

Caracterización de la leche de dos razas de ganado bovino en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica - CEIPA: Implicaciones para la industrialización de productos lácteos.

Characterization of milk from two breeds of cattle at the Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica - CEIPA: Implications for the industrialization of dairy products.

Caracterização do leite de duas raças de gado do Centro Experimental de Investigaçao e Produção Amazônica - CEIPA: Implicações para a industrialização de produtos lácteos.

Morales – Ibadango, Carla Mishell
Universidad Estatal Amazónica
cm.moralesi@uea.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-2378-8423>



Silva – Diaz, Marco Vinicio
Universidad Estatal Amazónica
mv.silvad@uea.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-7382-9511>



Vargas – Escobar, Jorge Antonio
Universidad Estatal Amazónica
ja.vargase@uea.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-6852-0987>



Peñañiel – Bonilla, Nelly Jazmin
Universidad Estatal Amazónica
nj.penafielb@uea.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-1847-2278>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/575>

Como citar:

Morales – Ibadango, C. M., Silva – Diaz, M. V., Vargas – Escobar, J. A., & Peñañiel – Bonilla, N. J. (2024). Caracterización de la leche de dos razas de ganado bovino en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica - CEIPA: Implicaciones para la industrialización de productos lácteos. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(2), 663–678. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/575>.

Recibido: 1/10/2024

Aceptado: 13/10/2024

Publicado: 31/12/2024

Resumen

La demanda de productos lácteos impulsa la industria, donde la calidad de la leche, basada en su composición, es clave. Esta investigación buscó caracterizar la leche de las razas Brown Swiss y mestiza (Gyr y Brown Swiss) en términos de grasas, sólidos, densidad, proteína, lactosa y sales, lo que permitió evaluar su idoneidad para productos lácteos de alta calidad. Durante 30 días, se recolectó muestras de leche dos veces al día en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) y se analizaron en el laboratorio de lácteos del CEIPA a través de Milkotester Master Eco Ultrasonic Milk Analyzer, lo que garantizó datos precisos de su composición. Se realizó un análisis estadístico para identificar las diferencias significativas ($P < 0.05$). La investigación reveló que la leche de la raza Brown Swiss contiene 7,23% de grasa, significativamente superior al 5,16% en la raza mestiza, lo que la hace ideal para productos como quesos y mantequillas. La raza mestiza mostró mayores niveles de proteína (3,40%), sólidos no grasos (9,36%), lactosa (5,10%) y sales (0,71%), adecuados para productos lácteos que requieren fortificación, como yogures y bebidas. Estos resultados resaltan las ventajas compositivas de cada raza para aplicaciones industriales específicas en la producción de lácteos de alta calidad.

Palabras clave: Proteínas, grasas, composición nutricional, razas bovinas.

Abstract

The demand for dairy products drives the industry, where milk quality, based on its composition, is key. This research sought to characterize milk from Brown Swiss and crossbred breeds (Gyr and Brown Swiss) in terms of fat, solids, density, protein, lactose and salts, which allowed evaluating its suitability for high quality dairy products. Milk samples were collected twice a day for 30 days at the Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) and analyzed in CEIPA's dairy laboratory using the Milkotester Master Eco Ultrasonic Milk Analyzer, which ensured accurate data on their composition. Statistical analysis was performed to identify significant differences ($P < 0.05$). The research revealed that milk from the Brown Swiss breed contains 7.23% fat, significantly higher than the 5.16% in the crossbred breed, making it ideal for products such as cheeses and butters. The crossbred breed showed higher levels of protein (3.40%), non-fat solids (9.36%), lactose (5.10%) and salts (0.71%), suitable for dairy products requiring fortification, such as yogurts and beverages. These results highlight the compositional advantages of each breed for specific industrial applications in the production of high quality dairy products.

Keywords: Protein, fat, nutritional composition, bovine breeds.

Resumo

A procura de produtos lácteos impulsiona a indústria, onde a qualidade do leite, baseada na sua composição, é fundamental. Esta investigação procurou caracterizar o leite de vacas da raça Pardo-Suíça e de raças cruzadas (Gyr e Pardo-Suíça) em termos de gordura, sólidos, densidade, proteína, lactose e sais, o que nos permitiu avaliar a sua aptidão para produtos lácteos de alta qualidade. As amostras de leite foram recolhidas duas vezes por dia, durante 30 dias, no Centro Experimental de Investigação e Produção Amazónica (CEIPA) e analisadas no laboratório de laticínios do CEIPA, utilizando o analisador de leite ultrassónico Milkotester Master Eco, o que permitiu obter dados precisos sobre a sua composição. A análise estatística foi realizada

para identificar diferenças significativas ($P < 0,05$). A pesquisa revelou que o leite da raça Pardo-Suíça contém 7,23% de gordura, significativamente maior que os 5,16% da raça cruzada, o que o torna ideal para produtos como queijos e manteigas. A raça cruzada apresentou teores mais elevados de proteínas (3,40%), sólidos não gordurosos (9,36%), lactose (5,10%) e sais (0,71%), adequados para produtos lácteos que requerem fortificação, como iogurtes e bebidas. Estes resultados evidenciam as vantagens composicionais de cada raça para aplicações industriais específicas na produção de produtos lácteos de elevada qualidade.

Palavras-chave: Proteína, gordura, composição nutricional, raças bovinas.

Introducción

La industria de la leche y sus derivados es clave en la economía agrícola y alimentaria mundial, y su importancia sigue creciendo debido a la alta demanda de productos lácteos. La calidad de la leche, determinada por su composición en términos de grasas, proteínas, lactosa, densidad y sólidos, es fundamental para el desarrollo de productos con valor agregado (Zhang et al., 2024). La caracterización de estos componentes, influenciada por factores como la raza del ganado y el entorno de producción, ha sido objeto de estudios recientes debido a su impacto en la eficiencia de la producción láctea y en la respuesta a las demandas nutricionales de los consumidores (Hewa Nadugala et al., 2022). En la región amazónica, la variabilidad climática y las condiciones de producción únicas presentan desafíos y oportunidades en la producción de leche, lo cual justifica la evaluación de la calidad de la leche en razas adaptadas a este entorno (Valarezo, 2012).

La presente investigación se centra en la caracterización de la leche de dos razas de ganado bovino en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica: la Brown Swiss y una raza mestiza (cruce de Gyr y Brown Swiss) en la actualidad son las dos razas de propósito lechero que se manejan. La raza Brown Swiss es conocida por su alta producción de leche y su buen balance de grasa y proteína, características que la hacen popular en la industria lechera (Martinez-Castillero et al., 2021). En contraste, el ganado mestizo, producto del cruce entre Gyr y Brown Swiss, ofrece un alto contenido graso gracias a la genética de la Brown Swiss, lo que es ventajoso para la producción de ciertos productos lácteos, como quesos y

mantequillas (Angelo et al., 2022; Tacoma et al., 2016). Estas dos razas presentan perfiles nutricionales distintos que pueden influir en la calidad y utilidad de la leche en la industria de derivados lácteos.

La composición de la leche es un aspecto esencial para la industria de lácteos, ya que sus componentes determinan tanto el valor nutricional como las características funcionales de los productos finales. El contenido graso y proteico, por ejemplo, afecta directamente el rendimiento y las propiedades sensoriales de derivados lácteos como el yogur y el queso (Kiriti Aaradhana et al., 2023). La densidad y los sólidos totales, a su vez, son indicadores de frescura y autenticidad, cualidades cada vez más valoradas en un mercado que prioriza la calidad y la salud (Kunes et al., 2021). En este contexto, la evaluación comparativa de la leche de las razas Brown Swiss y mestiza en condiciones amazónicas permitirá identificar las propiedades únicas de la leche producida en esta región.

Estudios recientes sugieren que factores genéticos y ambientales pueden modificar el perfil nutricional de la leche. La genética de las razas evaluadas en esta investigación, sumada al ambiente amazónico, podría producir una leche con características diferenciadas que tengan potencial en el mercado de lácteos funcionales (El-Tarabany & Nasr, 2015). De este modo, analizar la leche de estas dos razas en un entorno amazónico puede ofrecer perspectivas valiosas sobre su adaptabilidad y rendimiento productivo bajo condiciones tropicales.

El objetivo de esta investigación es caracterizar la leche de las razas Brown Swiss y mestiza en términos de grasas, sólidos, densidad, proteína, lactosa y sales, evaluando así su idoneidad para la industrialización de productos lácteos de alta calidad. Al comprender las propiedades de la leche en condiciones amazónicas, esta investigación podrá aportar datos sobre las ventajas de cada raza para la industria y sobre cómo aprovechar mejor los recursos de la región amazónica.

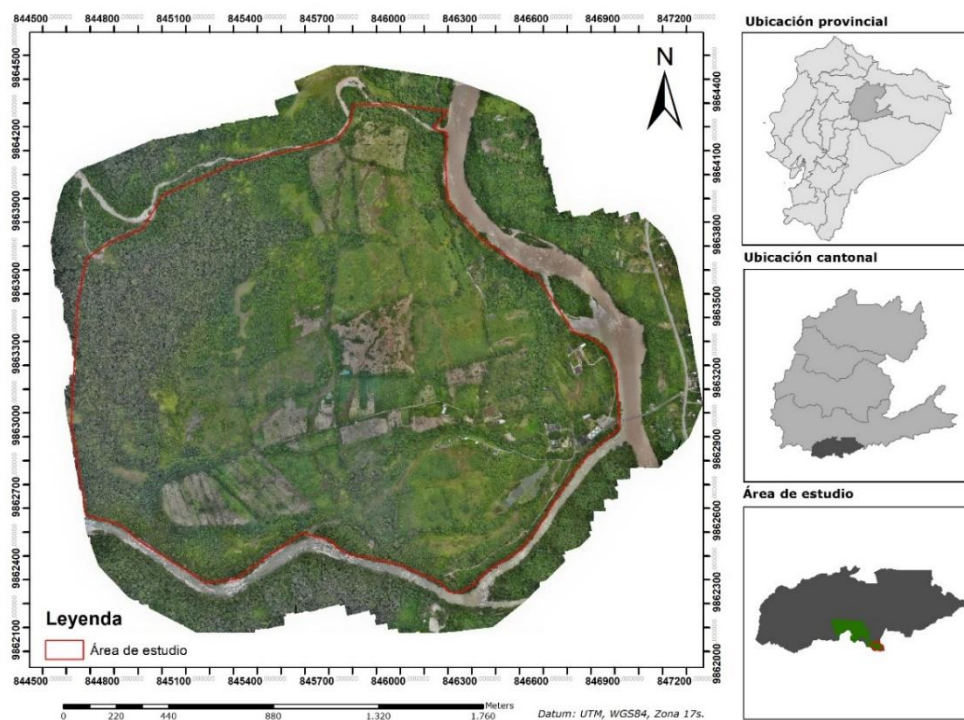
Para el estudio se han usado 23 diferentes investigaciones actuales y de relevancia para fundamentar esta investigación científica.

Metodología

Esta investigación se realizó en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) de la Universidad Estatal Amazónica, situado en Arosemena Tola, en la provincia de Napo, Ecuador (Figura 1). El CEIPA abarca una extensión total de 2.848 hectáreas, de las cuales aproximadamente 2.500 están cubiertas por bosque nativo, 154 hectáreas están dedicadas a pastizales y el restante a otros sistemas productivos. La región presenta un clima cálido y húmedo, con una temperatura media anual de entre 24°C y 25°C y una precipitación promedio anual cercana a los 4.000 mm. La altitud del área varía entre 580 y 990 metros sobre el nivel del mar, y la humedad relativa se mantiene en un 80% (Ureta-Leones et al., 2024).

Figura 1.

Área de estudio



Nota: Autores (2024).

Características de la alimentación del ganado

El ganado bovino de las razas Brown Swiss y mestiza (Gyr y Brown Swiss) en el Centro Experimental Amazónico es alimentado principalmente con pasto Marandú (*Brachiaria brizantha*), una gramínea tropical ampliamente utilizada en sistemas ganaderos debido a su alta productividad y valor nutricional. Este pasto es resistente a condiciones de alta humedad y suelos ácidos, características de la región amazónica, lo que favorece su crecimiento y disponibilidad durante todo el año. Además, *Brachiaria brizantha* aporta proteínas, fibra y minerales esenciales para el desarrollo y la producción de leche en el ganado, contribuyendo así a la calidad de la leche obtenida (Casanova-Lugo et al., 2022).

Toma de muestras para la caracterización de la leche

La recolección de muestras de leche se llevó a cabo durante un período de 30 días en la sala de ordeño del CEIPA. La recolección de muestras se hizo de acuerdo al Instructivo para la toma de muestras de la leche cruda y suero de leche (Agrocalidad, 2020) donde se indica preservar las muestras refrigeradas a una temperatura entre (2 a 8) °C hasta la llegada al laboratorio, las muestras no deben sufrir temperaturas de congelación. la temperatura de análisis de leche cruda es de 20 °C tal como lo indica la normativa (INEN, 2012) las muestras se tomaron dos veces al día, en la mañana (07h00) y en la tarde (15h00) (Dean et al., 2024). Cada muestra fue recolectada en frascos de 30 ml con tapa, previamente higienizados e identificados adecuadamente, para asegurar su integridad y trazabilidad. Tras la recolección, las muestras fueron transferidas de inmediato al Laboratorio de Lácteos del CEIPA para su análisis mediante el equipo Milkotester Master Eco Ultrasonic Milk Analyzer este equipo permite el análisis de leche por ultrasonidos permite obtener valores precisos de los principales componentes de la leche, incluyendo proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad, grasas y sales minerales; este equipo es calibrado en cada análisis usando agua destilada antes y después

de cada uso. En total, se analizaron 60 muestras con dos repeticiones cada una, generando datos consistentes y detallados sobre la composición de la leche de las razas evaluadas.

Se analizaron los datos de contenido de proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad, grasas y sales minerales mediante estadísticos descriptivos. Para evaluar las diferencias significativas en las propiedades de la leche entre las razas Brown Swiss y mestiza (Gyr y Brown Swiss), se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software OriginLab 2024.

Control de calidad

En un envase previamente esterilizado, en este caso usando el método de calor seco en estufa a una temperatura de 175 °C, durante mínimo 30 minutos.

- Lavar con suficiente agua los pezones, y secar completamente con una toalla de papel desechable.
- Descartar los tres primeros chorros de leche del pezón y observar si la leche o la glándula presentan signos clínicos de mastitis.
- Para tomar la muestra, sacar la tapa del frasco de recolección sin tocar su parte interna, inclinando el tubo durante la toma de la muestra, evitar que la boca del frasco toque la punta del pezón.
- Comenzar la toma por el pezón más cercano y continuar con los pezones más alejados de la ubre, tomándose aproximadamente 10 ml de cada cuarto de la ubre.
- Cerrar herméticamente el envase con la muestra e identificarlo.
- Colocar los envases con las muestras recolectadas dentro del cooler o refrigerador, y llevarlas inmediatamente al laboratorio para su análisis.
- La muestra deberá estar a temperatura de (2 a 8) °C, (Agrocalidad, 2020)

Resultados

1.1. Caracterización de la leche de raza Brown Swiss y raza Mestiza (Gyr y Brown Swiss)

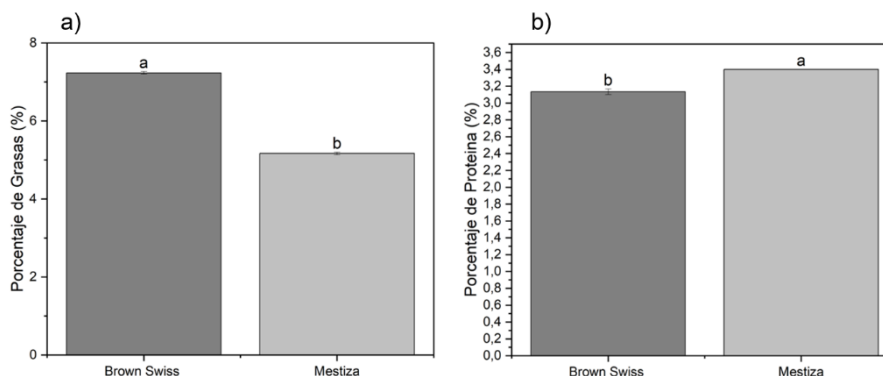
Los resultados de la caracterización de la leche en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) revelaron diferencias significativas en los parámetros de composición entre las razas Brown Swiss y mestiza (Gyr y Brown Swiss). Estos datos evidencian implicaciones importantes para la industria de productos lácteos, ya que permiten orientar la selección de razas en función de las propiedades lácteas específicas que pueden optimizar distintos procesos de producción.

La leche de la raza Brown Swiss presentó diferencias significativas en el contenido de grasa, con un error estándar $\pm 0,03$. ($7,23 \pm 0,03\%$) siendo superior en comparación con la raza mestiza, que registró un $5,16 \pm 0,03\%$ ($P < 0,05$). Este alto contenido de grasa es beneficioso para la fabricación de productos que requieren mayor cantidad de lípidos, como la mantequilla y ciertos tipos de quesos. Un mayor contenido de grasa contribuye a una mejor textura y perfil sensorial en estos productos, lo cual es clave para su calidad y aceptación en el mercado (Figura 2a).

La raza mestiza mostró un mayor contenido de proteína ($3,40\%$) siendo significativamente superior en comparación con la raza Brown Swiss, que presentó un $3,10 \pm 0,03\%$. La proteína es fundamental en la elaboración de productos lácteos con mayor rendimiento y calidad, especialmente en quesos, donde la presencia de proteínas caseínicas facilita la formación de cuajo y da lugar a productos con textura y consistencia deseadas (Figura 2b).

Figura 2

Caracterización de la leche provenientes de dos razas de ganado bovino: a) Porcentaje de grasas; b) Porcentaje de proteínas.



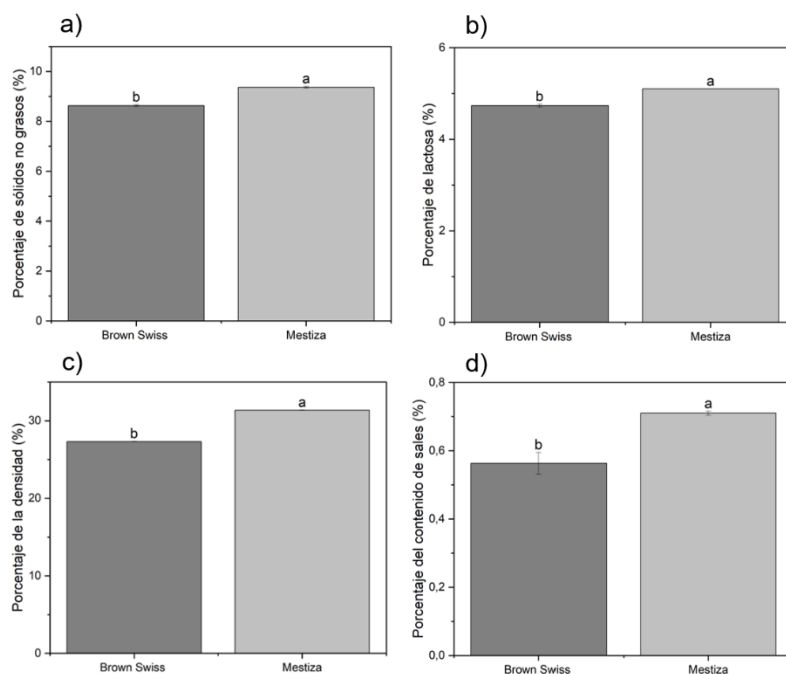
Nota: a y b en las barras representan las diferencias significativas ($P < 0.05$).

En cuanto a los sólidos no grasos, la raza mestiza presentó un valor significativamente mayor de $9,36 \pm 0,03\%$, mientras que la raza Brown Swiss alcanzó un $8,63 \pm 0,03\%$ (Figura 3a). Los sólidos no grasos, que incluyen lactosa, proteínas y minerales, son importantes en la fabricación de productos lácteos que requieren una base rica en nutrientes, como el yogur y las bebidas lácteas fortificadas. La lactosa en la leche de la raza mestiza también fue significativamente mayor ($5,10\%$) que en la leche de la raza Brown Swiss ($4,76 \pm 0,03\%$) (Figura 3b). La lactosa es esencial en la fermentación para productos como el yogur y el kefir, y su mayor concentración en la raza mestiza puede favorecer la producción de productos fermentados de mayor calidad y sabor más complejo.

En términos de densidad y contenido de sales, la raza mestiza también presentó valores más elevados, con una densidad de $31,36\%$ y un contenido de sales del $0,71\%$, frente a los $27,33\%$ y $0,56\%$ de la raza Brown Swiss (Figura 3c y 3d). Un mayor contenido de sales contribuye al sabor y puede mejorar la estabilidad de ciertos productos lácteos, mientras que una mayor densidad indica una leche rica en componentes sólidos, lo cual es ventajoso en la elaboración de productos concentrados o en polvo.

Figura 3

Caracterización de la leche provenientes de dos razas de ganado bovino: a) Porcentaje de sólidos no grasos; b) Porcentaje del contenido de lactosa; c) Porcentaje de la densidad; d) Porcentaje del contenido de sales.



Nota: a y b en las barras representan las diferencias significativas ($P < 0.05$).

1.2. Implicaciones para la industrialización de productos lácteos

Estos resultados resaltan las ventajas diferenciales que cada raza puede ofrecer a la industria láctea (Tabla 1). La mayor concentración de grasa en la leche de la raza Brown Swiss resulta ideal para productos que demandan una textura rica y cremosa, como la mantequilla y ciertos quesos gourmet. Por otro lado, la mayor presencia de proteínas y sólidos no grasos en la leche de la raza mestiza sugiere que es más adecuada para productos de alto valor nutricional y aquellos que requieren una mayor consistencia proteica, como el yogur, quesos frescos y leche fortificada.

Tabla 1

Resumen de las ventajas industriales en la composición de leche de las razas Brown Swiss y Mestiza para la producción de productos lácteos específicos

Composición de la Leche	Raza	Beneficio Industrial	Aplicación Ideal
Grasa (7.23%)	Brown Swiss	Mayor contenido de grasa contribuye a texturas ricas y cremosas.	Mantequilla, quesos gourmet
Proteína (3.40%)	Mestiza	Aumento de consistencia sin aditivos; ideal para productos con alto valor nutricional.	Yogur, leche fortificada, quesos frescos
Sólidos no grasos (9.36%)	Mestiza	Mayor densidad y valor nutricional sin añadir sólidos externos.	Leche evaporada, yogur, leche condensada
Lactosa (5.10%)	Mestiza	Azúcar natural que añade dulzura, ideal para bebidas y productos fortificados.	Yogures, bebidas lácteas enriquecidas
Sales (0.71%)	Mestiza	Mayor contenido mineral, adecuado para alimentos funcionales.	Leche enriquecida, bebidas funcionales

Nota: Autores (2024).

La caracterización de la leche basada en parámetros específicos permite optimizar la selección de razas según el tipo de producto lácteo, lo cual impulsa la eficiencia y la rentabilidad industrial al maximizar el rendimiento de cada litro. Al adaptar la materia prima según su composición, es posible cubrir demandas diversas, desde productos premium con alto contenido de grasa hasta opciones bajas en grasa o fortificadas con proteínas, ampliando así la oferta en el mercado.

En términos económicos, la clasificación de la leche según su composición permite reducir costos de producción y maximizar el valor agregado. Esto se logra minimizando el desperdicio y adaptando cada derivado lácteo a sus propiedades óptimas. Por ejemplo, en la producción de quesos, un mayor contenido graso en la leche Brown Swiss permite un rendimiento eficiente en grasa, reduciendo la cantidad de leche necesaria. En contraste, la leche de razas mestizas, con un mayor contenido proteico y sólidos no grasos, es ideal para productos como yogur, ya que disminuye la necesidad de estabilizadores o aditivos, simplificando y abaratando el proceso de producción. En conjunto, estas prácticas promueven la sostenibilidad económica y aumentan el margen de rentabilidad para productos diferenciados y de alta calidad.

Discusión

La caracterización de la leche de las razas Brown Swiss y mestiza (Gyr y Brown Swiss) en el CEIPA revela diferencias claves en componentes como grasas, proteínas, sólidos no grasos, lactosa, y sales minerales. Estos resultados no solo demuestran la influencia de la genética bovina en la composición de la leche, sino también presentan implicaciones relevantes para la industrialización de productos lácteos lo cual concuerda con (BM Editores, 2021) donde se indica que en la composición de la leche influyen factores genéticos en un 45% y factores nutricionales fisiológicos y de manejo en un 55%, el más importante es la alimentación, seguido por el nivel de producción, el estado de salud de la ubre, la época del año, el número de lactancias y la edad del animal.

El contenido de grasa de la leche fue significativamente superior en la raza Brown Swiss (7,23%) en comparación con la raza mestiza (5,16%). Este nivel más alto de grasa es ventajoso para la producción de productos lácteos de alto valor añadido, como mantequillas y quesos, ya que la grasa contribuye tanto a la textura como al sabor (Li et al., 2018). Estudios previos

muestran que las razas como la Gyr y la Brown Swiss suelen producir leche con mayor contenido de sólidos y grasas, lo cual se ha asociado con una mayor eficiencia en la fabricación de derivados lácteos como el queso y la mantequilla (Angelo et al., 2022; Yoo et al., 2019). Esto sugiere que la leche de Brown Swiss podría ser especialmente valiosa para estas aplicaciones en comparación con la de razas mestizas de bajo contenido graso.

La raza mestiza, por otro lado, presentó un contenido de proteínas significativamente superior (3,40%) en comparación con la Brown Swiss (3,10%). En la industria láctea, la proteína es fundamental, ya que aumenta la capacidad de retención de agua y la calidad de los productos fermentados, como el yogur y algunos tipos de quesos, lo cual respalda la demanda de productos proteicos en el mercado actual (Amalfitano et al., 2020; Kunes et al., 2021). Este aspecto resulta favorable en el contexto de la leche de la raza mestiza para productos donde la textura y el contenido proteico son factores de calidad esenciales

Además, la raza mestiza mostró mayores porcentajes de sólidos no grasos (9,36%) y lactosa (5,10%) en comparación con la Brown Swiss (8,63% y 4,76%, respectivamente). La lactosa es un componente importante para productos lácteos fermentados, mientras que los sólidos no grasos son cruciales en la consistencia y estabilidad del producto final (Gille et al., 2018). Este perfil de sólidos no grasos y lactosa de la leche mestiza podría ser beneficioso para productos que requieran mayor estabilidad y densidad en la textura, como en la producción de yogures y bebidas lácteas (Semerci et al., 2025).

La diferencia en sales minerales, donde la raza mestiza también mostró un contenido superior (0,71% frente al 0,56% en Brown Swiss), implica una ventaja en la fortificación natural de productos lácteos con minerales, mejorando su valor nutricional (Stocco et al., 2021). Las sales, junto con otros minerales, desempeñan un papel crucial en la coagulación de la leche y en la creación de textura en quesos y yogures (Cipolat-Gotet et al., 2018). Este aspecto es

relevante porque puede reducir la necesidad de agregar estabilizantes artificiales, mejorando la naturalidad y el perfil saludable de los productos.

Conclusión

Los resultados de esta investigación mostraron diferencias significativas en la composición de la leche entre las razas bovinas Brown Swiss y mestiza, especialmente en cuanto a los niveles de grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa y sales minerales. La leche de Brown Swiss presentó un contenido superior de grasa, lo que la hace particularmente adecuada para productos lácteos que requieren altos niveles de grasa, como mantequilla y ciertos tipos de queso. En contraste, la leche de la raza mestiza mostró mayores niveles de proteína, lactosa y sales minerales, haciéndola favorable para la producción de productos que demandan estabilidad y fortificación nutricional, como yogures y bebidas lácteas enriquecidas.

Estas diferencias en la composición destacan el potencial de ambas razas para aplicaciones específicas en la industria láctea y subrayan la importancia de seleccionar la raza en función del producto final deseado. La caracterización de estos componentes es esencial para optimizar el uso de la leche y responder a la demanda de productos lácteos de alta calidad y con atributos específicos en el mercado.

Se sugiere en base a las condiciones ambientales del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica realizar un registro anual para conocer la relación de influencia en el desarrollo del proceso productivo de la leche de vaca y su relación con las razas para generar componentes de alto valor económico en la industria de los lácteos; sumado a la evaluación de los registros de manejo del programa bovino, siendo el más importante la alimentación.

Referencias bibliográficas

- Agrocalidad. (05 de 2020). agrocalidad. Obtenido de <https://www.agrocalidad.gob.ec/>
- Amalfitano, N., Stocco, G., Maurmayr, A., Pegolo, S., Cecchinato, A., & Bittante, G. (2020). Quantitative and qualitative detailed milk protein profiles of 6 cattle breeds: Sources of variation and contribution of protein genetic variants. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11190–11208. <https://doi.org/10.3168/JDS.2020-18497>
- Angelo, I. D. V., Stivanin, S. C. B., Vizzotto, E. F., Bettencourt, A. F., Lopes, M. G., Corrêa, M. N., Pereira, L. G. R., & Fischer, V. (2022). Feed intake, milk production and metabolism of Holstein, Gyr and Girolando-F1 heifers with high body condition score during the transition period. *Research in Veterinary Science*, 152, 127–133. <https://doi.org/10.1016/J.RVSC.2022.07.025>
- BM Editores. (24 de 02 de 2021). BM EDITORES. Obtenido de <https://bmeditores.mx/ganaderia/composicion-sintesis-y-factores-que-afectan-la-cantidad-y-composicion-de-la-leche/#s%C3%ADntesis-leche>
- Casanova-Lugo, F., Villanueva-López, G., Alcudia-Aguilar, A., Nahed-Toral, J., Medrano-Pérez, O. R., Jiménez-Ferrer, G., Alayón-Gamboa, J. A., & Aryal, D. R. (2022). Effect of Tree Shade on the Yield of *Brachiaria brizantha* Grass in Tropical Livestock Production Systems in Mexico. *Rangeland Ecology & Management*, 80, 31–38. <https://doi.org/10.1016/J.RAMA.2021.09.006>
- Cipolat-Gotet, C., Cecchinato, A., Malacarne, M., Bittante, G., & Summer, A. (2018). Variations in milk protein fractions affect the efficiency of the cheese-making process. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8788–8804. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14503>
- Dean, C. J., Deng, Y., Wehri, T. C., Pena-Mosca, F., Ray, T., Crooker, B. A., Godden, S. M., Caixeta, L. S., & Noyes, N. R. (2024). The impact of kit, environment, and sampling contamination on the observed microbiome of bovine milk. *MSystems*, 9(6). <https://doi.org/10.1128/MSYSTEMS.01158-23>
- El-Tarabany, M. S., & Nasr, M. A. F. (2015). Reproductive performance of Brown Swiss, Holstein and their crosses under subtropical environmental conditions. *Theriogenology*, 84(4), 559–565. <https://doi.org/10.1016/J.THERIOGENOLOGY.2015.04.012>
- Gille, D., Walther, B., Badertscher, R., Bosshart, A., Brügger, C., Brühlhart, M., Gauch, R., Noth, P., Vergères, G., & Egger, L. (2018). Detection of lactose in products with low lactose content. *International Dairy Journal*, 83, 17–19. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2018.03.003>
- Hewa Nadugala, B., Pagel, C. N., Raynes, J. K., Ranadheera, C. S., & Logan, A. (2022). The effect of casein genetic variants, glycosylation and phosphorylation on bovine milk protein structure, technological properties, nutrition and product manufacture. *International Dairy Journal*, 133, 105440. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2022.105440>
- INEN. (01 de 2012). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Documento_BL%20NTE%20INEN%209%20Leche%20cruda%20Requisitos.pdf
- Kiriti Aaradhana, S., Arun Kumar, E., Vignesh, S., Chidanand, D. V., & Baskaran, N. (2023). Evaluating the effects of different processing methods on the nutritional quality of bovine milk. *Food and Humanity*, 1, 128–136. <https://doi.org/10.1016/J.FOOHUM.2023.05.005>
- Kunes, R., Bartos, P., Iwasaka, G. K., Lang, A., Hankovec, T., Smutny, L., Cerny, P., Poborska, A., Smetana, P., Kriz, P., & Kernerova, N. (2021). In-Line Technologies for the Analysis of Important Milk Parameters during the Milking Process: A Review.

- Agriculture 2021, Vol. 11, Page 239, 11(3), 239.
<https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE11030239>
- Li, Y., Joyner, H. S., Carter, B. G., & Drake, M. A. (2018). Effects of fat content, pasteurization method, homogenization pressure, and storage time on the mechanical and sensory properties of bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 2941–2955.
<https://doi.org/10.3168/JDS.2017-13568>
- Martinez-Castillero, M., Pegolo, S., Sartori, C., Toledo-Alvarado, H., Varona, L., Degano, L., Vicario, D., Finocchiaro, R., Bittante, G., & Cecchinato, A. (2021). Genetic correlations between fertility traits and milk composition and fatty acids in Holstein-Friesian, Brown Swiss, and Simmental cattle using recursive models. *Journal of Dairy Science*, 104(6), 6832–6846. <https://doi.org/10.3168/JDS.2020-19694>
- Semerci, E. Ş., Zeren, F. E., Demir, E., Küçükçetin, A., & Balcıoğlu, M. S. (2025). Influence of different genotype combinations of β -lactoglobulin and β -casein in cow milk on physicochemical and sensory properties of stirred yoghurt. *International Dairy Journal*, 160, 106099. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2024.106099>
- Stocco, G., Summer, A., Cipolat-Gotet, C., Malacarne, M., Cecchinato, A., Amalfitano, N., & Bittante, G. (2021). The mineral profile affects the coagulation pattern and cheese-making efficiency of bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 104(8), 8439–8453.
<https://doi.org/10.3168/JDS.2021-20233>
- Tacoma, R., Fields, J., Ebenstein, D. B., Lam, Y. W., & Greenwood, S. L. (2016). Characterization of the bovine milk proteome in early-lactation Holstein and Jersey breeds of dairy cows. *Journal of Proteomics*, 130, 200–210.
<https://doi.org/10.1016/J.JPROT.2015.09.024>
- Ureta-Leones, D., Artega-Crespo, Y., García-Quintana, Y., & Arellano-Reinoso, K. (2024). Respuesta fotosintética de *Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa vulgaris* Schrad. ex JC Wendl. a diferentes intensidades de luz. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 12(3), e869–e869.
- Valarezo, J. J. M. (2012). Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción sostenible de bovinos en la amazonía sur ecuatoriana. *CEDAMAZ*, 2(1).
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/104>
- Yoo, J., Song, M., Park, W., Oh, S., Ham, J. S., Jeong, S. G., & Kim, Y. (2019). A Comparison of Quality Characteristics in Dairy Products Made from Jersey and Holstein Milk. *Food Science of Animal Resources*, 39(2), 255. <https://doi.org/10.5851/KOSFA.2019.E20>
- Zhang, W., Zheng, S., Zhu, H., Lu, J., Zhang, Y., Hettinga, K., Pang, X., Lyu, J., & Zhang, S. (2024). Effects of protein genetic variants on their phosphorylation levels, milk composition, milk proteome, and milk coagulation ability in Chinese Holstein bovine milk. *International Journal of Biological Macromolecules*, 262, 129844.
<https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2024.129844>