la raza anglo nubian y Saanen. En esta última, es 2 veces y media menor.

Tabla 3. Porcentaje de las diferentes fracciones de caseína de las razas anglo nubian y Saanen sobre el total de caseínas

Fracciones de caseínas	Saanen	Anglo nubian
α s1-caseína	10,7	25,0
α s2-caseína	16,1	10,6
β caseína	56,9	49,3
κ caseína	16,3	15,0

Fuente: Damián y otros, 2008 (2).

Digestibilidad de las proteínas

Sanz (1) establece, en sus estudios, que la leche de cabra resulta más digerible frente a la de otras especies. El menor contenido de α s1-caseína tiene un efecto positivo en la digestibilidad de las proteínas, que podría deberse a que, al formar un coágulo más blando y desmoronable en el estómago, se facilita la acción de las proteasas gástricas, cuyo resultado es la mejora de dicha digestibilidad (1).

Auroseau, citado por Sanz (1), se refiere a los factores que inciden en la mayor digestibilidad de la proteínas en la leche de cabra. Los triglicéridos que contienen ácidos grasos de cadena media (AGCM) —como se verá en el capítulo «Composición lipídica de la leche de cabra»— dan lugar a tal mejora. Es decir, la fácil hidrólisis que estos tipos de grasa tienen en el medio gástrico favorece la degradabilidad y digestibilidad de la proteína contenida en el coágulo, conformado, entre otras sustancias, por lípidos y grasas.

Según el mismo autor, la utilización metabólica de la proteína es dependiente de la fuente láctea, así como también de la grasa, la cual ejerce un efecto positivo. Este efecto positivo de la grasa de la leche de cabra sobre la proteína se debería a su naturaleza si se considera la diferente proporción de AGCM de esta leche con respecto a la de vaca.

Distribución aminoacídica de la leche de cabra

Con relación a la calidad de la proteína, la de la leche de cabra es buena, ya que, como se ve en la tabla 4, presenta todos los aminoácidos esenciales,³ al igual que la proteína de la leche de vaca (11).

Tabla 4. Composición de aminoácidos de la proteína de la leche de cabra, de vaca y de referencia de la Organización para la Alimentación y la Agricultura y de la Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS) - 2007 (g/g de proteína)

Aa esenciales	Leche de cabra (*)	Leche de vaca (*)	Referencia FAO/OMS - 2007 (**)
Metionina + cistina	17,7	8,4	22
Triptófano	5	4,6	6
Treonina	23	15	23
Leucina	39	35	59
Valina	28	23	39
Lisina	34	26	45
Fenilalanina + tirosina	42	17	38
Isoleucina	23	21	30

Fuentes: *Pina y otros, 2003 (11); **Reglamento técnico Mercosur, 2012 (12).

Si se hace una comparación del contenido de los diferentes aminoácidos esenciales con la composición de la proteína de referencia de la FAO (12) para valorar el atributo de calidad en un alimento envasado y declararlo fuente o con alto contenido en proteína, la proteína de la leche de cabra tiene similar cantidad en relación a la proteína de referencia, excepto para los aminoácidos leucina y valina.

Al cotejar la cantidad de aminoácidos esenciales de la proteína de leche de cabra con la de vaca, se observa que, en general, posee mayor cantidad de estos aminoácidos por gramo de proteína, particularmente de lisina y aminoácidos azufrados.

3 Un aminoácido esencial es aquel que el cuerpo no sintetiza o lo hace a una velocidad insuficiente para las necesidades del organismo.

Lípidos en la leche de cabra

Uno de los aspectos más interesantes, ligados a la composición de la leche de cabra, es la calidad de la grasa que esta contiene. Según se evidencia en la tabla 1, su porcentaje de grasa es superior en comparación con la leche de vaca.

En relación a la estructura física y el perfil lipídico de la grasa de la leche de cabra en comparación a la de las otras especies la destacan como un alimento con particulares beneficios para la salud. Los lípidos se abordan en un capítulo específico.

Composición de las vitaminas y los minerales de la leche de cabra

Minerales de la leche de cabra

En la tabla 5, se muestran las diferencias entre la leche de cabra y la de vaca.

Tabla 5. Composición porcentual de minerales en la leche de cabra y la de vaca

Mineral (100 mL)	Cabra	Vaca
Ca mg	130	111
P mg	108	95
Cl mg	157	98
Na mg	49	43
Fe mg	0,07	0,04
Cu mg	0,04	0,01
Mg mg	16	12
Zn mg	4,8	4,2
Se µg	1,3	0,96

Fuente: Boza y otros, 1997 (7).

Según la bibliografía consultada, se advierte que la leche de cabra como fuente de fósforo (P) y calcio (Ca) posee cantidades similares a la de vaca.

Biodisponibilidad del Ca en la leche de cabra

Los lácteos son una fuente dietaria de calcio por excelencia, independientemente de su origen, y como tal, debe evaluarse por su biodisponibilidad, así como también por su contenido en el mineral.

Referido a la absorción de calcio (Ca), se estima que se absorbe entre un 30 y un 40 %, mientras que en los niños y mujeres embarazadas, un 60 % del total ingerido. En cuanto a la biodisponibilidad, uno de los factores que interfieren en esta es la relación Ca/P. Tanto en la leche de cabra como en la de vaca, dicha relación es adecuada, ideal para la óptima absorción de Ca: en el caso de la leche de cabra, es 1,2, y en la de vaca, es 1,1 (con base en los datos de composición química consultados).

Según B. Lobaugh, mencionado por Sonia Sáyago y otros (13), otros componentes que potencializan la absorción de Ca son la vitamina D, la lactosa y determinada calidad de grasa. Vinculado a este último punto, se considera que cierta cantidad de grasa es necesaria para la absorción de Ca. De acuerdo con la misma bibliografía (13), no todos los ácidos grasos influyen de igual manera en la absorción del Ca, entre los que se destacan los complejos calcio-AGCM y los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), ya que estos parecerían incrementarla, mientras que los ácidos grasos de cadena larga (AGCL) favorecen la formación de jabones insolubles.

Vitaminas de la leche de cabra

En la tabla 6, se expone el aporte de vitaminas de la leche de cabra y de vaca.

Tabla 6. Composición porcentual vitamínica de la leche (100 mL) de distintas especies

Vitaminas	Cabra	Vaca
A (UI)	203	126
D (µg)	0,06	---
E (mg)	---	---
K (µg/)	1,2	---
B1 (mg)	0,05	0,01
B2 (mg)	0,14	0,14
Niacina (mg)	0,27	0,08
Ácido ascórbico (mg)	1,26	2,1
Ácido pantoténico (mg)	0,3	0,3
B6 (mg)	0,05	0,07
B12 (µg)	0,07	0,35
Ácido fólico (B9) (µg)	0,6	5

Fuente: Boza y otros, 1997 (7).

Se destacan, en esta tabla, similares contenidos minerales en la leche de cabra y en la de vaca. En general, estas tienen un bajo aporte de ácido ascórbico y de las vitaminas B12 y B9.

El contenido de B9 (ácido fólico) en la leche caprina es usualmente bajo en comparación al de otras especies. Este bajo valor podría estar asociado al hecho de que las proteínas estén unidas al folato, lo que no permitiría que se detecte analíticamente dicha vitamina (7).

Otra vitamina que se señala en la bibliografía referente a la leche de cabra es la vitamina A, presente en su forma activa, como lo está en la leche de vaca. Esta vitamina es variable según la época del año y la alimentación del animal (14).

Composición de los macronutrientes de la leche de cabra en rebaños de Paysandú, Uruguay

En el litoral norte del país, hay una creciente tendencia por la producción caprina como una alternativa válida y capaz de ser adoptada por pequeños productores familiares para generar leche fluida o subproductos. Además, existe una demanda de la leche de cabra como sustituto nutricional a la leche de vaca. La Intendencia Departamental de Paysandú (IDP), a través de Desarrollo Rural, a partir del año 2011, consideró importante elaborar un plan de acción dirigido a desarrollar el sistema productivo de la leche de cabra en la cuenca lechera del litoral norte del país y contribuir, simultáneamente, en las líneas de acción de desarrollo productivo y social de los pequeños productores rurales. En este marco, se aunaron esfuerzos con el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) - Desarrollo Local - Fortalecimiento de Micro y Pequeña Empresa, MIEM-Dinapyme y el Consejo Económico Social (CES), junto con la Agencia de Desarrollo Productivo (ADP).

Entre otras acciones y actores universitarios, la Escuela de Nutrición (Udelar) contribuyó con el estudio de la composición nutricional de la leche de cabra y su valor para la nutrición y salud humana. En coordinación con Desarrollo Rural de IDP, se realizó el análisis nutricional de la leche de cabra proveniente de rebaños de Paysandú y se compararon los resultados con otras investigaciones nacionales.

Se procesaron muestras de leche caprina, del ordeño de los meses de noviembre y diciembre de 2013, correspondientes al primer y segundo tercio de la lactancia.

Los resultados de la tabla 7 derivan de un mix de leches de diferentes rebaños de cabras criollas que provienen de materiales genéticos alpino y Saanen.

El promedio de grasas fue de 3,8 g/100 mL, con un valor mínimo de 3,27 g y un máximo de 4,12 g. En relación con la cantidad de proteínas, el contenido fue de 3,7 g/100 mL en promedio y un rango de 3,46 g y 3,94 g. Por último, el contenido de lactosa fue de 3,96 g/100 mL en promedio, un valor mínimo de 3,21 g y un máximo de 4,35 g. Si se

consideran los valores promedio, el valor energético fue de 65 Kcal en 100 mL de leche de cabra.

Como se muestra en la misma tabla, el contenido de lípidos y lactosa está, según los valores promedio, próximo al identificado en otro estudio nacional (4). Sin embargo, el contenido de proteínas en el rebaño investigado de Paysandú parece ser algo superior al del trabajo de Grille, en el que se analizó la composición en rebaños de raza Saanen, pues en el primero fue 3,7 g, mientras que en el segundo, de 2,71 g/100 mL. En otro trabajo nacional, basado en la raza alpino francesa (2), el contenido de proteína es similar al del rebaño de Paysandú, ya que es de 3,48 g, pero en cuanto a la lactosa y los lípidos, estos son algo superiores e incluso más altos al máximo encontrado en el de Paysandú.

Tabla 7. Composición porcentual de macronutrientes de la leche de cabra en rebaños uruguayos

Nutrientes g/100 mL	Muestra rebaño Paysandú	Saanen (*)	Anglo nubian (**)
Lactosa	3,96	3,84	4,53
Proteínas	3,7	2,71	3,48
Lípidos	3,8	3,22	4,65

Fuente: **Damián y otros, 2008 (2); *Grille y otros, 2013 (3).

Consideramos importante que se pudieran profundizar los estudios nacionales de composición química de la leche de cabra, con diseños analíticos y experimentales que permitan relacionar dicha composición con los factores condicionantes (raza, edad, alimentación, época del año y período de lactancia). Sería de particular interés la identificación de la composición de las fracciones de caseína, debido a las implicaciones que tienen desde el punto de vista tecnológico y para la salud.

Referencias bibliográficas

1. SANZ CEBALLOS, L., y otros, *¿Puede considerarse diferente la calidad de la proteína y grasa de la leche de cabra y vaca?* [EN LÍNEA], 2008, disponible en: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/4045/12_ANALES_2008_sanz_ceballos.pdf?sequence=1>, consultado el 30 de julio de 2013.
2. DAMIÁN, J. P., y otros, *Cheese Yield, Casein Fractions and Major Components of Milk of Saanen and Anglo-Nubian Dairy Goats* [EN LÍNEA], Montevideo: Facultad de Veterinaria y Facultad de Agronomía - Udelar, 2008, disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352008000600040>, consultado el 21 de agosto de 2013.
3. GRILLE, L., y otros, «Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra en un rebaño de la raza Saanen», en *In-notec*, vol. 8, Montevideo, noviembre de 2013, pp. 52-59.
4. FRAU, S.; TOGO, J.; PECE, N.; PAZ, R., y FONT, G., «Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero», en *Revista de la Facultad de Agronomía*, vol. 109, n.º 1, La Plata, octubre de 2010, pp. 9-15.
5. LATHAM, M. C., «Lactancia materna» [EN LÍNEA], en LATHAM, M. C., *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*, colección FAO Alimentación y nutrición n.º 29, Roma: FAO, 2002, disponible en: <www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm>, consultado el 29 de julio de 2013.
6. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD, INSTITUTO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN (INDA) y FACULTAD DE QUÍMICA (Udelar), *Tabla de composición de alimentos de Uruguay*, Montevideo: tabla composición Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2002.
7. BOZA, J., y SANZ, M. R., «Aspectos nutricionales de la leche de cabra. Estación experimental del Zaidín» [EN LÍNEA], en *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, vol. 10, Granada, diciembre de 1997, pp. 109-139, disponible en: <<http://www.insacan.org/racva/anales/1997/articulos/10-1997-07.pdf>>, consultado el 12 de junio de 2013.
8. SANZ, M. R.; FERNÁNDEZ, J.; DE LA TORRE, G.; RAMOS, E.; CARMONA, F., y BOZA, J., «Calidad de la leche de los pequeños rumiantes», en *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, vol. 16, Granada, 2003, pp. 155-166.
9. TRUJILLO, A.; GUAMIS, B., y CARRETERO, C., «Las proteínas mayoritarias de la leche de cabra», en *Revista Alimentaria*, n.º 285, Madrid, setiembre de 1997, pp. 19-26.

10. VEGA, S.; LEÓN, S., *et al*, «Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial», en *Rev Carnilac Industrial*, n.º 20, ciudad de México, 2005, pp. 9-18, disponible en <<http://www.alfa-editores.com/canilac.htm>>. Acceso: 16 de octubre de 2005.
11. INFANTE PINA, D.; TORMO CARNICE, R., y CONDE ZANUETA, M., *Empleo de la leche de cabra en pacientes con alergia a las proteínas de la leche de vaca* [EN LÍNEA], *An Pediatr*, 2003; 59:138-42, vol. 59 n.º 2, disponible en: <www.analesdepediatria.org/es/empleo-leche.../>, consultado el 29 de julio de 2013.
12. GRUPO MERCADO COMÚN (GMC), *Reglamento técnico Mercosur sobre información nutricional complementaria (declaraciones de propiedades nutricionales)* [EN LÍNEA], Resolución n.º 01/12, Buenos Aires: Mercosur/GMC, 2012, disponible en: <archivo.presidencia.gub.uy/sci/decretos/2012/12/msp_68_anexo.pdf>, citado el 20 de mayo de 2014.
13. SÁYAGO AYERDI, S. G., y otros, *Utilidad y controversias del consumo de ácidos grasos de cadena media sobre el metabolismo lipoproteico y la obesidad* [EN LÍNEA], 2008, disponible en: <<http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/4028.pdf>>, consultado el 28 de setiembre de 2013.
14. CHACÓN VILLOBOBOS, A., *Aspectos nutricionales de la leche de cabra (Capra hircus) y sus variaciones en el proceso agroindustrial* [EN LÍNEA], Universidad de Costa Rica, 2005, disponible en: <http://www.mag.go.cr/rev_mesos/v16n02_239.pdf>, consultado el 9 de julio de 2013.

Capítulo 6

COMPOSICIÓN LIPÍDICA DE LA LECHE DE CABRA

MARTA ELICHALT
Magíster Licenciada en Nutrición

SILVIA BENTANCOR
Licenciada en Nutrición

BELÉN CALLORDA
Licenciada en Nutrición

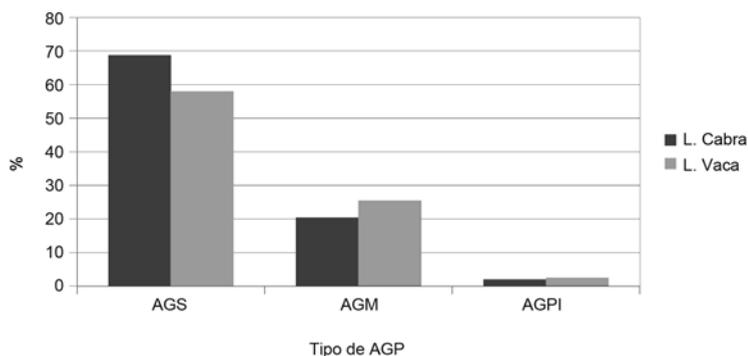
Uno de los rasgos más interesantes ligados a la composición de la leche de cabra es la calidad de la grasa que posee. Como se mostró en el capítulo anterior, su porcentaje de grasa puede ser superior a la de la leche de vaca.

Las diferencias en la estructura física y el perfil lipídico de la grasa de la leche de cabra respecto a las otras especies la destacan como un alimento con particulares beneficios para la salud. Por esta razón, en este capítulo, se desarrollan con mayor profundidad aspectos cualitativos y cuantitativos de los lípidos de la leche de vaca y la composición de los ácidos grasos de las diversas fracciones, pues esta es la diferencia más importante que tiene la grasa de la leche de cabra respecto a la de otras especies.

Perfil de ácidos grasos

En el gráfico 1, se muestran los porcentajes de ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos monoinsaturados (AGM) y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en 100 g de grasa de leche de cabra y de vaca.

Gráfico 1. Porcentaje de AG según tipo de leche



Fuentes: Grille y otros, 2013 (1); Belitz, 2006 (2); *Tabla de composición de alimentos de Uruguay*, 2002 (3).

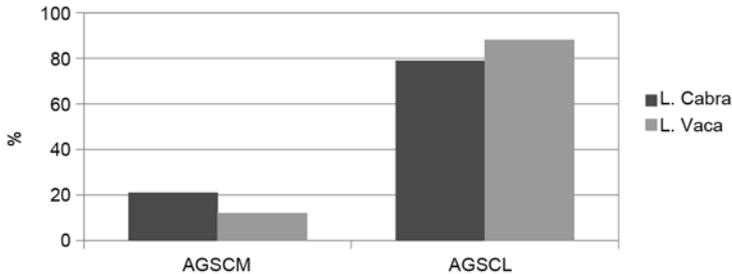
Se observa aquí que los AGS son la fracción mayoritaria, ya que se encuentran entre un 60 % y un 70 %. Según las fuentes de composición tomadas como referencia, la leche de cabra puede tener un porcentaje mayor de AGS que la leche de vaca.

Esta diferencia se fundamenta en la mayor cantidad de ácidos grasos de cadena media (AGCM) de longitud entre 8 y 13 átomos de carbono, que no tienen el efecto perjudicial de los AGS de cadena larga (C14 a C20), que aumentan el colesterol lipoproteína de baja densidad (LDL en inglés) (4). Una excepción en los AGCM es el ácido graso láurico (C12:0), del que sí hay evidencias de su relación con una enfermedad cardiovascular.

Fracción de ácidos grasos saturados de cadena media

Un aspecto que puede destacarse en la fracción de AGS es la proporción de AGCM y AGCL que la conforman.

Gráfico 2. Porcentaje de AGS según longitud de cadena



Fuentes: *Grille y otros, 2013 (1); **Belitz, 2006 (2).

En este gráfico, se muestran los porcentajes de AGS de cadena media y larga en relación con el total de AGS. Se observa que la leche de cabra tiene casi el doble de AGCM que la leche de vaca, lo que repercute en las diferencias de AGCL en la grasa proveniente de ambas leches. La leche de vaca posee algo más del 10 % de AGCL que la de cabra.

Según López y otros, citado por Sonia Sáyago y otros (5), el contenido de AGCM puede ser muy variable entre especies: la leche de cabra puede contener un 50 % más de estos ácidos grasos en la fracción de AGS que la leche de vaca, tal como se ve en el gráfico 2.

Los AGCM de la leche de cabra están conformados principalmente por el ácido graso caprílico (C8: 0) y cáprico (C10: 0). En la leche de vaca, estos ácidos grasos pueden llegar al 5 % aproximadamente de la grasa total, mientras que en la leche de cabra, pueden alcanzar alrededor del 15 % (6). Esto se refleja en la tabla 1, con valores totales del ácido caprílico y cáprico del 4 % y 10 % para la grasa de la leche de vaca y cabra respectivamente.

Tabla 1. Contenido de ácidos grasos de cadena media en el total de grasa de la leche de cabra y de vaca

Tipo de AGCM	Leche de cabra % (*)	Leche de vaca % (**)
Caprónico C8: 0	2,05	1,03
Cáprico C10: 0	8,33	3,03

Fuentes: *Grille y otros, 2013 (1); **Belitz, 2006 (2).

Fracción de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados

En cuanto a la fracción de AGM, como se evidencia en el gráfico 1, el contenido es similar en la leche de vaca y de cabra.

El aporte de AGPI de la leche de cabra también guarda similitud respecto a la de vaca (gráfico 1). Los ácidos grasos esenciales⁴ que se presentan en similar proporción en la grasa de leche de vaca son alrededor del 2 %, en los que predomina el ácido graso linoleico (18: 2) de la familia omega 6 ($\omega 6$). Este ácido graso representa la mayor proporción de los AGPI de la leche.

En la tabla 2, se compara la relación de ácidos grasos poliinsaturados de la familia $\omega 6$ con los de la familia omega 3 ($\omega 3$), la cual señala que, a menor valor en ella, hay mayor proporción de $\omega 3$ que de $\omega 6$, lo que es un indicador de grasa saludable.

Tabla 2. Porcentaje de ácidos grasos $\omega 6$ y $\omega 3$ y su relación en la grasa de la leche de cabra y de vaca

Tipo de ácido graso (g/100 g)	Leche de cabra (*)	Leche de vaca (**)
18: 2 $\omega 6$ (+)	1,44	2,1
18: 3 $\omega 3$ (++)	0,56	0,85
$\omega 6$: $\omega 3$	2,57	2,47

Fuentes: *Grille y otros, 2013 (1); **INTA, 2001-2005 (7);

(+) exclusivamente ácido graso linoleico y (++) exclusivamente ácido graso linoléico.

4 El ácido graso esencial es aquel que el cuerpo no puede sintetizar y, por ello, debe ser aportado por la dieta (FAO, 2012).

Según los valores analíticos de estudios nacionales de la leche de cabra (1), dicha relación es del orden de 2,57 si se considera exclusivamente el ácido graso linoleico de la familia $\omega 6$ y linolénico en la fracción $\omega 3$.

En la leche de vaca, de acuerdo a un estudio regional (7), es de 2,47 en vacas alimentadas por pasturas perennes, con base en la alfalfa (70 % de la dieta base pastoril). Otros trabajos realizados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Argentina (7), que comparan la composición de diversos tambos, exponen valores promedio para el $\omega 3$ de 0,95 g % y para el $\omega 6$ de 2,36 g %, lo que marca una relación de una media de 3,34, o sea, con valores más desfavorables si consideramos la encontrada en la investigación en el rebaño caprino de Uruguay (1).

Como vemos, en este aspecto de la calidad de la grasa, la leche de cabra tiene valores similares a los de la leche de vaca. Si bien en la leche de cabra los ácidos grasos $\omega 3$ tienen un potencial efecto cardioprotector (4), dado el bajo contenido de AGPI, estos tendrán baja incidencia en mejorar la relación con el $\omega 6$ en la dieta, al igual que en la leche de vaca.

Otro ácido graso poliinsaturado de interés es el ácido graso linoleico conjugado (cuya sigla en inglés es CLA). La leche de rumiantes vehiculizan ácidos grasos trans conjugados, entre ellos, el CLA; esto es producto de la hidrogenación en el rumen. La mejor fuente dietaria natural del CLA son las carnes y los lácteos. Según algunos estudios nacionales, la grasa de la leche de cabra tiene similar proporción, del orden del 1 % de CLA (0,83) del total de la grasa láctea (1). En otros realizados en tambos del INTA, respecto al contenido de CLA en grasa de leche de vaca, se observó una variabilidad entre 1,23 y 1,44 g/100 g de grasa que depende de la estación del año y alcanza los máximos en primavera, pero sin diferencias significativas (7).

El CLA parece presentar efectos beneficiosos, contrario a lo que sucede con los ácidos grasos trans obtenidos por procesos de hidrogenación industrial.

La alimentación animal es una fuerte condicionante del tenor del CLA en la grasa láctea; por esta razón, la leche de cabra podría ser aún mejorada en este componente con el manejo de la alimentación.

Trabajos realizados con vacas lecheras en el INTA (7) confirman la posibilidad de modificar el equilibrio natural de los ácidos grasos de la leche a través de una alimentación que maximice la participación de la pastura con una suplementación estratégica. La adición de lípidos con tan solo un 30 % de ácido linoleico a vacas en alimentación pastoril permitió aumentar significativamente la concentración del CLA en la grasa butirosa y que se alcanzaran valores promedio de 1,97 g/100 g de ácidos grasos, contrariamente a las vacas control, que presentaron valores basales promedio del orden del 1,25 g/100 de ácidos grasos. El incremento promedio obtenido fue del orden de un 58 % respecto a los niveles basales del compuesto en la leche de las vacas control.

Los altos niveles de CLA alcanzados en un experimento americano de producción de manteca fueron de 4,07 g/100 g de ácidos grasos. La concentración del CLA encontrada en la leche en estos estudios resultó ventajosa en comparación a la obtenida en otros sistemas más intensivos con baja o nula participación de forraje fresco y demostró que puede ser exitosamente amplificada mediante suplementos, lo que podría aplicarse también a la producción caprina.

El CLA en la leche se asocia a diversos beneficios para la salud (7), como se verá en otro capítulo, entre ellos, la inhibición de diferentes tipos de cáncer, hipertensión, diabetes, aterosclerosis y aumento de la función inmune y en la composición corporal. Sin embargo, la mayoría de estos estudios son en animales y pocos en humanos (8).

Colesterol

En cuanto al colesterol, su contenido en la leche de cabra está dentro del rango de 10-20 mg/100 mL. Dicho colesterol, en un gran porcentaje, está en su forma libre y se presenta como esteroides menos del 4 % del total. Como nos señalan Chandan y otros (1992), citados por Julio Boza, asociado a la membrana del glóbulo graso está el 65,7 % del colesterol libre y el 42 % del esterificado (6).

Digestibilidad de la grasa

Los lípidos de la leche de cabra son considerados más digeribles comparados a otras especies. Si bien el diámetro medio de los glóbulos de la grasa de la leche de vaca y cabra son similares (4 μm), la leche de cabra posee mayor porcentaje de glóbulos de grasa de menor tamaño (< 3 μm) respecto a la de vaca, lo cual podría facilitar una mejor digestibilidad, ya que estos glóbulos son más accesibles a la acción de las lipasas que participan en la digestión (9). El tamaño de los glóbulos de grasa permite formar una emulsión más fina y uniforme, la cual influye de manera favorable en la digestión de las grasas (9).

Asimismo, al poseer una membrana fina y carecer de una proteína llamada *aglutinina* (cuya función es agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño), resulta más fácil la acción de las enzimas lipolíticas, lo que incrementa, de esa manera, la velocidad de digestión (10).

Referencias bibliográficas

1. GRILLE, L., y otros, «Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra en un rebaño de la raza Saanen», en *In-notec*, vol. 8, Montevideo, diciembre de 2013, pp. 52-59.
2. BELITZ, H. D., y GROSCH, W., *Tabla química de los alimentos*, 2.ª edición, Zaragoza, Editorial Acirbia, 2006.
3. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD, INSTITUTO NACIONAL DE ALIMENTACIÓN (INDA) y FACULTAD DE QUÍMICA (Udelar), *Tabla de composición de alimentos de Uruguay*, Montevideo: tabla composición Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2002.
4. FAO y FINUT, *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos 91* [EN LÍNEA], 2012, disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/017/i1953s/i1953s.pdf>>, consultado el 10 de octubre de 2014.
5. SÁYAGO-AYERDI y otros, *Utilidad y controversias del consumo de ácidos grasos de cadena media sobre el metabolismo lipoproteico y la obesidad* [EN LÍNEA], 2008, disponible en: <<http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/4028.pdf>>, consultado el 28 de setiembre de 2013.
6. BOZA, J., y SANZ, M. R., «Aspectos nutricionales de la leche de cabra. Estación experimental del Zaidín» [EN LÍNEA], en *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, vol. 10, Granada, [mes de] 1997, pp. 109-139, disponible en: <<http://www.insacan.org/racvao/anales/1997/articulos/10-1997-07.pdf>>, consultado el 12 de junio de 2013.
7. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA), *Incremento de la concentración de la leche de sólidos útiles y de compuestos químicos con propiedades terapéuticas y/o sensoriales a través de estrategias de alimentación, del manejo y de la genética*, informe proyecto 520203, 2001-2005.
8. STANTON, C., *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*, Roma, FAO, 2013.
9. SANZ CEBALLOS, L., y otros, *¿Puede considerarse diferente la calidad de la proteína y grasa de la leche de cabra y vaca?* [EN LÍNEA], 2008, disponible en: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/4045/12_ANALES_2008_sanz_ceballos.pdf?sequence=1>, consultado el 30 de julio de 2013.
10. CHACÓN VILLALOBOS, A., *Aspectos nutricionales de la leche de cabra (Capra hircus) y sus variaciones en el proceso agroindustrial* [EN LÍNEA], Universidad de Costa Rica, 2005, disponible en: <http://www.mag.go.cr/rev_mesov16n02_239.pdf>, consultado el 9 de julio de 2013.

Capítulo 7

APORTE NUTRICIONAL DE LA LECHE DE CABRA EN LA ALIMENTACIÓN

MARTA ELICHALT
Magíster Licenciada en Nutrición

SILVIA BENTANCOR
Licenciada en Nutrición

BELÉN CALLORDA
Licenciada en Nutrición

Aporte nutricional de una porción de la leche de cabra según criterios del Reglamento técnico Mercosur para la rotulación de alimentos envasados

A los efectos de poder valorar la contribución que realiza la leche de cabra a las necesidades nutricionales diarias, se puede comparar lo que aporta una porción del alimento con las recomendaciones de energía y nutrientes.

En este sentido, se presenta en este capítulo la proporción de energía y macronutrientes (proteínas, glúcidos y grasas) que brinda una porción de leche establecida por el *Reglamento técnico Mercosur para la rotulación de alimentos envasados* (1). Este refiere, entre otras informa-

ciones que deben declararse en el rótulo del envase, a los nutrientes y al tamaño de la porción del alimento, sobre la que se debe expresar la composición nutricional y su porcentaje de aporte diario, considerando las necesidades diarias de energía y nutrientes de un individuo. En el caso de la leche, la porción se fija en 200 mL.

Aunque la leche de cabra y otros productos derivados no son siempre registrados ante las autoridades de bromatología de los distintos departamentos, contrastar la composición nutricional con los criterios de rotulación es un camino para evaluar la contribución del alimento en la nutrición humana y también para compararla con el aporte de otras leches, particularmente la de vaca. Además, el registro de los productos y la rotulación en el envase son un requisito a considerar si se pretende que la producción caprina pueda desarrollarse en términos de diversificar los canales de comercialización.

De acuerdo al *Reglamento técnico Mercosur* (RTM) (1), la declaración nutricional de los alimentos envasados establece que debe presentarse el porcentaje del valor diario de referencia (% VDR), que surge de estimar la proporción de energía y nutrientes que aporta una porción Mercosur del alimento en cuestión en relación con las necesidades diarias. Como indica el RTM, estas podrán ser superiores o inferiores, dependiendo de las necesidades nutricionales individuales. Pero, a los efectos de calcular los % VDR, los vincula a las necesidades de un adulto en 2000 kcal/día, 300 g/día de hidratos de carbono (glúcidos), 75 g/día de proteínas, 55 g/día de grasas totales y 22 g/día grasas saturadas. Estos valores surgen de considerar los reportes técnicos de 2001 del Instituto de Medicina de los Estados Unidos y de la Organización para la Alimentación y la Agricultura junto con la Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS), así como de las recomendaciones de estas del año 2003 para la prevención de enfermedades crónicas.

En el cuadro 1, se comparan los % VDR para energía y macronutrientes, aportados por una porción de leche de cabra y de vaca.

Cuadro 1. Porcentajes del VDR de una porción de la leche de cabra y de vaca

200 mL de alimento	Leche de cabra % VDR (*)	Leche de vaca % VDR (*)
Energía	5	6
Proteína	8	8
Lactosa	3	3
Grasa	12	12
AGS (**)	20	17
Sodio (Na)	4	4

(*) porcentaje de valor diario de referencia según criterios del RTM; (**) ácidos grasos saturados.

Fuente: elaboración propia

En el cuadro 1, se observa que los % VDR de energía y nutrientes son similares para una porción de leche de cabra y de vaca. La mayor diferencia es el porcentaje de la fracción saturada de los lípidos.

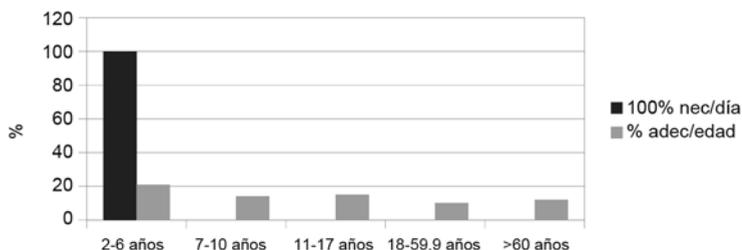
Valor nutricional de la leche de cabra y aporte a las necesidades nutricionales para la población uruguaya

Otra forma de valorar la contribución que realiza la leche de cabra a las necesidades de energía y nutrientes es compararla con las porciones de leche que deberían ser consumidas en el marco de una alimentación saludable.

En los gráficos 1, 2 y 3, se muestran los porcentajes en que la leche de cabra sacia las necesidades diarias de energía, proteínas y calcio (Ca), tomando como base la cantidad requerida para satisfacer la diferentes demandas de Ca según grupos de edad, sexo y estado fisiológico. Para la estimación, se consideraron: entre los 2 y 6 años, 500 mL/día; entre los 7 y 10 años, embarazadas y adultos mayores de 18 años, 700 mL/día, y entre los 11 y 17 años, 1,3 L/día.

En el gráfico 1, se exponen los porcentajes de adecuación de energía diaria a partir de las cantidades sugeridas para cubrir el aporte de Ca, teniendo en cuenta las necesidades de esta (2).

Gráfico 1. Porcentaje de adecuación de las necesidades diarias de energía aportadas por leche de cabra según cantidades sugeridas por edad.

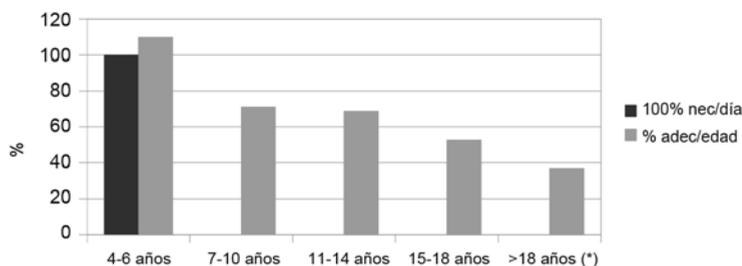


Fuente: elaboración propia.

Como se ve, el aporte de energía para todos los grupos de edad es de aproximadamente entre el 10 % y el 20 % de las necesidades de energía diarias. El porcentaje de adecuación es mayor en edades tempranas, porque las necesidades de energía son menores y, por lo tanto, se cubre mayor porcentaje de ellas. Para los niños, desde los 2 a los 6 años, el porcentaje de energía diario aportado por las cantidades sugeridas en la ingesta de todos los días de leche de cabra es del 21 % de las necesidades diarias de energía, mientras que, en las personas adultas mayores de 60 años, este porcentaje desciende al 12 %.

En el gráfico 2, se muestran los porcentajes de adecuación a las necesidades diarias de proteína diaria para los distintos grupos de edad, considerando los niveles seguros (2).

Gráfico 2. Porcentaje de las necesidades diarias de proteínas aportadas por la leche de cabra según cantidades sugeridas por edad



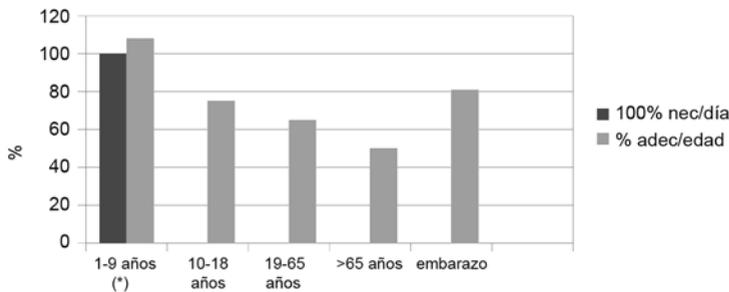
(*) corresponde a un adulto (mujer u hombre) de 60 kg de peso corporal.

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, en todos los grupos etarios, la leche de cabra consumida en las cantidades recomendadas aporta desde un 37 % en los adultos hasta superar las necesidades diarias en el caso de los niños pequeños. Al igual que en energía, en el grupo de niños más pequeños, la proporción de las necesidades de proteínas diarias cubiertas por la leche es mayor en relación con la de las personas de mayor edad. Los porcentajes que representan la adecuación a las necesidades diarias van disminuyendo a medida que aumentan las necesidades de proteínas.

Por último, en el gráfico 3, se muestran los porcentajes de adecuación de Ca diario, valorando las necesidades diarias de este, a partir del consumo de las cantidades sugeridas en la ingesta de leche en los distintos grupos de edad.

Gráfico 3. Porcentaje de necesidades diarias del calcio aportadas por la leche de cabra según cantidades sugeridas por edad



(*) promedio de necesidades de niños entre 1 y 9 años.

Fuente: elaboración propia.

Aquí, se expone que el aporte de Ca vehiculado por las cantidades sugeridas en el consumo de leche de cabra para los diferentes grupos estarios cubre, como mínimo, un 50 % de las necesidades diarias de dicho mineral (3) en hombres y mujeres mayores de 65 años, y, en el caso de las necesidades promedio de niños de 1 a 9 años, lo supera. En los adolescentes y en el embarazo, el porcentaje proporcionado es de un 81 %, ya que se recomienda aumentar las cantidades diarias de leche a los efectos de responder a un aumento de las requerimientos de Ca.

Referencias bibliográficas

1. GRUPO MERCADO COMÚN, «Reglamento técnico Mercosur para la rotulación de alimentos envasados», Decreto 117/006, resoluciones 26/03,44/03,46/03y47/03, en *Registronacional de leyes y decretos*, tomo 1, 1.º semestre, Montevideo: IMPO, 2006, p. 716. *Reglamento bromatológico nacional*, Decreto 315/994, 5.ª ed., Montevideo: IMPO, 2012.
2. OMS/FAO/UNU, *Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. Report of a Joint Expert Consultation*, Technical Report Series 935, 2007.
3. FAO/OMS, *Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a Joint Expert Consultation* [EN LÍNEA], Roma, 2002, disponible en: <http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/004/Y2809E/y2809e00.htm>, consultado en febrero de 2015.

Capítulo 8

ALERGIA A LA PROTEÍNA DE LA LECHE DE VACA E INTOLERANCIA A LA LACTOSA: VALORACIÓN DE LA INDICACIÓN DE LA LECHE DE CABRA COMO ALTERNATIVA

CLAUDIO IGLESIAS
Magíster en Nutrición,
Dr. Gastroenterólogo Pediatra

FABIANA PEREGALLI
Magíster en Nutrición,
Licenciada en Nutrición

SILVIA LISSMANN
Magíster en Nutrición,
Dra. Gastroenteróloga.

MARINA MOIRANO
Magíster Licenciada en Nutrición

Introducción

La composición nutricional de la leche de cabra presenta diferencias con la de la leche vacuna que han llevado a que se postulen aplicaciones terapéuticas para diversas situaciones clínicas.

Dichas diferencias, tanto en hidratos de carbono y proteínas como en grasas, y, asimismo, según la raza caprina y otras variables, ya han sido expuestas en esta publicación.

En el presente capítulo, se analizarán distintas situaciones de efectos adversos a la leche de vaca en el niño y el adulto y la ingesta de leche de cabra como alternativa.

Efectos adversos a los alimentos: alergias e intolerancias

Los efectos adversos a los alimentos se dividen en tóxicos y no tóxicos. Los primeros no dependen del individuo (por ejemplo, la ingestión de un hongo venenoso); los segundos, sí y se dividen en alergias e intolerancias.

ALERGIA ALIMENTARIA

La alergia alimentaria (AA) se define como una reacción adversa a la proteína de un alimento (alérgeno), que desencadena una reacción inmunológica.

En los niños, se estima que la prevalencia de las AA es de un 5 a un 15 %, y la leche de vaca es el alérgeno más prevalente (de 2 a 7,5 %). Le siguen el huevo (de 1 a 2 %), el maní (0,3 %) y, con valores menores, el pescado y la soja. Es una entidad muy poco frecuente en los adultos, que puede reflejar la persistencia de una AA en la niñez o una sensibilización de novo.

Existen tres tipos fundamentales de AA:

- las mediadas por inmunoglobulina E producida por los linfocitos B (tipo I), que son las llamadas alergias rápidas, ya que los síntomas suelen ser intensos y aparecen en las primeras 2 horas luego del contacto con dicho alimento. Dichos síntomas son: reacciones de piel (como urticaria y angioedema), respiratorios (como rinitis, laringo y broncoespasmo) y digestivos (como náuseas, vómitos, diarrea y dolor abdominal). También pueden verse conjuntivitis y reacciones sistémicas, como anafilaxia;
- las no mediadas por inmunoglobulina E (tipo IV): aquí, está involucrada la inmunidad celular, los linfocitos T. Son las llamadas alergias lentas, ya que aparecen lue-

go de varias horas o días después del contacto con el alimento alergénico. Los síntomas suelen ser insidiosos y crónicos, entre los que predominan los digestivos, de los cuales el más común es el sangrado digestivo bajo (rectorragia);

- las mixtas, en las que están involucrados los dos tipos de inmunidad, que se expresan como esofagitis eosinofílica y gastroenteritis eosinofílica.

Otro fenómeno de interés para definir es el de la reactividad cruzada. Esta ocurre cuando un alérgeno alimentario comparte una estructura o secuencia similar con otro, que puede gatillar una reacción adversa similar a la desencadenada por el alérgeno alimentario original (1).

Tratamiento de la alergia alimentaria

El manejo de la AA implica evitar estrictamente el alérgeno en la dieta (2, 3). La dieta de exclusión debe ser planificada y monitoreada para cubrir las necesidades nutricionales, evitando deficiencias.

Varias publicaciones han documentado la repercusión nutricional que suele ser frecuente en lactantes y niños alérgicos y han reportado el impacto en su crecimiento (4, 5, 6). Los niños con AA tienen un déficit de crecimiento en comparación con sujetos no afectados, que muestran una correlación positiva con el número de alimentos excluidos y la duración de la dieta (7).

Por los motivos expuestos, se recomienda el examen físico del niño con especial atención al crecimiento y los signos físicos de desnutrición (8).

La exclusión de la leche de vaca preocupa particularmente por ser un alimento fuente de proteínas de alto valor biológico (AVB), calcio, vitamina D, vitamina A, riboflavina, ácido pantoténico, vitamina B₁₂ y fósforo, que forma parte, además, de los hábitos alimentarios de la población uruguaya y cuya inclusión diaria se recomienda en las guías alimentarias basadas en alimentos de Uruguay (9).

Por todas estas razones, la búsqueda de opciones que reemplacen adecuadamente su consumo es de interés luego del diagnóstico de la alergia a la proteína de la leche de vaca (APLV).

Entre estas opciones, la leche de cabra ha sido frecuentemente postulada. Sin embargo, las leches de otros mamíferos (cabra, oveja, burra, entre otras) no están indicadas en el tratamiento de la APLV (10). Los mamíferos filogenéticamente vinculados tienen una expresión similar en la proteína de la leche, con homóloga secuencia de aminoácidos, como sucede con la leche de vaca y la de cabra. Esto determina reacciones cruzadas y cosensibilización. La reactividad cruzada entre las proteínas de la leche de diferentes mamíferos (α - lactoalbúminas, β - lactoglobulina y caseína de la de vaca, búfalo, oveja y cabra) es generalizada, como se ha demostrado en estudios *in vitro* (3) y pruebas de provocación.

El 92 % de los pacientes con APLV mostró reacción a la leche de cabra (4, 7). En contraste, solo el 4 % de los niños con alergia a la leche de vaca mostró reactividad clínica a la de yegua (5, 11). La leche de burra (6) y la leche de camello (7) también parecen ser menos alergénicas que la de vaca. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, una vez que el diagnóstico de la alergia a la leche de un mamífero se ha establecido, se debe evitar la de otros mamíferos, por lo menos hasta que la tolerancia pueda ser probada bajo condiciones controladas. La mejor tolerada comúnmente es la leche de équidos (8). Sin embargo, se ha reportado alergia a la leche de oveja y de cabra sin APLV (9, 12).

Además, la leche de cabra no es de elección para el consumo en lactantes, dado su alto contenido en proteínas, su excesiva osmolaridad y su bajo contenido en vitamina B₁₂ y ácido fólico, nutrientes fundamentales en esta etapa del crecimiento (13, 7).

Por lo tanto, no se recomienda la leche de cabra en el tratamiento de la APLV, debido a que posee proteínas enteras, heterólogas y con alto riesgo de alergia cruzada. (7)

INTOLERANCIA A LA LACTOSA

Las intolerancias son reacciones adversas que también dependen del individuo afectado, pero no tienen un mecanismo inmunológico involucrado. En general, se producen porque el individuo carece de una enzima o porque no tolera productos con cierta acción farmacológica, con

contenidos como cafeína o aminas vasoactivas. Un tipo de intolerancia característica es la intolerancia a la lactosa, que se presenta porque el individuo carece o tiene bajos niveles de lactasa, la enzima que la desdobla en galactosa y glucosa y se encuentra en el ribete en cepillo de las vellosidades intestinales. De esta manera, la lactosa no se digiere y permanece en el intestino, generando una diarrea osmótica, y, al llegar al intestino grueso (colon), es fermentada por las bacterias de la flora intestinal, lo que produce gases (hidrógeno) y ácidos orgánicos de cadena corta (propionato y butirato) y provoca dolor abdominal y flatulencia (14). Dichos síntomas están influidos por la magnitud de la intolerancia y las características del alimento que contiene lactosa, como su osmolaridad y su contenido de grasa, entre otras.

La intolerancia a la lactosa es un problema frecuente en el mundo, con una prevalencia que oscila entre el 7 y el 20 %, en caucásicos de Estados Unidos y Europa, con extremos de hasta 95 %, dependiendo del origen étnico (15).

Se define como la presencia de síntomas del aparato digestivo, luego de la ingesta de leche o derivados, atribuidos a malabsorción de lactosa por bajos niveles de lactasa intestinal (15).

Causas

Las causas de malabsorción de lactosa están vinculadas a una deficiencia primaria o secundaria de lactasa.

Deficiencias primarias

La deficiencia congénita de lactasa es una condición de transmisión autosómica recesiva, que tiene una incidencia de 1/60 000. En ella, hay una ausencia total de actividad de lactasa, la cual se correlaciona con la mutación del gen *LCT*, que se inicia y se describe en la niñez (16).

También existe un déficit primario de lactasa, en el cual se presenta una disminución de la actividad de la lactasa genéticamente determinada a lo largo de la vida.

La reducción de la actividad de la enzima, posterior al destete, se describe como lactasa no persistente. La capacidad de mantener concentraciones de lactasa durante la

vida en forma similar a la infancia se hereda, la cual está determinada por la presencia de un polimorfismo del gen de la lactasa.

Dos terceras partes de la humanidad presentan lactasa no persistente como un proceso natural del adulto, por lo que muchos autores no lo consideran una enfermedad. Los adultos en esta situación mantienen un 30 % de actividad de lactasa y desarrollan síntomas cuando esta se sobrepasa, aunque existen diferentes grados de intolerancia clínica (17).

Deficiencias secundarias

La deficiencia de lactasa puede ser secundaria a múltiples enfermedades del intestino delgado, ya que esta enzima parece ser más susceptible a alterar su función que el resto de las disacaridasas, probablemente por su localización luminal en la vellosidad intestinal. Se describen como causas secundarias:

el obrecimiento bacteriano, el cual se asocia al aumento de la fermentación de la lactosa en el intestino delgado; — la injuria de la mucosa (vinculada a la enfermedad celíaca, a la enfermedad inflamatoria intestinal, fundamentalmente la enfermedad de Crohn, y a la enteritis por fármacos o radiación), la enteritis infecciosa y la parasitosis (giardiasis).

Tratamiento de la intolerancia a la lactosa

En ausencia de causas corregibles, el principal recurso terapéutico es la eliminación o reducción de la ingesta de lactosa, ya que la intolerancia puede ser total o parcial.

Cuando es total, se deberá excluir por completo la lactosa de la dieta, es decir, utilizar preparados libres de esta y descartar alimentos que puedan contenerla en pequeñas cantidades. Se deberá revisar la composición de productos industrializados, evitando aquellos que utilicen leche o leche en polvo como ingrediente, por ejemplo: galletas, pan lactal, entre otros.

En caso de intolerancias parciales, se toleran pequeñas cantidades de lactosa, contenidas en leches parcialmente deslactosadas (por hidrólisis enzimática de la lactosa)

o yogures que, en algunas situaciones, tienen un menor tenor de lactosa.

Otra alternativa de tratamiento consiste en la administración de la enzima lactasa en conjunto a la ingesta del alimento que contiene lactosa.

El abordaje nutricional se adaptará al grado de intolerancia de cada situación clínica.

Como la leche de todos los mamíferos contiene lactosa —aunque en cantidades variables—, la leche de cabra tampoco representa una opción en el tratamiento para la intolerancia a la lactosa.

Referencias bibliográficas

1. US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, «Guidelines for the Diagnosis and Management of Food Allergy in the United States, Summary of the NIAID-Sponsored Expert Panel Report», National Institute of Allergy and Infectious Diseases, Sponsored Expert Panel Report. National Institute of Allergy and Infectious Diseases *J Allergy , Clin Immunol*, n.º 11-7700, diciembre de 2010; 126:S1.
2. KOLETZKO, S.; NIGGEMANN, B.; ARATO, A.; DIAS, J. A.; HEUSCHKEL, R.; HUSBY, S., y *et al.*, «Diagnostic Approach and Management of Cow's Milk Protein Allergy in Infants and Children: ESPGHAN GI Committee Practical Guidelines», en *JPGN*, vol. 55, 2012, pp. 221-229.
3. BURKS, A.; JONES, S.; BOYCE, J.; SICHERER, S.; WOOD, R.; ASSA'AD, A., y SAMPSON, H., «NIAID-Sponsored 2010. Guidelines for Managing Food Allergy: Applications in the Pediatric Population», *Pediatrics*, vol. 128, n.º 5, noviembre de 2011.
4. CHO, H. N.; HONG, S.; LEE, S. H., y *et al.*, «Nutritional Status According to Sensitized Food Allergens in Children with Atopic Dermatitis. Allergy», en *Asthma & Immunology Research*, vol. 3, 2011, pp. 53-7.
5. FLAMMARION, S.; SANTOS, C.; GUMBER, D., y *et al.*, «Diet and nutritional status of children with food allergies», en *Pediatr Allergy Immunol*, vol. 22, 2011, pp. 161-5.
6. MEYER, R.; VENTER, C.; FOX, A. T., y SHAH, N., «Practical Dietary Management of Protein Energy Malnutrition in Young Children with Cow's Milk Protein Allergy», en *Pediatr Allergy Immunol*, vol. 23, n.º 4, 2012, pp. 307-14.
7. GIOVANNINI, M.; D'AURIA, E.; CAFFARELLI, C.; VERDUCI, E.; BARBERI, S.; IN-DINNIMEO, L., y *et al.*, «Nutritional management and follow up of infants and children with food allergy», en *Italian Journal of Pediatrics*, vol. 40, Italian Society of Pediatric Nutrition / Italian Society of Pediatric Allergy and Immunology Task Force, Position Statement, 2014, p. 1.
8. FOX A. y *et al.*, «National Institute for Health and Clinical Excellence, National Health Service Evidence», NICE Evidence Update 15. *Food allergy in children and young people. Evidence Update*, May 2012. 2011.
9. MSP, *Manual para la promoción de prácticas saludables de alimentación en la población uruguaya*, 2005.
10. ORSI, M, y *et al.*, «Alergia a la proteína de la leche de vaca. Propuesta de guía para el manejo de los niños con alergia a la proteína de la leche de vaca», en *Arch Argent Pediatr*, vol. 107, n.º 5, 2009, pp. 459-470.

11. SAMPSON, H.; ACEVES, S.; BOCK, A.; JAMES, J.; JONES, S.; LANG, D., y *et al.*, «Food Allergy: A Practice Parameter Update», en *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 134, n.º 5, 2014, pp. 1016-1025.
12. GARCÍA, B. E., y LIZASO, M. T., «Cross-Reactivity Syndromes in Food Allergy», en *J Investig Allergol Clin Immunol*, vol. 21, n.º 3, 2011, pp. 162-170.
13. «Consenso iberolatinoamericano en el diagnóstico y tratamiento de la alergia a la proteína de la leche de vaca», en *J Food Allergy*, vol. 1, n.º 3, 2012, pp. 353-566.
14. ACUÑA, M. D.; ALONSO, M.; ÁLVAREZ, J., y *et al.*, *Protocolos diagnóstico-terapéuticos de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica*, SEGHNPAEP, Madrid: Ergon, 2010.
15. SUCHY, F. J.; BRANNON, P. M.; CARPENTER, T. O., y *et al.*, «National Institutes of Health Consensus Development Conference: Lactose Intolerance and Health», en *Ann Intern Med*, vol. 152, n.º 12, 2010, p. 792.
16. FERNANDEZ BAÑARES, S., «Malabsorción intestinal», en FARRERAS ROZMAN, *Rozman C. Medicina interna*, 17.ª ed., Barcelona, Elsevier, 2012, pp. 153-165.
17. SWALLOW, D. M., «Genetics of Lactase Persistence and Lactose Intolerance», en *Annual Review of Genetics*, vol. 37, 2003, pp. 197-219.

Capítulo 9

COMPONENTES DE LA LECHE DE CABRA Y ESTUDIOS SOBRE SUS POTENCIALES BENEFICIOS PARA LA SALUD

MARÍA JACQUELINE LUCAS
Licenciada en Nutrición

MARTA ELICHALT
Magíster Licenciada en Nutrición

SILVIA BENTANCOR
Licenciada en Nutrición

BELÉN CALLORDA
Licenciada en Nutrición

Evaluación de las propiedades saludables de un alimento

Los consumidores asocian el dulce de leche y el queso de cabra con su valor gourmet, mientras que la leche de cabra se vincula a potenciales beneficios para la salud, lo que la distingue de otras leches. Este hecho constituye, en muchos de los consumidores habituales, uno de los fundamentos para su selección.

Por esta razón, creemos importante desarrollar, en la primera parte de este capítulo, las pruebas necesarias para

validar el efecto positivo que puede tener un alimento en la salud, lo que, a su vez, comercialmente, podría permitir la declaración de estas propiedades.

En una segunda parte del capítulo, se presentan diversas líneas de investigación con el propósito de evaluar efectos beneficiosos de la leche de cabra.

Etapas para la evaluación de las propiedades saludables

A continuación, se exponen las etapas y tipos de estudios que deberían considerarse para evaluar las propiedades saludables (1) de un alimento, brindando ejemplos con base en la leche de cabra, en función de los beneficios que se vienen estudiando en algunos de sus constituyentes.

IDENTIFICACIÓN DE LA(S) RAZA(S) DE CABRA DE LA QUE PROVIENE LA LECHE

Este factor es importante, pues la actividad biológica de un constituyente puede encontrarse o no en las diferentes razas, o pueden variar las concentraciones. Un ejemplo claro en la leche de cabra es la variabilidad y la sensibilidad a determinadas fracciones de caseínas de las distintas especies, ya que es una de las causas de alergia a sus proteínas.

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS

En la leche de cabra, podrían ser, por ejemplo, los ácidos grasos saturados de cadena media (AGCM) en los que se quiere demostrar una propiedad. No solo alcanzaría con saber que la leche de cabra contiene AGCM, sino investigar cuáles de ellos están presentes y en qué proporción.

Igual sería para el caso de querer demostrar los beneficios de determinados péptidos con efecto antihipertensivo en la leche de cabra: hay que identificarlos y conocer cuáles son desde el punto de vista de su estructura química. O sea, se debe conocer el producto y si está en la cantidad necesaria para generar dicho efecto.

Siguiendo el ejemplo, también es importante saber si tal efecto se mantiene consumiendo el alimento, ya que podrían provocarse interacciones con otras sustancias que modifiquen la acción benéfica del compuesto aislado.

En la leche de cabra, por ejemplo, se han identificado, en la fracción glucídica, oligosacáridos como 6-, 3-sialil-lactosa y galactosil-lactosa; en estos compuestos, se ha probado un papel en la prevención de infecciones y en el desarrollo cerebral del lactante. La identificación de estos glúcidos es una etapa inicial en el estudio de los beneficios en la leche de cabra, pero no significa necesariamente que el consumo del alimento tenga idéntico efecto al de los oligosacáridos aislados. Otro ejemplo, para este análisis, podría ser el de la incidencia que parecen tener los AGCM en la prevención de la obesidad debido a su rápida absorción; sin embargo, el consumo de la leche de cabra podría no tener igual beneficio.

DETERMINAR LA VARIACIÓN DEL CONTENIDO DEL O DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS

Se debe conocer la estabilidad del o de los principios activos estudiados por sus propiedades, considerando todos los factores que hacen a la variabilidad de la composición, pues lo que se espera es que el beneficio se mantenga en el alimento. En la grasa, esta podría variar en cantidad y calidad debido a la alimentación del animal y el período de lactancia. Además, es importante conocer si determinados procesos físicos o químicos en los alimentos pueden cambiar el efecto beneficioso de algunos compuestos; por ejemplo, la pasteurización o el descenso del pH en productos fermentados, como los yogures, y el efecto que estos puedan tener en las fracciones de proteínas.

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y LA EFICACIA DE LOS CONSTITUYENTES

La eficacia se puede determinar mediante experimentos *in vitro* o *in vivo*, y estos últimos pueden ser con animales y con personas. Dada la complejidad de los estudios con personas, primero, se inician con animales de experimentación. Un ejemplo de esto son los que demuestran el incremento en la absorción y la reserva de Ca en el hueso en ratas alimentadas con leche de cabra, con relación a las que se alimentan con leche de vaca.

Aunque estos estudios aportan información sobre el producto, para poder afirmar un efecto sobre el organismo huma-

no, es necesario realizar otros en personas. La complejidad de estos radica en que, para demostrar el efecto que tiene un alimento que provee determinados constituyentes beneficiosos, se debe asegurar que la dieta que llevan adelante los individuos no es la que lo pudo haber producido, o que haya sido de forma fortuita. Por lo tanto, se necesita hacer ajustes en la dieta, que deben ser cumplidos por las personas estudiadas, y, además, controles metabólicos.

Se deben tener en cuenta también factores que se vinculan con la alimentación y los estilos de vida de la población investigada, como lo son la duración del consumo del alimento para que ejerza un efecto saludable, la cantidad que se debe consumir y el control de la ingesta del resto de los alimentos que puedan enmascarar los efectos.

Los ensayos biológicos deben definir los niveles metabólicos en los que se determinarán los cambios como indicadores de disminución de riesgo o mejora y las dosis requeridas, es decir, la cantidad de alimento en la que se vehiculizan concentraciones efectivas. Para ello, es necesario efectuar controles en el estado fisiológico de las personas incluidas en el estudio: los cambios de peso y los indicadores metabólicos o de inmunidad son algunas mediciones que dependen del efecto que se desea demostrar.

Otro aspecto a considerar en los diseños experimentales es la caracterización de la población que se beneficia. Esto significa que un compuesto podría tener un efecto positivo para un adulto y no para un niño. En términos de los beneficios que se divulgan en la leche de cabra y los productos derivados, el descenso de colesterol, podría presentarse en individuos sanos, pero no en personas que padecen obesidad. Por lo tanto, habría que establecer el estado nutricional de la población en estudio. Una línea de investigación que se viene aplicando en estudios con animales es la que relaciona la anemia nutricional con la desmineralización ósea y el impacto que tiene la ingesta de leche de cabra en el aumento de los depósitos de Ca. Pero, como puede advertirse, los animales del estudio padecen anemia y es con este estado fisiológico donde se demuestra el efecto.

Los beneficios deben confirmarse a través de diferencias significativas estadística y biológicamente comprobadas. Esto es, medir síntomas y signos que valoren la reducción del riesgo, la reducción del tiempo de recurrencia (o sea, que la enfermedad vuelva) o la recuperación más rápida del problema. Cada beneficio debería tener una probada correlación con el alimento estudiado y las sustancias a las que se les adjudican las propiedades.

EVALUACIÓN DE LA APTITUD DEL ALIMENTO PARA SU UTILIZACIÓN EN LA SALUD Y MEDICINA HUMANA

El hecho de que un producto incida en el organismo no garantiza que proteja contra una enfermedad o tenga un efecto beneficioso. Ha sucedido en varias líneas de investigación que, si bien se demostró en condiciones experimentales un efecto positivo con el consumo de determinados compuestos, este no se evidenció en las personas cuando lo consumieron en su vida habitual, o sea, cuando no tenían los controles experimentales de dieta y estilo de vida. Los efectos beneficiosos deberían poderse obtener incluyendo el alimento en cantidades adecuadas en el marco de una alimentación integrada por diversos alimentos y haciendo posibles otras condiciones de vida diferentes a las establecidas en las investigaciones.

Son muchos los beneficios que se difunden respecto a la leche de cabra y sus productos, que la diferencian de otras leches. Se mencionan, entre otros: la tolerancia en personas con alergia a la leche de vaca, la mejor tolerancia a la lactosa, la mejora de la osteoporosis y el descenso del colesterol en sangre. Además, es indicada en casos de anemia.

Sin embargo, estos beneficios, en algunos casos, no han pasado por todas las etapas de experimentación que se requiere para demostrarlos; en muchas oportunidades, están fundados en la percepción del bienestar que sienten las personas que consumen leche de cabra o las mejoras clínicas como cambios favorables en la sintomatología. Estos elementos son valiosos, pero son el principio del camino, ya que permiten formular hipótesis, las que luego derivan en investigaciones que son las que permitirán confirmar o rechazar los beneficios aludidos.

Creemos importante, entonces, incluir algunas de las líneas de investigación que se vienen llevando a cabo para demostrar efectos beneficiosos de la leche de cabra para la salud y que los lectores, en función de las etapas y los tipos de estudios requeridos que se presentaron hasta aquí, tengan mayores elementos para juzgar el nivel de avances y límites al conocimiento respecto al tema.

Líneas de investigación y propiedades saludables de constituyentes de la leche de cabra

Papel en la mineralización ósea

La leche de cabra, así como la de otras especies, es un alimento fuente de Ca, mineral que juega un papel preponderante en la salud ósea. El consumo adecuado de este es un factor decisivo para obtener una máxima masa ósea en el estado adulto y, con ello, prevenir los problemas causados por la osteoporosis.

Estudios experimentales, realizados por Campos y otros, quienes son citados por Sonia Sáyago y otros (2), compararon en ratas los efectos de la leche de cabra (rica en AGCM) frente a la leche de vaca y sobre la absorción de Ca y contenido en diferentes tejidos. Los resultados encontrados, en el caso de los que consumieron leche de cabra, evidenciaron un incremento en la absorción y reserva de Ca en el hueso. Esto se atribuye a que los AGCM más abundantes en la leche de cabra podrían incrementar el transporte pasivo de Ca en el intestino, favoreciendo la formación de micelas y el flujo *mucosa-serosa*. Pero, además, en la leche entera de cabra, la fracción proteica, rica en lisina, y el contenido de vitamina D podrían jugar también un papel positivo en la utilización del Ca.

Otra línea de investigación es la que relaciona la anemia nutricional con la desmineralización ósea y el impacto que tiene la ingesta de leche de cabra en el aumento de los depósitos de Ca, a través de estudios *in vivo* con animales de experimentación. Según J. Díaz Castro (3), la absorción de Ca y la relación *Ca-P* están afectadas por la dieta

y la anemia. La menor absorción de Ca en los animales ferropendientes puede deberse a que la anemia produce un incremento en la utilización digestiva del Fe y, por lo tanto, disminuye la del Ca. En dicha investigación, se observó que, en los animales que consumieron dietas que provenían de leche caprina, respecto a las de leche de vaca, hubo un aumento en los depósitos de Ca en los órganos diana, así como también una mejora en el uso digestivo y metabólico del Ca y del P.

Beneficios en el tracto gastrointestinal

NEUTRALIZACIÓN DE LA ACIDEZ DIGESTIVA

Por sus altas cualidades de poder *buffer* (neutralizante de la acidez), es muy empleada por quienes padecen de úlceras estomacales y otros problemas digestivos que requieran tratamientos con drogas antiácidas. El poder *buffer* es el efecto en el cual la leche de cabra previene cambios en la reacción (o del valor de pH) de los fluidos, absorbiendo una cantidad de ácido o álcali. Esta característica es muy importante en el tratamiento de la úlcera péptica cuando la constante irritación por la acción de los jugos digestivos es dañina para el revestimiento del tracto digestivo. Los principales componentes *buffer* de la leche son las proteínas y los fosfatos. Sin embargo, no se identificaron estudios experimentales que aboguen por estos beneficios (4).

POTENCIAL EFECTO POSITIVO EN LA DIGESTIBILIDAD DE LAS PROTEÍNAS

El menor contenido de α 1-caseína parece tener un efecto positivo en la digestibilidad de las proteínas; esto se debe a que, al formar un coágulo más blando y desmorable, al llegar el estómago, se facilitarían la acción de las proteasas gástricas (5), lo que da como resultado una mejor digestibilidad. Ensayos biológicos en animales de experimentación han puesto de manifiesto efectos beneficiosos de la leche de cabra respecto a la de vaca sobre su utilización nutritiva de proteínas, grasas y minerales, particularmente en el síndrome de malabsorción.

CONTRIBUCIÓN EN LA MADURACIÓN DEL EPITELIO INTESTINAL

Si bien la leche de cabra y la de vaca poseen similar concentración de lactosa, una diferencia en este nutriente es la composición en oligosacáridos. La leche de vaca contiene trazas, mientras que en la de cabra, se encuentran concentraciones 10 veces superiores. Los oligosacáridos caprinos se caracterizan por su gran variabilidad estructural, que los hace lo más parecidos a la leche humana. Estudios *in vivo* han demostrado que los oligosacáridos de la leche de cabra inducen la maduración del epitelio intestinal, ya que favorecen la diferenciación de células (3).

PREVENCIÓN DE INFECCIONES GASTROINTESTINALES EN LACTANTES

La similitud de los oligosacáridos de la leche de cabra con la leche humana sugiere que estos compuestos podrían tener una bioactividad similar. Investigaciones realizadas en la Universidad de Granada (6) han identificado en la fracción glucídica de la leche de cabra oligosacáridos como 6-, 3-sialil-lactosa y galactosil-lactosa, los cuales desempeñan un importante papel en la prevención de infecciones. Además, el elevado contenido en galactosa es relevante para las primeras etapas del desarrollo cerebral del lactante.

RAPIDEZ EN LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA

La calidad de la grasa influye de manera positiva en la digestibilidad, ya que los AGCM, como lo son el ácido caprílico y el caproico, predominantes en la fracción saturada de la leche de cabra, son hidrolizados por las lipasas gástrica, lingual e intestinal, lo que permite una rápida absorción. Los AGCM son ingeridos como triacilglicéridos (TAG) e hidrolizados principalmente en el estómago. Gran parte de ellos, liberados allí, son absorbidos en el estómago, mientras que el resto son hidrolizados y absorbidos en el intestino y luego transportados por vía porta al hígado (7), sin síntesis de TAG, los cuales son empleados como fuente de energía rápida (7).

En los casos de problemas de malabsorción intestinal, estos ácidos grasos podrían ser considerados en la alimentación, debido a que se absorben en su mayoría en el estómago. Para la digestión de la grasa de la leche de cabra,

probablemente se requieran menos sales biliares que para la digestión de la grasa de la leche vacuna. Además, los AGCM no precisan ser reesterificados en la mucosa intestinal para ser absorbidos, sino que son transportados por la vena porta. Vale mencionar que la velocidad del flujo sanguíneo portal es 250 veces mayor al linfático, motivo por el cual los AGCM son absorbidos con mayor rapidez (López y otros, citados por Sáyago y otros) (2).

Prevención de la anemia

Con relación al Fe, el contenido natural de este mineral en la leche de vaca es deficiente. Vale destacar que, del total del Fe ingerido, solo una pequeña fracción es absorbida por el intestino para ser utilizada por el organismo. La absorción del Fe depende, entre otros factores, del contenido del mineral en el alimento, la biodisponibilidad y de sus depósitos en el organismo. La biodisponibilidad está condicionada por la solubilidad y otras sustancias incluidas en el alimento que la favorecen o la inhiben. Según el origen del alimento, se puede decir que existen dos tipos de Fe, no hemínico⁵ y hemínico,⁶ que tienen mecanismos diferentes de absorción. La leche de cabra vehiculiza hierro no hemínico, que representa la mayor parte del hierro alimentario (> al 85 %), aunque el hemínico es absorbido de 2 a 3 veces más que el no hemínico. López-Aliaga y otros (2000), citados por J. Díaz Castro (3), estudiaron el efecto de las leches de cabra y vaca sobre la utilización digestiva y metabólica de Fe y Ca, usando como control una dieta estándar (sin leche). Dicha utilización digestiva del Fe y el Ca, así como el depósito en órganos diana, fue superior en los animales cuyas dietas estaban basadas en leche de cabra.

Alferez y otros (2006), mencionados por Díaz Castro (3), han realizado estudios con el propósito de evaluar los efectos de las dietas a base de leche de vaca o cabra en el aprovechamiento nutritivo del Fe, su depósito en los órganos diana y su impacto en los parámetros hemáticos.

5 El hierro no hemínico se encuentra principalmente en los vegetales, los productos lácteos y los productos fortificados con hierro.

6 El hierro hemínico proviene esencialmente de la hemoglobina y mioglobina que están contenidas en las carnes rojas, de ave y de pescado.

Los resultados obtenidos revelan que en las dietas a base de leche de cabra es mejor la biodisponibilidad del Fe, tanto en los grupos control como en aquellos que padecían anemia, por lo que los investigadores concluyeron que, bajo condiciones experimentales, esta leche mejora la biodisponibilidad del Fe y aumenta su utilización metabólica y digestiva.

Unos de los factores positivos para la absorción del Fe de la leche de cabra serían la solubilidad de las proteínas y el origen (animal), a los que se les suma el de la calidad particular de la grasa. En relación con esta, la mayor velocidad en la absorción de los AGCM en el intestino contribuiría a incrementar la síntesis de proteínas transportadoras del Fe y, por lo tanto, mejoraría la absorción de este mineral. Otro factor potencial a tener en cuenta en la leche de cabra como favorecedor de la biodisponibilidad del Fe es el contenido de vitamina A; según Díaz Castro (3), la vitamina A puede movilizar el Fe de los depósitos, para su posterior uso en la síntesis de hemoglobina.

Prevención de la hipertensión arterial

A la leche de cabra se le atribuyen, además, propiedades funcionales particularmente vinculadas a la prevención de la hipertensión. Las proteínas de la leche de cabra y de vaca son consideradas una fuente valiosa de ingredientes funcionales. Entre ellos, se han descrito péptidos antihipertensivos que modulan la tensión arterial mediante inhibición de la enzima convertidora de angiotensina (ACE por su sigla en inglés) y que se originan por la hidrólisis enzimática de caseínas y proteínas séricas caprinas (6). Un estudio clínico demostró que el consumo de yogur de leche de cabra redujo tanto la presión arterial sistólica como la diastólica, lo que puede constituir una importante ayuda para el control de la presión arterial. El mismo trabajo recomienda realizar nuevos estudios para determinar el agente y la concentración efectiva de péptidos en el hidrolizado del lactosuero que otorgan la actividad antihipertensiva *in vivo* (8).

Efecto neutro o potencialmente preventivo de la enfermedad cardiovascular

Evidencias clínicas y epidemiológicas han conectado las dietas ricas en grasa saturada con la obesidad, el cáncer y la enfermedad cardiovascular (ECV) (9). Los avances en el conocimiento científico han permitido comprender si el tipo de grasa ingerida (saturada, monoinsaturada o poliinsaturada) se asocia o no a un mayor riesgo de una ECV, pero no existen evidencias probables o convincentes que relacionen la grasa total de la alimentación con esta o el cáncer (10).

Si se considera el tipo de grasa, con respecto a los ácidos grasos saturados (AGS), no todos tienen el mismo efecto sobre el perfil lipídico y el riesgo de ECV (11).

Es importante destacar, en primera instancia, que los AGS tienen una estructura lineal de átomos de carbono, unidos por enlaces simples; estos abundan en los animales terrestres, principalmente en los mamíferos, así como en aceites vegetales (coco y palma). Los AGS pueden ser de cadena corta (de 3 a 7 carbonos), media (de 8 a 13 carbonos), larga (de 14 a 20 carbonos) o muy larga (con 21 o más átomos de carbono) (10).

la leche de cabra se destaca, por una parte, por contener una mayor proporción de ácidos grasos de cadena media (AGCM): los principales son el ácido graso caprílico y el cáprico, los cuales están siendo estudiados debido a diversos efectos metabólicos positivos. ensayos biológicos en ratas han demostrado que el consumo de leche de cabra (rica en AGCM) incrementa la secreción biliar de colesterol y disminuye la colesterolemia y la trigliceridemia (2). estos efectos se han atribuido a una menor absorción y síntesis endógena de colesterol, inducida por los AGCM presentes en la leche de cabra. otro estudio determinó que el consumo de la leche de cabra produce una reducción en los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL en inglés), LDL-colesterol, manteniendo dentro de los rangos fisiológicos los niveles de triglicéridos (TG) y de lipoproteínas de alta densidad (HDL en inglés), HDL-colesterol (12).

Otros trabajos plantean que los AGCM, como el caprílico y el cáprico, no tienen consecuencia sobre los niveles de

colesterol en sangre y que, por lo tanto, no inciden en el riesgo cardiovascular (11, 13). Si bien no hay un efecto positivo para la prevención de la ECV, esto es favorable, ya que no ejercen uno negativo, como otras grasas saturadas de mayor longitud.

Por otra parte, la leche de cabra es un alimento fuente de ácido linoleico conjugado (CLA en inglés), al cual se le atribuyen resultados metabólicos beneficiosos, hipolipemiantes y antiaterogénicos, que se han comprobado en varios modelos animales, entre los que se menciona la reducción del contenido de grasa corporal total en la ECV, en el metabolismo de las lipoproteínas, específicamente de las HDL (14). También se asocia a un efecto preventivo del CLA, particularmente en el cáncer mamario (15).

Prevención y tratamiento del síndrome metabólico, de la obesidad y la diabetes tipo 2

Estudios experimentales demuestran que los AGCM, provenientes de la dieta, y los TAG (CON AGCM) presentan una baja tendencia a acumularse en el tejido adiposo, debido al aumento de la termogénesis y de la oxidación de grasas en sujetos animales y humanos. Además, varios informes sugieren que estos ácidos grasos y los TAG ofrecen la ventaja terapéutica de preservar la sensibilidad a la insulina en modelos animales y en pacientes con diabetes tipo 2 (16, 17). Lo dicho anteriormente puede considerarse para la prevención y el tratamiento del síndrome metabólico.

En otros estudios de tipo agudo y crónico, se ha observado que la sensibilidad a la insulina se incrementa con los AGCM, por lo que los alimentos ricos en ellos, como la leche de cabra, serían recomendables frente a los que contienen más AGS de cadena larga. Esto es debido, probablemente, a una respuesta hiperinsulinémica adjudicada a los efectos estimulantes de los AGCM ingeridos sobre las células beta de los islotes de Langerhans o a la formación hepática de cuerpos cetónicos (18).

Debido a su rápida absorción, los TG de cadena media también han sido utilizados en la prevención de la obesidad. Los AG derivados de estos TG son rápidamente oxidados en el hígado, por lo que estimulan la saciedad de forma

rápida, presentando también una baja tendencia a depositarse en el tejido adiposo (17) facilitando el control de peso (19) sin modificar el aporte energético. Cabe mencionar que estos efectos se identifican en los ácidos grasos de Cadena Media (AGCM) y no necesariamente en la leche de cabra que está conformada por una matriz más compleja de compuestos lipídicos.

Además, se les confieren propiedades vinculadas al aumento del efecto termogénico, de la oxidación lipídica y la producción de calor, que resulta en un balance energético negativo, lo cual promovería la oxidación lipídica y el control de peso, aunque la ingesta energética permanezca a un nivel constante. También se les atribuye un efecto en la lipólisis y un aumento de la saciedad como consecuencia de mecanismos posabsortivos, debido al incremento de los ácidos grasos libres y cuerpos cetónicos que producen, lo que, simultáneamente, disminuiría la lipogénesis, la grasa corporal y, así, el peso (3).

Estudios de alergenidad a las proteínas de la leche de cabra

Algunos autores indican que aproximadamente el 40 % de todos los pacientes que son sensibles a las proteínas lácteas de vaca toleran las de cabra (20, 21).

Los resultados de otros estudios muestran cómo ciertas proteínas bovinas dan lugar a una mayor incidencia positiva en los tests de sensibilidad cutánea, frente a las de origen caprino (22).

Las investigaciones tendientes a determinar la posible hipoalergenidad de la leche de cabra frente a la de vaca exponen dos direcciones diferentes. En primer lugar, se intenta definir, comparativamente, la alergenidad y la reactividad cruzada de las proteínas de ambos tipos de leche, utilizando distintos modelos experimentales. En segundo lugar, lo que se pretende es llegar a establecer la alergenidad de la leche de vaca en relación con los diversos tipos de leche de cabra, en razón de su diferente composición proteica.

De acuerdo con la primera vía indicada, Lara-Villoslada y otros (2004), en María Remedios Sanz Sampelayo y otros (22), determinaron la alergenidad en ratones, tanto con

la ingesta de leche de vaca como de cabra. Los animales se sensibilizaban intragástricamente con ambos tipos de leche, pero los sensibilizados con la leche de vaca presentaban ciertas reacciones clínicas más intensas con respecto a la de cabra. A pesar de esto, en opinión de los autores, se necesitan abordar otros aspectos con objeto de poner claramente de manifiesto si la leche de cabra puede considerarse una alternativa apropiada a la de vaca, sobre todo para las fórmulas lácteas infantiles.

El énfasis en las investigaciones se vienen orientando hacia tratar de conocer qué componente o componentes proteicos son los que se encuentran involucrados en esta menor alergenicidad.

En cuanto a la vía señalada en segundo lugar, resulta interesante el enfoque de Haenlein (2004), citado por Sanz Sampelayo (22), que establece que el polimorfismo genético existente es el que determina una gran diversidad en la composición proteica de la leche, en relación tanto con las caseínas como con las proteínas séricas, lo que hace aún más complejo el problema asociado a la alergenicidad de las proteínas de la leche de vaca, en razón de lo complicado que aparenta ser la identificación de la o las proteínas que, de una manera especial, resultan ser las responsables de la reacción alérgica. Sin embargo, se ha indicado cómo esta diversidad genética en la composición proteica de la leche podría ser una ayuda en el fin de detectar qué proteína es la que actúa como alérgeno. Bevilacqua y otros (2000), en Sanz Sampelayo (22), plantean, por primera vez, el supuesto de que la alergenicidad de la leche de cabra podría variar según ciertos aspectos específicos ligados a la composición proteica, que quedarían establecidos de acuerdo con la variedad genética animal. Concretamente, se asociaría al polimorfismo de la α S1-caseína, fracción presente siempre en la leche de vaca y cuyo nivel en la de cabra puede variar considerablemente e, incluso, resultar nulo. El gen mayor de la α S1-caseína presenta, en la cabra, un inusual y elevado polimorfismo genético, con 18 formas alélicas (Sacchi y otros, 2005, citados por Sanz Sampelayo), rasgo que ha sido ampliamente estudiado desde los años ochenta. Sanz Sampelayo informa que la sustitución de la leche de vaca por la de cabra en

las situaciones de alergenicidad a la primera demuestra que, en un 40 % de los casos, los sujetos desarrollan una tolerancia normal a la proteína de la nueva leche. Los motivos que determinan que dicha sustitución no funcione en un 100 % podría deberse al polimorfismo genético vinculado a la proteína. En este sentido, Bevilacqua y otros (Sanz Sampelayo) (22) investigaron en cobayas la alergenicidad de una leche de vaca frente a diferentes tipos de leche de cabra en razón de su composición proteica. De los resultados obtenidos, los autores indican que las discrepancias encontradas a nivel clínico sobre la efectividad de sustituir la leche de vaca en los casos de alergia a esta por la de cabra podrían estar, debido al polimorfismo genético, asociadas a los niveles de α S1-caseína. Los animales utilizados mostraron una reacción alérgica a la leche de cabra que tenía, en su composición, la fracción α S1-caseína, similar a la originada por la de vaca. Por el contrario, los animales que habían consumido la leche de cabra que en vez de α S1-caseína poseían α S2-caseína manifestaron una reacción alérgica solo en el 40 % de los casos, lo que, en opinión de los autores, apuntaría a considerar la leche de cabra carente de α S1-caseína como hipoalergénica respecto de otros tipos. En estos estudios, se comenta, igualmente, cómo la mayor digestibilidad que la proteína de la leche de cabra carente en α S1-caseína muestra frente a la de otros tipos de leche de esta misma especie podría ser la causa de su menor capacidad sensibilizadora.

Como exhibe el desarrollo de esta sección, si bien hay líneas de investigación que tienen el objetivo de estudiar la sustitución de las proteínas de la leche de vaca por otras fuentes lácteas como la de cabra, estos trabajos son aún incipientes.

Tolerancia a la lactosa de la leche de cabra

En cuanto a la mayor tolerancia a la lactosa de la leche de cabra, parece que ello puede ser debido a su mayor digestibilidad en oposición a la de la leche de vaca, por lo que puede existir, en este sentido, una interacción entre cantidad y calidad de la proteína y la naturaleza de su coagulación, y, en consecuencia, tasas más adecuadas de liberación de nutrientes, desde el estómago al intesti-

no, que optimizarían la utilización digestiva de la lactosa. La intolerancia a la lactosa no implica la no ingestión de algunos productos lácteos, ya que se pueden consumir preparados con lactosa hidrolizada o queso, que pierde la mayoría del mencionado azúcar en el desuerado, así como otros productos fermentados (23). Según estudios de la Universidad de Granada (24), la leche de cabra, al tener mayor digestibilidad, podría ser tolerada por algunos individuos con intolerancia.

Referencias bibliográficas

1. MAZZA G, QUIÑONES H., *Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y de procesado*. Zaragoza. Acribia. 2000
2. SÁYAGO AYERDI, S. G., y otros, *Utilidad y controversias del consumo de ácidos grasos de cadena media sobre el metabolismo lipoproteico y la obesidad* [EN LÍNEA], 2008, disponible en: <<http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/4028.pdf>>, consultado el 28 de setiembre de 2013.
3. DÍAZ CASTRO, J., *Efecto de la leche de cabra o vaca enriquecida o no con calcio, sobre labiodisponibilidad de hierro, calcio, fósforo y magnesio en situación de anemia ferropénica nutricional* [EN LÍNEA], Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Granada, 2007, disponible en: <<http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/1467/1/16631341.pdf>>, citado el 10 de octubre de 2013.
4. CHACÓN VILLALOBOS, A., *Aspectos nutricionales de la leche de cabra (Capra hircus) y sus variaciones en el proceso agroindustrial* [EN LÍNEA], Universidad de Costa Rica, 2005, disponible en: <http://www.mag.go.cr/rev_meso/v16n02_239.pdf>, consultado el 9 de julio de 2013.
5. SANZ CEBALLOS, L., y otros, *¿Puede considerarse diferente la calidad de la proteína y grasa de la leche de cabra y vaca?* [EN LÍNEA], 2008, disponible en: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/4045/12_ANALES_2008_sanz_ceballos.pdf?sequence=1>, consultado el 30 de julio de 2013.
6. GUADIX, E., y otros, *Diseñan compuestos saludables a partir de la leche de cabra* [EN LÍNEA], disponible en: <www.europa-press.es/.../noticia-disenan-compuestos-saludables>, consultado el 30 de julio de 2013.
7. VALENZUELA, A., *Digestión y absorción de los lípidos*, diplomado de Grasas y Aceites en la Nutrición Humana, INTA, Santiago de Chile, 2007.
8. ALVARADO, C., *Aislamiento y aplicación de péptidos bioactivos del lactosuero en un yogur funcional* [EN LÍNEA], tesis doctoral, doctorado en Ciencia de Alimentos y Nutrición, Universidad Simón Bolívar, 2012, disponible en: <159.90.80.55/tesis/000155782.pdf>.
9. FONTECHA, J., «Lípidos funcionales en la dieta», en *Alimentos saludables y diseño específico*, Instituto Tomás Pascual, Universidad Internacional de Andalucía, Madrid, 2010.
10. FAO/FINUT, *Grasas y ácidos grasos en la nutrición humana*, 2012.
11. TORREJÓN, C., y UAUY, R., «Calidad de la grasa, arterioesclerosis y enfermedad coronaria, efectos de los ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans», en *Rev Med Chile*, vol. 139, Santiago, julio de 2011, pp. 924-931.

12. LÓPEZ ALIAGA, I; ALFEREZ, M.; NESTARES, M.; ROS, P. B.; BARRIONUEVO, M., y CAMPOS, M., «Goat Milk Feeding Causes an Increase in Biliary Secretion of Cholesterol and a Decrease in Plasma Cholesterol Levels in Rats», en *American Dairy Science Association, J Dairy Sci*, vol. 88, Granada, marzo de 2005, pp. 1024-1030.
13. JUÁREZ, M.; DE LA FUENTE, M., y FONTECHA, J., «Los nutrientes de la leche en la salud cardiovascular», en *Nutr Hosp*, vol. 31, n.º 2, Madrid, febrero de 2015, pp. 26-32.
14. OBREGÓN, A., y VALENZUELA, A., «Ácido linoleico conjugado (ALC), metabolismo de lípidos y enfermedad cardiovascular» [EN LÍNEA], en *Rev Chil Nutr*, vol. 36, n.º 3, [ciudad], setiembre de 2009, disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/similar.php?lang=es&text=Factors%20affecting%20conjugated%20linoleic%20acid%20\(CLA\)%20content%20in%20milk,%20meat,%20and%20egg:%20A%20review%20BNEFICIOS](http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/similar.php?lang=es&text=Factors%20affecting%20conjugated%20linoleic%20acid%20(CLA)%20content%20in%20milk,%20meat,%20and%20egg:%20A%20review%20BNEFICIOS)>, consultado el 20 de agosto de 2012.
15. ARO, A., y otros, «Inverse Association between Dietary and Serum Conjugated Linolenic Acid and Risk of Breast Cancer in Post-Menopausal Women», en *Nutrcancer*, vol. 38, Helsinki, noviembre de 2009, pp. 151-157.
16. CALVO, M., y otros, «Grasa láctea: una fuente natural de compuestos bioactivos», en *Alim Nutri Salud*, vol. 21, n.º 3, Madrid, setiembre-diciembre de 2014, pp. 57-63.
17. NAGAO, K., y YANAGITA, T., «Medium-Chain Fatty Acids: Functional Lipids for the Prevention and Treatment of the Metabolic Syndrome», en *Pharmacological Research*, vol. 61, Saga, marzo de 2010, pp. 208-212.
18. VALENZUELA, R., y VALENZUELA, A., «Valor nutricional de la grasa láctea», en *Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la Leche*. Editado por Federación Panamericana de Lechería (FEPALE), Montevideo, 2014, pp 99-104.
19. PÉREZ-GUISADO, J., «Los triglicéridos de cadena media, agentes para perder peso, inducir la cetosis y mejorar la salud general», en *Rev Española de Obesidad*, vol. 8, n.º 3, Córdoba, mayo-junio de 2010, pp. 124-129.
20. RIBEIRO, A., y RIBEIRO, S., «Specialty Products Made from Goat Milk», en *Small Ruminant Research*, vol. 89, San Pablo, abril de 2010, pp. 225-233.
21. HAENLEIN, G., «Past, Present, and Future Perspectives of Small Ruminant Dairy Res», en *Journal of Dairy Science*, vol. 84, Delaware, setiembre de 2001, pp. 2097-2115.
22. SANZ SAMPELAYO, M., y otros, «Alergia a las proteínas de la leche: ¿puede considerarse la leche de cabra hipoalérgica respecto a la de vaca?», en *Anales Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, vol. 19, n.º 1, Granada, diciembre de 2006, pp. 79-9.

23. BOZA, J., y SANZ SAMPELAYO, M. R., «Aspectos nutricionales de la leche de cabra.» [EN LÍNEA], en *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental (ACVAO)*, vol. 10, Granada, diciembre de 1997, pp. 109-139, disponible en: <<http://www.insacan.org/racvao/anales/1997/articulos/10-1997-07.pdf>>, consultado el 12 de junio de 2013.
24. MUÑOZ, M. J., Departamento de Fisiología e Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos José Mataix, Universidad de Granada, enero de 2011, disponible en: <secretariageneral.ugr.es/Noticias>.

Sobre los autores

SILVIA BENTANCOR

Licenciada en Nutrición, Docente Asistente de la Unidad del Nivel Profesional de la Licenciatura en Nutrición en la Escuela de Nutrición, Udelar.

BELÉN CALLORDA

Licenciada en Nutrición, Ayudante de la Unidad del Nivel Profesional de la Licenciatura en Nutrición en la Escuela de Nutrición, Udelar.

SILVANA CARRO

Docente Adjunta del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Leche en la Facultad de Veterinaria, Udelar.

MARTA ELICHALT

Magíster Licenciada en Nutrición, Docente Agregada de la Unidad del Nivel Profesional de la Licenciatura en Nutrición en la Escuela de Nutrición, Udelar.

DANIELA ESCOBAR

Ingeniera Química, Gerenta de I+D+I, Laboratorio Tecnológico del Uruguay (Latu), Uruguay.

LUISA GÓMEZ

Docente de la cátedra de Producción Animal II (Grupo Caprinos), Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe (Argentina).

LUCÍA GRILLE

Dra. en Ciencias Veterinarias, MSc, Asistente del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Leche en la Facultad de Veterinaria, CENUR Litoral, Udelar.

CLAUDIO IGLESIAS

Magister en Nutrición, Doctor Gastroenterólogo Pediatra, Jefe del Servicio de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica en el Centro Hospitalario Pereira Rossell.

ÁNGEL JUÁREZ

Docente de la cátedra de Producción Animal II (Grupo Caprinos), Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe (Argentina).

SILVIA LISSMANN

Magister en Nutrición, Doctora Gastroenteróloga, Docente Adjunta del Departamento de Nutrición Clínica en la Escuela de Nutrición, Udelar.

Docente Adjunta en Medicina Interna, Clínica Médica A, Unidad de Prevención Secundaria (UPS) Facultad de Medicina, Udelar.

MARÍA JACQUELINE LUCAS

Licenciada en Nutrición, Docente del Departamento de Nutrición Básica, Escuela de Nutrición, Udelar.

MARINA MOIRANO

Magister, Licenciada en Nutrición. Docente Adjunta del Departamento de Nutrición Clínica, Escuela de Nutrición, Udelar

SEBASTIÁN PALMERO

Docente de la cátedra de Producción Animal II (Grupo Caprinos), Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe (Argentina).

FABIANA PEREGALLI

Magister en Nutrición, Licenciada en Nutrición, Servicio de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición, Centro Hospitalario Pereira Rossell.

SANDRA ZIBIL

Ingeniera Agrónoma de la Dirección de Desarrollo Rural, Intendencia Departamental de Paysandú.

OMAR ZORATTI

Docente del grupo de estudios dirigido Grupo Caprinos de la Cátedra de Producción Animal II, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe (Argentina).

PALABRAS FINALES

El gran desarrollo del conocimiento en los últimos años y los requerimientos, en todos los ámbitos, de una sociedad que afronta importantes procesos de cambio demandan a sus integrantes fuertes exigencias de renovación, actualización, capacitación y perfeccionamiento.

En 1994 la Universidad de la República crea, a propuesta de los egresados, el Programa de Educación Permanente, y desde 2012 lo abre a una educación para todos a lo largo de la vida.

El Programa de Educación Permanente de la Universidad de la República tiene como principales objetivos realizar actividades dirigidas a mejorar la práctica profesional y laboral y generar instancias de formación en valores, en ciudadanía y en desarrollo cultural y democrático. Se puede acceder a más información sobre este a través del sitio web: <www.eduper.edu.uy>.

Por una parte, el Programa organiza una oferta estable, pero cambiante año a año, de actividades cortas de difusión cultural, actualización, perfeccionamiento, nivelación, reorientación, complementación curricular o especialización no formal para profesionales, trabajadores, empresarios o público en general. También se realizan cursos y actividades formativas a medida para grupos de profesionales, trabajadores, empresarios o público que así lo solicite.

Por otra parte, se propone fortalecer redes educativas que les faciliten a los interesados la reinserción educativa y la culminación de ciclos curriculares. También pretende favorecer la continuidad de acceso a actividades de capacita-

ción, ya sea en la Universidad de la República o en otras instituciones educativas.

La presente publicación ha sido financiada y gestionada a través de la convocatoria de la Comisión Sectorial de Educación Permanente (CSEP) para el Apoyo a la Publicación o Edición de Material Educativo como Producto de las Actividades de Educación Permanente. Esta Comisión efectúa un llamado anual a los servicios y dependencias universitarias interesadas en publicar contenidos de los cursos y actividades, tanto en soporte papel (libros e impresos) como digital (audiovisual o multimedia). De esta manera, la CSEP contribuye a incrementar la divulgación de contenidos generados en cursos y actividades del Programa de Educación Permanente.



SD

**ÁREA CIENCIAS
DE LA SALUD**

Este libro es producto del taller organizado por la Escuela de Nutrición y el Centro Universitario de Paysandú para productores caprinos.

Se relatan experiencias de enseñanza y extensión, líneas de investigación nacionales y revisión bibliográfica del tema con el objetivo de posicionar la producción caprina láctea en sus potencialidades y desafíos.

Los autores son docentes de la Unidad del Nivel Profesional del Departamento de Nutrición Básica y de Nutrición Clínica de la Escuela de Nutrición, de la Unidad de Prevención Secundaria (Clínica Médica A) de la Facultad de Medicina, del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Leche de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República, docentes y estudiantes de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Litoral, Santa Fe (Argentina). Además profesionales de la Intendencia Departamental de Paysandú y del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) y del Servicio de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica en el Centro Hospitalario Pereira Rossell.

COEDITORES Y AUSPICIANTES DE LA PUBLICACIÓN



ISBN: 978-9974-0-1393-3



9 789974 013933