



# Calidad y seguridad de la leche cruda de vaca producida en Panamá

## Quality and safety of raw cow's milk produced in Panama

Pablo Montero-Prado <sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Panamá

[pablo.montero@utp.ac.pa](mailto:pablo.montero@utp.ac.pa)

Fecha de recepción: 5 de agosto de 2021; Fecha de aprobación: 27 de febrero de 2022.

\***Autor de correspondencia:** Pablo Montero-Prado ([pablo.montero@utp.ac.pa](mailto:pablo.montero@utp.ac.pa))

**RESUMEN.** La leche proporciona nutrientes esenciales y es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas. Contribuye considerablemente a la ingestión necesaria de nutrientes como el calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B12 y ácido pantoténico. El consumo de este alimento puede representar diferencias en la calidad de las dietas de las personas sin acceso a una nutrición adecuada, especialmente entre los niños. La composición de la leche varía de acuerdo con la incidencia de múltiples factores como la raza, tiempo de lactancia, alimentación, genética, condición climática, estado de salud y estrés de los animales, etc. La calidad y seguridad de la leche cruda de vaca puede verse perjudicada por diferentes razones, microorganismos, residuos químicos y otros contaminantes, lo que incide significativamente sobre la salud pública. El incremento de microorganismos en la leche causa importantes pérdidas. Actualmente, existe muy poca o ninguna publicación o referencia a nivel nacional que indique una caracterización de calidad de la leche cruda de vaca según su condición fisicoquímica, ni microbiológica. No obstante, los escasos trabajos existentes evidencian condiciones que requieren un mayor estudio y seguimiento para considerar el estado general de los hatos lecheros del país. De lo anterior, se desprende la necesidad de realizar estudios de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i), que permitan establecer las condiciones de calidad de la leche que se produce en el país y correlacionar esta condición a los parámetros de calidad establecidos internacionalmente.

**Palabras clave.** *Leche cruda de vaca, calidad de leche, parámetros fisicoquímicos, composición, microbiología.*

**ABSTRACT.** Milk provides essential nutrients and is an important source of dietary energy, high-quality protein, and fat. It contributes considerably to the necessary intake of nutrients such as calcium, magnesium, selenium, riboflavin, vitamin B12 and pantothenic acid. The consumption of this food can represent differences in the quality of the diets of people without access to adequate nutrition, especially among children. The composition of milk varies according to the incidence of multiple factors such as breed, lactation time, feeding, genetics, climatic condition, health status and stress of the animals, etc. The quality and safety of raw cow's milk can be affected by varied reasons, microorganisms, chemical residues, and other contaminants, which significantly affects public health. The increase of microorganisms in milk causes significant losses. Currently, there is very little or no publication or reference at the national level that indicates a quality characterization of raw cow's milk according to its physicochemical, or microbiological condition. However, the few existing studies show conditions that require further study and monitoring to consider the general state of the country's dairy herds. From the above, it is clear the need to conduct research, development and innovation (R & D & i) studies, which make it possible to establish the quality conditions of the milk produced in the country and correlate this condition with the internationally established quality parameters.

**Keywords.** *Raw cow's milk, milk quality, physic-chemical parameters, composition, microbiology.*

### 1. Introducción

La leche es el único material producido por la naturaleza que funciona exclusivamente como fuente de alimento, ya que constituye una fuente nutricional completa, no superada por ninguna otra conocida por el

ser humano [1]. La leche es uno de los fluidos biológicos más complejos y de significativa importancia como alimento básico a nivel mundial debido a la riqueza nutritiva de sus componentes [2]. En esencia, la leche es la secreción de las glándulas mamarias de mamíferos,

cuyo principal objetivo es la nutrición de las crías. Los principales animales que proveen leche para consumo humano son las vacas, búfalas, cabras y ovejas, ya sea en su condición natural o mediante una amplia gama de productos lácteos [3], [4].

La leche proporciona nutrientes esenciales y es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas. La leche puede contribuir considerablemente a la ingestión necesaria de nutrientes como el calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B12 y ácido pantoténico. La leche y los productos lácteos son alimentos ricos en nutrientes y su consumo puede hacer más diversa las dietas basadas principalmente en el consumo de vegetales. La leche de origen animal puede desempeñar un papel importante, principalmente, en las dietas de los niños en poblaciones con bajo nivel de ingestión de grasas y acceso limitado a otros alimentos de origen animal. El consumo de este alimento, puede representar diferencias en la calidad de las dietas de las personas sin acceso a una nutrición adecuada, especialmente entre los niños [5]. En este sentido, en los últimos años, la producción mundial de leche supera los 600 millones de toneladas anuales según la Dirección de Estadística de la FAO [6]. Los principales productores son los países de la Unión Europea, Estados Unidos y la Federación de Rusia, que aportan alrededor del 45%.

## 2. Composición

La leche está constituida principalmente de sales diluidas, azúcar simple, minerales, vitaminas, grasa y proteínas. La composición de la leche no es constante, debido a que esta secreción es sensible a influencias fisiológicas de los animales productores [3], [7], [8]. Incluso, es posible observar variaciones de composición de un ordeño a otro en el mismo animal [4], [8]. Esto indica, la necesidad de llevar a cabo constantes monitoreos y controles para asegurar el mantenimiento de niveles óptimos de calidad de esta. Se han realizado múltiples estudios, buscando establecer las condiciones de influyen sobre la composición y la calidad de la leche. Entre ellos, destacan:

### A. Factores naturales

a. **Etapa de lactancia:** Dado que la producción de leche es iniciada específicamente por el nacimiento de un nuevo individuo. Este hecho, regula las características

de la leche producida para satisfacer las necesidades en las diferentes etapas de los recién nacidos. Actualmente, este periodo puede alcanzar alrededor de 300 días divididos en diferentes etapas de lactancia [8], [9].

b. **Estacionalidad:** Las variaciones climáticas causan suficiente estrés en los animales productores como para afectar el proceso de producción de leche, sobre todo en las concentraciones de sus múltiples componentes. Considerando que los cambios estacionales causan afectaciones como el aumento de los niveles de calor, variaciones de los niveles de humedad, etc. [7], [10].

c. **Alimentación:** Considerando que los componentes de la leche se producen a partir de los elementos adquiridos por la dieta de los animales. Es de esperar, que las características de la alimentación y el estado nutricional de los mismos, influya significativamente en la composición final de la leche [3], [7], [8].

d. **Factores genéticos:** Existen múltiples estudios realizados que indican que la heredabilidad genética influye en diferentes propiedades relacionadas a la leche producida, por ejemplo, los niveles de producción de leche, minerales, composición de grasas y proteínas, etc. [7], [8], [11]–[13].

e. **Raza:** Una amplia variedad de estudios han encontrado que las diferentes razas de vacas difieren en el rendimiento y composición de la leche que producen, debido principalmente a diferencias en la capacidad de síntesis entre las diferentes razas [8], [11], [14], [15].

### B. Otras causas

a. **Microbiología:** El impacto producido por la proliferación de microorganismos suelen ser los más notorios. Sobre salen, la disminución del pH por la transformación de la Lactosa en ácido láctico, la lipólisis y proteólisis, que afectan directamente las propiedades físico-químicas de la leche [4], [16], [17].

b. **Mastitis y recuento de células somáticas:** La presencia de células somáticas en la leche puede ser considerado normal hasta ciertos niveles. Sin embargo, un aumento considerable de las mismas, debido a la incidencia de mastitis, genera importantes pérdidas desde la disminución de la producción de leche, hasta la muerte y sacrificio de los animales [18]–[21].

c. **Contaminación:** La composición y calidad de la leche puede verse afectada además, por la presencia

de contaminantes como antibióticos, adulterantes, residuos y aditivos químicos, contaminación ambiental, degradación de los nutrientes [22–24].

### 3. Características de calidad

En la actualidad, la clasificación global de la leche implica entre otras variables fisicoquímicas como Densidad (D), pH, Grasa (F), Sólidos no Grasos (SNF), Sólidos Totales (ST), Lactosa (L) y Proteína (P). Por otro lado, se evalúan los niveles microbiológicos y contenido de células somáticas como parámetros de calidad de la leche cruda de vaca [9], [21], [24–27]. La leche cruda de vaca es la leche que después de ser ordeñada no ha sufrido procesos de transformación ni pasteurización [25], [28].

No obstante, el mayor impacto del deterioro de su calidad se debe principalmente al incremento de contaminación microbiológica [7], [17], [24], [26], [29]. Mantener una calidad microbiana óptima de la leche incide significativamente sobre la salud pública. Además, también es importante para evitar pérdidas de producción y lograr una vida útil óptima de los productos lácteos [17], [30–33]. Es necesario garantizar una buena calidad de la leche cruda, para esto, se desarrollan sistemas que garanticen esta calidad. Estos sistemas, establecen esquemas bacteriológicos en los sistemas de producción de leche cruda de vaca [7], [17], [26], [32], [34].

### 4. Afectaciones microbiológicas

El incremento de la presencia de microorganismos en la leche causa importantes pérdidas en las ganaderías lecheras. Como consecuencia directa del aumento de microorganismos en la glándula mamaria, origina la presencia de la mastitis [3], [24], [26]. Esta enfermedad, afecta la mayoría de los mamíferos, consiste en la inflamación de las glándulas mamarias causada principalmente por infección por patógenos bacterianos [19], [21], [24], [26], [35].

La mastitis se caracteriza por una amplia variedad de cambios fisico-químicos y bacteriológicos en la leche, que afectan la calidad y características de la misma, condiciones estas que varían dependiendo de la gravedad de la inflamación, los agentes causales y las lesiones producidas, la eficacia del tratamiento, el nivel de

producción y la etapa de lactancia [35], [36]. La mastitis en bovinos es una de las enfermedades de los rebaños lecheros más costosas, considerando que da como resultado el aumento en los costos de producción y la disminución de la productividad. Aunque estos costos varían de acuerdo al lugar, se estima un promedio de pérdidas por cada episodio de la enfermedad de 179.00 USD por animal [35], [37–40]. Por otro lado, existe el peligro de que la contaminación bacteriana de la leche de las vacas afectadas pueda hacerla inadecuada para el consumo humano al causar intoxicación alimentaria o interferir con los procesos de fabricación o, en casos raros, proporcionar un mecanismo de propagación de enfermedades a los humanos [35].

El efecto negativo que causa la mastitis sobre la actividad lechera se debe a la amplia incidencia de la enfermedad. Considerando que al manifestarse la misma, se refleja una calidad higiénica, nutritiva y organoléptica de reduce significativamente, incluso, se refleja un aumento de los patógenos y células somáticas presentes en la leche, lo que aumenta la cantidad de leche que debe ser descartada, y la pérdida de calidad de productos procesados [5], [35], [36], [39], [41], [42]. Además de esto, diversos estudios demuestran que la incidencia de mastitis genera directamente pérdidas adicionales debido a la sustitución, muerte y sacrificio de los animales potencialmente rentables; daños irreversibles en el tejido secretor de leche de la ubre; la disminución de la ganancia genética; y la significativa reducción de la capacidad y eficiencia reproductiva y la transmisión de la enfermedad de vaca a vaca dentro de los rebaños [18–21], [39], [43–46]. De acuerdo al avance y desarrollo de la mastitis, esta puede presentarse de dos formas, como Mastitis Clínica y Mastitis Sub-clínica [26], [35], [40], [47].

La mastitis clínica es la inflamación en grados variables de la glándula mamaria, que da lugar a anomalías visibles de la leche o de la glándula [48], [49]. La mastitis clínica es diagnosticada por la aparición de signos clínicamente reconocibles de calor, dolor, enrojecimiento e hinchazón del cuarto infectado dentro de la ubre y con o sin enfermedad de la vaca [44], [48]. Además de esto, entre los principales medios de detección utilizados están la determinación visual de anomalías importantes en la leche, incluyendo, la

decoloración, leche serosa, la presencia de coágulos, escamas y pus, y la presencia de una gran cantidad de leucocitos [35], [50–53].

Por el contrario, la mastitis sub-clínica, no presenta características visibles que permitan realizar un diagnóstico de la presencia de la enfermedad. Tradicionalmente, para el diagnóstico de una mastitis sub-clínica, es necesaria la realización de cultivos y análisis clínicos a una gran cantidad de muestras de leche [54], [55], los que resulta ser demasiado caro y poco práctico para el uso rutinario [35], [40], [55], [56]. Una amplia cantidad de estudios previos [35], [41], [53], [55], [57–60] destacan la importancia en la detección y control de la mastitis subclínica por diferentes razones: a). Pérdidas debidas al deterioro de la calidad fisicoquímica de leche cruda, su procesamiento y derivados, b). Evolución hacia la mastitis clínica, c). Afectación crónica de la infección, d). Proliferación del contagio hacia otros animales del rebaño.

Se ha demostrado que el poco o ningún monitoreo y diagnóstico periódico del estado de salud de la ubre de los hatos lecheros presentan considerables impactos negativos en la calidad de los productos lácteos que son consumidos por la población y al mismo tiempo, pueden restringir la posibilidad de la exportación de estos productos, todo esto, logrando ser limitado mediante el control de la mastitis subclínica [53], [57], [61–66].

Investigaciones en los países desarrollados, y mayores productores de leche y derivados lácteos han generado y desarrollado diferentes metodologías para intentar identificar la presencia de la mastitis en estado subclínico. Entre ellas, podemos mencionar: a). Conteo de células somáticas; b). Reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (real-time PCR); c). PCR por electroforesis en gel de gradiente desnaturante (PCR-DGGE); d). Cultivos bacteriológicos; e). Diferencial de leucocitos de leche; f). Técnicas proteómicas a través de Cromatografía líquida (LC/MS/MS). [7], [16], [21], [22], [26], [51], [52], [55], [65], [67–79].

De todas estas herramientas, destaca el conteo de células somáticas (SCC), cuyo uso se ha extendido y profundizado en todo el mundo. Las células somáticas son las células provenientes del cuerpo, normalmente se encuentran presentes en la leche en bajas concentraciones. En condiciones normales, la mayoría de

estas células provienen del tejido secretor de la ubre y el resto, son glóbulos blancos (leucocitos) [39], [80]. Al producirse la infección intramamaria, se inicia un proceso de defensa, que induce a que el sistema inmunológico del cuerpo envíe una gran cantidad de glóbulos blancos a la ubre para combatir la infección, incrementando considerablemente la presencia de células somáticas (SCC) en la ubre y en consecuencia, en la leche [35], [39], [80–83].

En múltiples estudios, se utilizan diferentes conceptos para definir la mastitis subclínica. Algunos han considerado un  $SCC > 200,000$  para considerar presencia de mastitis subclínica [51], [55], [71], [84–88]. Otros autores consideraron límites menos conservador,  $SCC > 150,000$  [46], [89–91]; En 2011, Nguyen y otros, establecieron 4 niveles diferenciados de mastitis subclínica: 50,000 a 100,000 células; 100,000 a 200,000 células; 200,000 a 500,000 células; y mayores 500,000 células.

La producción mundial de leche y sus derivados, enfrenta un gran desafío como motor de desarrollo e instrumento para la lucha por lograr la seguridad alimentaria, la inocuidad alimentaria y eventualmente, será blanco del impacto de apertura global de los tratados de libre comercio. Es por esto que a nivel mundial, los países han estado gestionando normativas en cuanto a controlar los niveles de calidad de la leche cruda para enfrentarse a todos estos retos [7], [92]–[95].

## 5. Situación de la leche en Panamá

En Panamá, durante los últimos años, la producción de leche fresca ha sufrido fluctuaciones negativas. En cifras preliminares, en el 2019, la República de Panamá alcanzó una producción de 183 millones de litros, reflejando una disminución del 6% con respecto a los últimos 10 años [96]. La capacidad de satisfacer el consumo local está lejos de lograrse ya que generamos menos del 50% de la demanda. La producción nacional de leche se genera principalmente en pequeñas explotaciones, convirtiéndose en la principal fuente de ingreso de muchas familias. Existen aproximadamente 5.000 productores de leche. De estos, alrededor del 8% generan leche de nivel A, mientras que el 12 y el 80% proporcionan leche de nivel B y C, respectivamente. Según la normativa vigente, la producción de leche en

Panamá recibe una clasificación basada en la calidad de esta, nivel de leche A, nivel B y nivel C o Industrial. Esta clasificación (A, B y C) está relacionada principalmente con la carga bacteriana que tiene la leche: a). Leche de grado A <200.000 bacterias mL<sup>-1</sup>; segundo). Leche de grado B <500.000 bacterias mL<sup>-1</sup>; C). Leche de grado C, leche que no cumple con los parámetros requeridos por la leche de grado A y B [97]. De estas, las provincias Centrales (Coclé, Los Santos, Herrera y Veraguas) y Chiriquí aportan cerca del 85% de la producción nacional [98].

Actualmente, existe muy poca o ninguna publicación o referencia a nivel nacional que indique una caracterización de calidad de la leche cruda de vaca según su condición fisicoquímica, ni microbiológica. Únicamente se logró identificar un informe presentado a la FAO sobre calidad de la leche. El mismo, enfatiza la presencia de proceso infecciosos que afectan la ubre. Reportando un conteo de células somáticas de  $967,181 \pm 499,619$  (células/mL) para leche grado A y  $1,126,844 \pm 581,884$  (células/mL), para leche grado C. En cuanto al conteo bacteriológico, reportó que la leche grado A exhibió un conteo bacteriológico de 645,936 unidades formadoras de colonias (ufc) mL<sup>-1</sup> y la leche grado C, 1,403,740ufc mL<sup>-1</sup> [99].

En estudio realizado en La Chorrera, se demostró que en todas las fincas analizadas (3 fincas, 1155 animales aproximadamente) se mantuvo una incidencia de mastitis subclínica del 20.5%, indistintamente del nivel de tecnificación utilizado [100]. Por otro lado, Chang y otros, encontraron que aproximadamente el 56% de los animales evaluados estaban afectados por mastitis clínica y subclínica. Entre los animales con mastitis clínica, se encontraron pérdidas directas de hasta 30% en la producción de leche grado C [101]. Finalmente, en 2019 se realizó un estudio que permitió establecer rangos de valores indicativos para cada uno de los parámetros fisicoquímicos estudiados. Para todos ellos, se pudo observar una tendencia a que estos valores disminuyan a medida que disminuyen los grados de la leche cruda. Sin embargo, el estudio concluyó que no existen diferencias significativas entre los grados de leche considerados [102]. Esto indica la posibilidad de que la clasificación de la leche bovina en Panamá se debe únicamente al estado microbiológico de la misma.

## 6. Conclusiones

La leche proporciona nutrientes esenciales y es una fuente importante de energía alimentaria, proteínas de alta calidad y grasas. Contribuye considerablemente a la ingestión necesaria de diversos nutrientes. Por lo que el consumo de este alimento puede representar diferencias en la calidad de las dietas de las personas sin acceso a una nutrición adecuada.

La calidad y seguridad de la leche cruda de vaca puede verse perjudicada por diferentes razones, microorganismos, residuos químicos y otros contaminantes, lo que incide significativamente sobre la salud pública. La pérdida de estas condiciones de calidad y seguridad, causa importantes pérdidas económicas, de salud pública, de seguridad alimentaria, etc.

Estas implicaciones y los hallazgos realizados en situaciones puntuales, reafirman la necesidad de estudios de I+D+i que permitan conocer y manejar los niveles reales y específicos que relacionen la incidencia de los parámetros físico-químicos según la clasificación de la leche, la ubicación geográfica de los hatos productores, condiciones climáticas de las diferentes estaciones presentes en Panamá, manejo microbiológico, enfermedades infecciosas de la ubre (mastitis sub-clínica y mastitis clínica) con la presencia de células somáticas presentes en la producción de leche nacional. Esto es necesario para conocer los niveles reales de calidad de la leche cruda de vaca, de manera que las autoridades involucradas puedan tomar decisiones de acción y de normativas.

El desarrollo de estas investigaciones generará el conocimiento adecuado para impulsar, en parte, el cumplimiento de algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. A) Objetivo 1. “Fin de la pobreza”; B) Objetivo 2. “Hambre Cero”; C) Objetivo 10. “Reducción de las Desigualdades”. Lo que involucrará el fortalecimiento como país en la creación de una estructura productiva más compleja y diversificada, que permita reducir la brecha de productividad entre Panamá y países desarrollados. Todo esto, representaría un impacto considerable a las políticas del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCIYT) 2019-2024.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Universidad Tecnológica de Panamá por el apoyo logístico y de infraestructura para la elaboración de este documento. A su vez, agradece a los integrantes del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la UTP, por su apoyo constante y desinteresado.

## CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener algún conflicto de interés.

## REFERENCIAS

- [1] J. M. Jay, *Microbiología moderna de los alimentos.*, 5.ª ed. Zaragoza, España.: Editorial ACRIBIA S.A., 2009.
- [2] A. Carvajal, R. Felmer, F. Mujica, M. Ortíz, B. Sagredo, y X. Valderrama, «Impacto de la biotecnología en el sector lácteo.» Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile., 2011. [En línea]. Disponible en: <https://consorciolechero.cl/chile/documentos/publicaciones/24junio/impacto-de-la-biotecnologia-en-el-sector-lacteo-potenciales-nichos-de-aplicacion-en-chile.pdf>
- [3] T. J. Britz, C. Lamprecht, y G. O. Sigge, «Dealing with Environmental Issues», en *Advanced Dairy Science and Technology*, John Wiley & Sons, Ltd, 2008, pp. 262-293. doi: 10.1002/9780470697634.ch7.
- [4] P. Walstra, J. Wouters, y T. Geurts, *Dairy Science and Technology*, Second Edition. Taylor & Francis Group, 2006. Accedido: abr. 12, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.routledge.com/Dairy-Science-and-Technology/Walstra-Walstra-Wouters-Geurts/p/book/9780824727635>
- [5] Food and Agriculture Organization of the United Nations, «Dairy production and products: Milk composition», 2013. <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-composition/en/> (accedido dic. 02, 2020).
- [6] Food and Agriculture Organization of the United Nation, «FAOSTAT statistical database.», 2020. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accedido sep. 16, 2020).
- [7] Food and Drug Administration (FDA), «Pasteurized milk ordinance (PMO)». 2019. Accedido: dic. 21, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://www.farad.org/pasteurized-milk-ordinance.html>
- [8] A. L. Kelly y L. Bach Larsen, «1 - Milk biochemistry», en *Improving the Safety and Quality of Milk*, M. W. Griffiths, Ed. Woodhead Publishing, 2010, pp. 3-26. doi: 10.1533/9781845699420.1.3.
- [9] I. R. T. Renhe, Í. T. Perrone, G. M. Tavares, P. Schuck, y A. F. de Carvalho, «Chapter 2 - Physicochemical Characteristics of Raw Milk», en *Raw Milk*, L. A. Nero y A. F. De Carvalho, Eds. Academic Press, 2019, pp. 29-43. doi: 10.1016/B978-0-12-810530-6.00002-X.
- [10] U. Bernabucci *et al.*, «Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows», *Journal of Dairy Science*, vol. 98, n.º 3, pp. 1815-1827, mar. 2015, doi: 10.3168/jds.2014-8788.
- [11] O. M. Harstad y H. Steinshamn, «9 - Cows' diet and milk composition», en *Improving the Safety and Quality of Milk*, M. W. Griffiths, Ed. Woodhead Publishing, 2010, pp. 223-245. doi: 10.1533/9781845699420.3.223.
- [12] T. Huppertz y A. L. Kelly, «Properties and Constituents of Cow's Milk», en *Milk Processing and Quality Management*, John Wiley & Sons, Ltd, 2008, pp. 23-47. doi: 10.1002/9781444301649.ch2.
- [13] J. Mukherjee, K. De, M. Chaudhury, y A. K. Dang, «Seasonal variation in in vitro immune activity of milk leukocytes in elite and non-elite crossbred cows of Indian sub-tropical semi-arid climate», *Biological Rhythm Research*, vol. 46, n.º 3, pp. 425-433, May 2015, Doi: 10.1080/09291016.2015.1020200.
- [14] M. Franzoi, G. Niero, G. Visentin, M. Penasa, M. Cassandro, y M. De Marchi, «Variation of Detailed Protein Composition of Cow Milk Predicted from a Large Database of Mid-Infrared Spectra», *Animals*, vol. 9, n.º 4, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 176, abr. 2019. Accedido: dic. 02, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/4/176>
- [15] R. C. Laben, «Factors Responsible for Variation in Milk Composition», *Journal of Dairy Science*, vol. 46, n.º 11, pp. 1293-1301, nov. 1963, Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(63)89264-4.
- [16] R. S. Rossi *et al.*, «Diagnostic accuracy of Somatic cell, California Mastitis Test, and microbiological examination of composite milk to detect Streptococcus agalactiae intramammary infections», *Journal of Dairy Science*, vol. 101, n.º 11, pp. 10220-10229, nov. 2018, doi: 10.3168/jds.2018-14753.
- [17] M. M. M. Vissers y F. Driehuis, «On-Farm Hygienic Milk Production», en *Milk Processing and Quality Management*, John Wiley & Sons, Ltd, 2008, pp. 1-22. doi: 10.1002/9781444301649.ch1.
- [18] L. F. S. P. Barbosa *et al.*, «Somatic cell count and type of intramammary infection impacts fertility from in vitro produced embryo transfer», *Theriogenology*, vol. 108, pp. 291-296, mar. 2018, doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.12.025.
- [19] P. Cremonesi *et al.*, «Main Pathogens Detected in Milk», en *Reference Module in Food Science*, Elsevier, 2020. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.22977-6.
- [20] K. A. Dolecheck, A. García-Guerra, y L. E. Moraes, «Quantifying the effects of mastitis on the reproductive performance of dairy cows: A meta-analysis», *Journal of Dairy Science*, vol. 102, n.º 9, pp. 8454-8477, sep. 2019, doi: 10.3168/jds.2018-15127.
- [21] United States Department of Agriculture, «Milk Quality, Milking Procedures, and Mastitis on U.S. Dairies, 2014». USDA-APHIS-VS-CEAH-NAHMS NRRC Building B, M.S. 2E7 2150 Centre Avenue Fort Collins, CO 80526-8117 970.494.7000 <http://www.aphis.usda.gov/nahms>, 2014. Accedido: ene. 04, 2021. [En línea]. Disponible en: [https://www.aphis.usda.gov/animal\\_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14\\_dr\\_Mastitis.pdf](https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14_dr_Mastitis.pdf)

- [22] T. Bobbo *et al.*, «Associations between pathogen-specific cases of subclinical mastitis and milk yield, quality, protein composition, and cheese-making traits in dairy cows», *Journal of Dairy Science*, vol. 100, n.º 6, pp. 4868-4883, jun. 2017, doi: 10.3168/jds.2016-12353.
- [23] A. L. Michel y C. M. McCrindle, «An Overview of Zoonoses with Importance to the Dairy Industry», *FAO. Animal Production and Health*, p. 5, 2005, [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y6007e/y6007e00.pdf>
- [24] L. M. Perin, J. G. Pereira, L. S. Bersot, y L. A. Nero, «Chapter 3 - The Microbiology of Raw Milk», en *Raw Milk*, L. A. Nero y A. F. De Carvalho, Eds. Academic Press, 2019, pp. 45-64. doi: 10.1016/B978-0-12-810530-6.00003-1.
- [25] T. Baars, «Chapter 4 - Regulations and Production of Raw Milk», en *Raw Milk*, L. A. Nero y A. F. De Carvalho, Eds. Academic Press, 2019, pp. 65-89. doi: 10.1016/B978-0-12-810530-6.00004-3.
- [26] J. Hamann, «10 - Mastitis and raw milk quality, safety and yield», en *Improving the Safety and Quality of Milk*, M. W. Griffiths, Ed. Woodhead Publishing, 2010, pp. 246-263. doi: 10.1533/9781845699420.3.246.
- [27] C. H. Knight, «Chapter 1 - Raw Milk Physiology», en *Raw Milk*, L. A. Nero y A. F. De Carvalho, Eds. Academic Press, 2019, pp. 1-27. doi: 10.1016/B978-0-12-810530-6.00001-8.
- [28] Comisión del Codex Alimentarius, «Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos.» CAC/RCP 57-2004. (Food and Agriculture Organization-World Health Organization, 2004. [En línea]. Disponible en: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspac.e.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B57-2004%252FCXC\\_057s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspac.e.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B57-2004%252FCXC_057s.pdf)
- [29] B. Bonfoh *et al.*, «Microbiological quality of cows' milk taken at different intervals from the udder to the selling point in Bamako (Mali)», *Food Control*, vol. 14, n.º 7, pp. 495-500, oct. 2003, doi: 10.1016/S0956-7135(02)00109-3.
- [30] M. Brousett-Minaya, A. Torres, A. Chambi, B. Mamani, y H. Gutiérrez, «Calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno-Perú», *Scientia Agropecuaria*, vol. 6, n.º 3, Art. n.º 3, sep. 2015, doi: 10.17268/sci.agropecu.2015.03.03.
- [31] T. de Graaf, J. J. Romero Zuñiga, M. Caballero, y R. H. Dwingler, «Microbiological quality aspects of cow's milk at a smallholder cooperative in Turrialba, Costa Rica.», *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, vol. 50, n.º 1, pp. 57-64, 1997, Accedido: feb. 05, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19970403794>
- [32] Y. Ma, C. Ryan, D. M. Barbano, D. M. Galton, M. A. Rudan, y K. J. Boor, «Effects of Somatic Cell Count on Quality and Shelf-Life of Pasteurized Fluid Milk», *Journal of Dairy Science*, vol. 83, n.º 2, pp. 264-274, feb. 2000, Doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74873-9.
- [33] E. Swai y L. Schoonman, «Microbial quality and associated health risks of raw milk marketed in the Tanga region of Tanzania», *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, vol. 1, n.º 3, pp. 217-222, jun. 2011, doi: 10.1016/S2221-1691(11)60030-0.
- [34] M. J. Paape, B. Poutrel, A. Contreras, J. C. Marco, y A. V. Capuco, «Milk Somatic Cells and Lactation in Small Ruminants», *Journal of Dairy Science*, vol. 84, pp. E237-E244, jun. 2001, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)70223-8.
- [35] P. D. Constable, K. W. Hinchcliff, S. H. Done, y W. Grünberg, Eds., «20 - Diseases of the Mammary Gland», en *Veterinary Medicine (Eleventh Edition)*, W.B. Saunders, 2017, pp. 1904-2001. doi: 10.1016/B978-0-7020-5246-0.00020-6.
- [36] K. J. Hand, A. Godkin, y D. F. Kelton, «Milk production and somatic cell counts: A cow-level analysis», *Journal of Dairy Science*, vol. 95, n.º 3, pp. 1358-1362, mar. 2012, doi: 10.3168/jds.2011-4927.
- [37] T. Halasa, M. Nielsen, R. B. M. Huirne, y H. Hogeveen, «Stochastic bio-economic model of bovine intramammary infection», *Livestock Science*, vol. 124, n.º 1, pp. 295-305, sep. 2009, doi: 10.1016/j.livsci.2009.02.019.
- [38] A. Napoli, D. Aiello, L. Di Donna, H. Prendushi, y G. Sindona, «Exploitation of Endogenous Protease Activity in Raw Mastitic Milk by MALDI-TOF/TOF», *Anal. Chem.*, vol. 79, n.º 15, pp. 5941-5948, ago. 2007, doi: 10.1021/ac0704863.
- [39] P. Ruegg, «Premiums, Production and Pails of Discarded Milk How Much Money Does Mastitis Cost You?», p. 7, 2005.
- [40] N. Singh y S. Anand, «Analytical Methods | Microbiological☆», en *Reference Module in Food Science*, Elsevier, 2020. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.23005-9.
- [41] D. M. Barbano, Y. Ma, y M. V. Santos, «Influence of Raw Milk Quality on Fluid Milk Shelf Life<sup>1,2</sup>», *Journal of Dairy Science*, vol. 89, pp. E15-E19, mar. 2006, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72360-8.
- [42] S. Geisslitz y K. A. Scherf, «1.50 - Proteomics in Food Quality», en *Comprehensive Foodomics*, A. Cifuentes, Ed. Oxford: Elsevier, 2021, pp. 699-717. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.22762-5.
- [43] A. Gunay y U. Gunay, «Effects of Clinical Mastitis on Reproductive Performance in Holstein Cows», *Acta Vet. Brno*, vol. 77, n.º 4, pp. 555-560, 2008, doi: 10.2754/avb200877040555.
- [44] C. J. Hogarth, J. L. Fitzpatrick, A. M. Nolan, F. J. Young, A. Pitt, y P. D. Eckersall, «Differential protein composition of bovine whey: A comparison of whey from healthy animals and from those with clinical mastitis», *PROTEOMICS*, vol. 4, n.º 7, pp. 2094-2100, 2004, doi: <https://doi.org/10.1002/pmic.200300723>.
- [45] P. L. Ruegg, P. Fricke, y M. J. Fuenzalida, «Impact of mastitis on reproductive performance», p. 7, 2015.
- [46] D. Wolfenson, G. Leitner, y Y. Lavon, «The Disruptive Effects of Mastitis on Reproduction and Fertility in Dairy Cows», *Italian Journal of Animal Science*, vol. 14, n.º 4, p. 4125, ene. 2015, doi: 10.4081/ijas.2015.4125.
- [47] W. Vanderhaeghen, S. Piepers, F. Leroy, E. Van Coillie, F. Haesebrouck, y S. De Vliegher, «Identification, typing, ecology and epidemiology of coagulase negative

- staphylococci associated with ruminants», *Vet J*, vol. 203, n.º 1, pp. 44-51, ene. 2015, doi: 10.1016/j.tvjl.2014.11.001.
- [48] R. A. Batavani, S. Asri, y H. Naebzadeh, «The effect of subclinical mastitis on milk composition in dairy cows», *Iranian Journal of Veterinary Research*, vol. 8, n.º 3, pp. 205-211, dic. 2007, doi: 10.22099/ijvr.2007.925.
- [49] P. L. Ruegg, «Risks, Realities and Responsibilities Associated with Mastitis Treatments, available in online: [www.nmconline.org](http://www.nmconline.org)», presentado en Proc. Reg. Meeting National Mastitis Council, Ghent, Belgium, 2014. Accedido: ene. 12, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://andysci.wisc.edu/2014/08/29/cow-talk-with-an-expert-mastitis-treatments/>
- [50] M. F. Addis *et al.*, «Relationship between milk cathelicidin abundance and microbiologic culture in clinical mastitis», *Journal of Dairy Science*, vol. 100, n.º 4, pp. 2944-2953, abr. 2017, doi: 10.3168/jds.2016-12110.
- [51] A. F. Cunha *et al.*, «Comparison of antibody repertoires against *Staphylococcus aureus* in healthy and infected dairy cows with a distinct mastitis history and vaccinated with a polyvalent mastitis vaccine», *Journal of Dairy Science*, vol. 103, n.º 5, pp. 4588-4605, may 2020, doi: 10.3168/jds.2019-17084.
- [52] M. A. S. Moreira, A. S. Júnior, M. C. Lima, y S. L. da Costa, «Chapter 11 - Infectious Diseases in Dairy Cattle», en *Raw Milk*, L. A. Nero y A. F. De Carvalho, Eds. Academic Press, 2019, pp. 235-258. doi: 10.1016/B978-0-12-810530-6.00011-0.
- [53] T. Tomazi *et al.*, «Association of herd-level risk factors and incidence rate of clinical mastitis in 20 Brazilian dairy herds», *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 161, pp. 9-18, dic. 2018, doi: 10.1016/j.prevetmed.2018.10.007.
- [54] G. Leitner, Y. Lavon, U. Merin, S. Jacoby, R. Shaked, y N. Silanokove, «Major Considerations in Managing Subclinical Mastitis During Lactation in Modern Dairy Farms | IVIS», *Israel Journal of Veterinary Medicine*, vol. 72, n.º 2, 2017, Accedido: dic. 23, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.ivis.org/library/israel-journal-of-veterinary-medicine/israel-journal-of-veterinary-medicine-vol-722-jun/major-considerations-managing-subclinical-mastitis-during-lactation-modern-dairy-farms>
- [55] P. L. Ruegg, «Improving Treatments of Subclinical Mastitis». University of WI, Dept. of Dairy Science, 2013. Accedido: dic. 23, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://milkquality.wisc.edu/whats-new/treatment-of-subclinical-mastitis/>
- [56] S. McDougall, «Bovine mastitis: epidemiology, treatment and control», *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 50, n.º sup3, pp. 81-84, ene. 2002, doi: 10.1080/00480169.2002.36274.
- [57] M. Busanello, R. S. Rossi, L. D. Cassoli, J. C. F. Pantoja, y P. F. Machado, «Estimation of prevalence and incidence of subclinical mastitis in a large population of Brazilian dairy herds», *Journal of Dairy Science*, vol. 100, n.º 8, pp. 6545-6553, ago. 2017, doi: 10.3168/jds.2016-12042.
- [58] «Council Directive 92/46/EEC». 1992. Accedido: dic. 21, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A31992L0046>
- [59] L. Martins, M. M. Barcelos, R. I. Cue, K. L. Anderson, M. V. dos Santos, y J. L. Gonçalves, «Chronic subclinical mastitis reduces milk and components yield at the cow level», *Journal of Dairy Research*, vol. 87, n.º 3, pp. 298-305, ago. 2020, doi: 10.1017/S0022029920000321.
- [60] S. Piepers, L. D. Meulemeester, A. de Kruif, G. Opsomer, H. W. Barkema, y S. D. Vliegheer, «Prevalence and distribution of mastitis pathogens in subclinically infected dairy cows in Flanders, Belgium», *Journal of Dairy Research*, vol. 74, n.º 4, pp. 478-483, nov. 2007, doi: 10.1017/S0022029907002841.
- [61] B. H. P. van den Borne, T. Halasa, G. van Schaik, H. Hogeveen, y M. Nielsen, «Bioeconomic modeling of lactational antimicrobial treatment of new bovine subclinical intramammary infections caused by contagious pathogens», *Journal of Dairy Science*, vol. 93, n.º 9, pp. 4034-4044, sep. 2010, doi: 10.3168/jds.2009-3030.
- [62] M. L. M. Cruzado-Bravo *et al.*, «Occurrence of *Arcobacter* spp. in Brazilian Minas frescal cheese and raw cow milk and its association with microbiological and physicochemical parameters», *Food Control*, vol. 109, p. 106904, mar. 2020, doi: 10.1016/j.foodcont.2019.106904.
- [63] T. Halasa, K. Huijps, O. Østerås, y H. Hogeveen, «Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review», *Veterinary Quarterly*, vol. 29, n.º 1, pp. 18-31, ene. 2007, doi: 10.1080/01652176.2007.9695224.
- [64] C. S. F. Oliveira, H. Hogeveen, A. M. Botelho, P. V. Maia, S. G. Coelho, y J. P. A. Haddad, «Cow-specific risk factors for clinical mastitis in Brazilian dairy cattle», *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 121, n.º 3, pp. 297-305, oct. 2015, doi: 10.1016/j.prevetmed.2015.08.001.
- [65] D. Schwarz, D. E. Santschi, J. Durocher, y D. M. Lefebvre, «Evaluation of the new differential somatic cell count parameter as a rapid and inexpensive supplementary tool for udder health management through regular milk recording», *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 181, p. 105079, ago. 2020, doi: 10.1016/j.prevetmed.2020.105079.
- [66] R. N. Zadoks, H. G. Allore, T. J. Hagenaars, H. W. Barkema, y Y. H. Schukken, «A mathematical model of *Staphylococcus aureus* control in dairy herds», *Epidemiology & Infection*, vol. 129, n.º 2, pp. 397-416, oct. 2002, doi: 10.1017/S0950268802007483.
- [67] K. L. Anderson, M. T. Correa, A. Allen, y R. R. Rodriguez, «Fresh cow mastitis monitoring on day 3 postpartum and its relationship to subsequent milk production», *Journal of Dairy Science*, vol. 93, n.º 12, pp. 5673-5683, dic. 2010, doi: 10.3168/jds.2009-2885.
- [68] M. J. Auldust, «Milk Quality and Udder Health | Effect on Processing Characteristics», en *Reference Module in Food Science*, Elsevier, 2020. doi: 10.1016/B978-0-12-818766-1.00003-9.
- [69] A. L. Bhutto, R. D. Murray, y Z. Woldehiwet, «California mastitis test scores as indicators of subclinical intramammary infections at the end of lactation in dairy cows»,



- Research in Veterinary Science*, vol. 92, n.º 1, pp. 13-17, feb. 2012, doi: 10.1016/j.rvsc.2010.10.006.
- [70] C. Böhnlein, G. Fiedler, J. Loop, C. M. A. P. Franz, y J. Kabisch, «Microbiological quality and safety of raw milk from direct sale in northern Germany», *International Dairy Journal*, p. 104944, dic. 2020, doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104944.
- [71] J. L. Gonçalves *et al.*, «Bovine subclinical mastitis reduces milk yield and economic return», *Livestock Science*, vol. 210, pp. 25-32, abr. 2018, doi: 10.1016/j.livsci.2018.01.016.
- [72] H. Hogeveen, K. Huijps, y T. Lam, «Economic aspects of mastitis: New developments», *New Zealand Veterinary Journal*, vol. 59, n.º 1, pp. 16-23, ene. 2011, doi: 10.1080/00480169.2011.547165.
- [73] J. Katholm, T. W. Bennedsgaard, M. T. Koskinen, y E. Rattenborg, «Quality of bulk tank milk samples from Danish dairy herds based on real-time polymerase chain reaction identification of mastitis pathogens», *Journal of Dairy Science*, vol. 95, n.º 10, pp. 5702-5708, oct. 2012, doi: 10.3168/jds.2011-5307.
- [74] Y. Kuang *et al.*, «Characterization of bacterial population of raw milk from bovine mastitis by culture-independent PCR–DGGE method», *Biochemical Engineering Journal*, vol. 45, n.º 1, pp. 76-81, jun. 2009, doi: 10.1016/j.bej.2009.02.010.
- [75] E. Lozada-Soto, C. Maltecca, K. Anderson, y F. Tiezzi, «Analysis of milk leukocyte differential measures for use in management practices for decreased mastitis incidence», *Journal of Dairy Science*, vol. 103, n.º 1, pp. 572-582, ene. 2020, doi: 10.3168/jds.2019-16355.
- [76] J. B. Ndahetuye *et al.*, «A cross sectional study of prevalence and risk factors associated with subclinical mastitis and intramammary infections, in dairy herds linked to milk collection centers in Rwanda», *Preventive Veterinary Medicine*, vol. 179, p. 105007, jun. 2020, doi: 10.1016/j.prevetmed.2020.105007.
- [77] C. Syring *et al.*, «Bovine mastitis: The diagnostic properties of a PCR-based assay to monitor the *Staphylococcus aureus* genotype B status of a herd, using bulk tank milk», *Journal of Dairy Science*, vol. 95, n.º 7, pp. 3674-3682, jul. 2012, doi: 10.3168/jds.2011-4968.
- [78] T. Tomazi, J. L. Gonçalves, J. R. Barreiro, M. A. Arcari, y M. V. dos Santos, «Bovine subclinical intramammary infection caused by coagulase-negative staphylococci increases somatic cell count but has no effect on milk yield or composition», *Journal of Dairy Science*, vol. 98, n.º 5, pp. 3071-3078, may 2015, doi: 10.3168/jds.2014-8466.
- [79] L. Zhang, S. Boeren, A. C. M. van Hooijdonk, J. M. Vervoort, y K. A. Hettinga, «A proteomic perspective on the changes in milk proteins due to high somatic cell count», *Journal of Dairy Science*, vol. 98, n.º 8, pp. 5339-5351, ago. 2015, doi: 10.3168/jds.2014-9279.
- [80] M. N. Alhussien y A. K. Dang, «Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview», *Vet World*, vol. 11, n.º 5, pp. 562-577, May 2018, Doi: 10.14202/vetworld.2018.562-577.
- [81] M. Alhussien, M. Kaur, P. Manjari, S. P. Kimothi, A. K. Mohanty, y A. K. Dang, «A comparative study on the blood and milk cell counts of healthy, subclinical, and clinical mastitis Karan Fries cows», *Vet World*, vol. 8, n.º 5, pp. 685-689, May 2015, Doi: 10.14202/vetworld.2015.685-689.
- [82] M. E. Alnakip, «The Immunology of Mammary Gland of Dairy Ruminants between Healthy and Inflammatory Conditions», *Journal of Veterinary Medicine*, vol. 2014, pp. 1-31, 2014, Accedido: ene. 16, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jvm/2014/659801/>
- [83] D. K. Swain, M. S. Kushwah, M. Kaur, y A. K. Dang, «Neutrophil dynamics in the blood and milk of crossbred cows naturally infected with *Staphylococcus aureus*», *Vet World*, vol. 8, n.º 3, pp. 336-345, mar. 2015, doi: 10.14202/vetworld.2015.336-345.
- [84] M. Damm, C. Holm, M. Blaabjerg, M. N. Bro, y D. Schwarz, «Differential somatic cell count—A novel method for routine mastitis screening in the frame of Dairy Herd Improvement testing programs», *Journal of Dairy Science*, vol. 100, n.º 6, pp. 4926-4940, jun. 2017, doi: 10.3168/jds.2016-12409.
- [85] G. T. Fosgate, I. M. Petzer, y J. Karzis, «Sensitivity and specificity of a hand-held milk electrical conductivity meter compared to the California mastitis test for mastitis in dairy cattle», *The Veterinary Journal*, vol. 196, n.º 1, pp. 98-102, abr. 2013, doi: 10.1016/j.tvjl.2012.07.026.
- [86] H. Lomander, C. Svensson, C. Hallén-Sandgren, H. Gustafsson, y J. Frössling, «Associations between decreased fertility and management factors, claw health, and somatic cell count in Swedish dairy cows», *Journal of Dairy Science*, vol. 96, n.º 10, pp. 6315-6323, oct. 2013, doi: 10.3168/jds.2012-6475.
- [87] J. C. McNally, M. A. Crowe, J. F. Roche, y M. E. Beltman, «Effects of physiological and/or disease status on the response of postpartum dairy cows to synchronization of estrus using an intravaginal progesterone device», *Theriogenology*, vol. 82, n.º 9, pp. 1263-1272, dic. 2014, doi: 10.1016/j.theriogenology.2014.08.006.
- [88] F. C. Thomas, T. Geraghty, P. B. A. Simões, F. M. Mshelbwala, H. Haining, y P. D. Eckersall, «A pilot study of acute phase proteins as indicators of bovine mastitis caused by different pathogens», *Research in Veterinary Science*, vol. 119, pp. 176-181, ago. 2018, doi: 10.1016/j.rvsc.2018.06.015.
- [89] M. J. Fuenzalida, P. M. Fricke, y P. L. Ruegg, «The association between occurrence and severity of subclinical and clinical mastitis on pregnancies per artificial insemination at first service of Holstein cows», *Journal of Dairy Science*, vol. 98, n.º 6, pp. 3791-3805, jun. 2015, doi: 10.3168/jds.2014-8997.
- [90] Y. Lavon, E. Ezra, G. Leitner, y D. Wolfenson, «Association of conception rate with pattern and level of somatic cell count elevation relative to time of insemination in dairy cows», *Journal of Dairy Science*, vol. 94, n.º 9, pp. 4538-4545, sep. 2011, doi: 10.3168/jds.2011-4293.
- [91] R. G. M. Olde Riekerink, H. W. Barkema, y H. Stryhn, «The Effect of Season on Somatic Cell Count and the Incidence

- of Clinical Mastitis», *Journal of Dairy Science*, vol. 90, n.º 4, pp. 1704-1715, abr. 2007, doi: 10.3168/jds.2006-567.
- [92] Comunidad Andina, «Leche Cruda. NA0063:2009». Comunidad Andina, 2009.
- [93] East African Community, «Eat African Standard. Raw cow milk-Specification». 2006.
- [94] European Economic Community, «Council directive 92/46/EEC. Commission Document 392L0046.» 1992. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A31992L0046>
- [95] Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, «Industria lechera-Sistema integrado de gestión de la lechería Argentina. E 229/16- SAGyP.» Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2016.
- [96] Instituto Nacional de Estadística y Censo, «Estimación de la producción de leche de vaca en la república», 2020. <https://www.inec.gob.pa/archivos/P7421312-13.pdf> (accedido dic. 02, 2020).
- [97] Asamblea Nacional, «Decreto de Gabinete 229 del 16 de julio de 1969.» Gaceta Oficial del Estado 16,537 del 4 de febrero de 1970, 1969. [En línea]. Disponible en: <https://docs.panama.justia.com/federales/decretos-de-gabinete/decreto-de-gabinete-229-de-1969-feb-4-1970.pdf>
- [98] «Cadena Agroalimentaria de Leche. Panamá». <https://mida.gob.pa>, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://mida.gob.pa>
- [99] D. Berroa, «Informe Final de la Consultoría Sobre la Calidad de la Leche Producida en Panamá a Nivel de Fincas y de Acuerdo a las Normativas Vigentes, en Contraste con las Condiciones de Infraestructura y Manejo del Ganado», TCP/PAN/3402, 2015.
- [100] C. Gómez, M. Tarté, U. Barría, H. Hernández, C. Rengifo Herrera, y E. Pile, «Mastitis subclínica en explotaciones lecheras del distrito de La Chorrera, Panamá.», *Scientia*, vol. 26, n.º 2, pp. 37-44, 2017.
- [101] A. Chang, E. Pile, E. Delgado, y I. Domínguez, «Mastitis entre animales procedentes de fincas productoras de leche grado c en Tortí y algunos corregimientos de Darién, Panamá.», *Revista Saberes APUDEP*, vol. 2, n.º 1, pp. 80-88, 2019. Accedido: ene. 17, 2021. [En línea]. Disponible en: [https://revistas.up.ac.pa/index.php/saberes\\_apudep/article/view/877](https://revistas.up.ac.pa/index.php/saberes_apudep/article/view/877)
- [102] P. Montero-Prado, G. A. Ruiz Morales, y A. Fosatti Carrillo, «Physicochemical characterization and correlation of raw cow's milk according to classification assigned in Panama», *Agronomía Mesoamericana*, vol. 32, n.º 3, pp. 939-948, 2021, doi: 10.15517/am.v32i3.45471.