

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE DE GANADO JERSEY EN PANAMÁ¹

Melvys Jacqueline Vega-Quintero²; Rosa Itzela Quintero-Montenegro³

RESUMEN

Las propiedades físicas, composición química y microbiológica que caracteriza la leche entera de ganado Jersey constituyen factores importantes en la elaboración industrial de productos lácteos de calidad. Las concentraciones de proteínas, carbohidratos, lípidos, sales minerales, enzimas, vitaminas y agua, constituyen compuestos orgánicos y elementos que determinan la calidad y el valor nutricional de la leche entera de la raza Jersey. La diversidad microbiológica de carácter beneficiosa presente en la leche entera de la raza Jersey, conforma los indicadores biológicos de los procesos de fermentación láctica, para la fabricación de queso, yogurt, leche fermentada y otros. Con el objetivo de caracterizar la leche entera del ganado Jersey en Panamá, se seleccionaron seis sitios de muestreo en el distrito de Tierras Altas de Chiriquí, corregimiento de Volcán, con una población de 100 hembras Jersey post-parto, de las cuales se tomó una muestra al azar de 50 vacas. Se tomaron 24 muestras de leche al azar entre julio y agosto de 2015, cada 15 días. Las principales variables medidas fueron los carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales, bacterias patógenas, entre otras. Se obtuvo como resultado 5,13% de carbohidratos, 3,60% de proteínas, 3,93% de lípidos, 0,96% de minerales, es más concentrada en lactosa y proteína, con valores microbiológicos por debajo de los estándares establecidos, por lo que, se concluye que la leche entera del ganado Jersey, presenta características fisicoquímicas y microbiológicas de alta calidad para el procesamiento.

Palabras claves: Bacterias ácido láctica, propiedades organolépticas, compuestos orgánicos, fermentación láctica, valor nutricional.

¹ Recepción: 23 de julio de 2022. Aceptación: 14 de octubre de 2022. Tesis de Doctorado en Ingeniería de Proyectos, Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ciencias y Tecnología.

² Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ciencias y Tecnología. e-mail: melvys.vega@utp.ac.pa / melvysjv@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4303-4994>

³ Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ciencias y Tecnología. e-mail: rosa.quintero@utp.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-1342-932X>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MILK FROM JERSEY CATTLE IN PANAMA

ABSTRACT

The physicochemical and microbiological composition that characterizes whole milk from Jersey cattle are important factors for the industrial processing of quality dairy products. The concentrations of proteins, carbohydrates, lipids, mineral salts, enzymes, vitamins and water constitute organic compounds and elements that determine the quality and nutritional value of whole milk from Jersey breed. The beneficial microbiological diversity existing in the whole Jersey milk, make up the biological indicators of lactic fermentation processes, for the manufacture of cheese, yogurt, fermented milk and others. In order to characterize whole Jersey milk in Panama, six sampling sites were selected in the Tierras Altas district in Volcán, Chiriquí, with a total population of 100 Jersey cows postpartum, from which a random sample of 50 cows was taken. A total of 24 milk samples were collected from July to August 2015, every 15 days. Main measured variables were carbohydrates, proteins, lipids, minerals, pathogenic bacteria, among others. Milk composition resulted 5,13% of carbohydrates, 3,60% of proteins, 3,93% of lipids and 0,96% minerals, more lactose and protein, with microbiological values under established standards. It is concluded that whole Jersey cattle milk grants high physicochemical and microbiological properties for the industrial processing.

Key words: Lactic acid bacteria, organoleptic properties, organic compounds, lactic fermentation, nutritional value.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se fundamenta en el análisis de la composición físicoquímica y microbiológica de la leche entera de la raza de ganado Jersey en el distrito de Tierras Altas de la provincia de Chiriquí, República de Panamá. El objetivo del proyecto es evaluar la composición físicoquímica y microbiológica de la leche entera de la raza Jersey como potencial para la producción de derivados lácteos gourmet de calidad en la industria láctea. La raza de ganado Jersey británico fue introducido en las Tierras Altas de la provincia de Chiriquí, con la finalidad de mejorar la producción de leche entera vacuna y proporcionar la base de las estrategias de seguridad alimentaria local y regional del país, con productos de calidad, nutricionales y de amplia vida útil. El aporte de la investigación al conocimiento sobre la composición físicoquímica y microbiológica de la leche entera de la raza Jersey, radica en el desarrollo de nuevos modelos de procesos lácteos para la industria.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

El ganado vacuno Jersey, es una raza británica (Isla Jersey) productora de leche y carne, de pelaje corto chocolate claro, la hembra con masa corporal de 400 a 500 kg y estatura 1,20 m; el macho con masa corporal de 540 a 840 kg y estatura de 1,51 m, aproximadamente. Su nombre científico es *Bos taurus*, clasificado como *Bos primigenius taurus*. Presenta características fenotípicas como: precocidad, facilidad de parto, fertilidad y longevidad.

La leche tiene propiedades específicas, cuyo estándar de composición organoléptica y físicoquímica varían ligeramente, de acuerdo con su tipo (leche de cabra, de vaca y caballo) y se define como la secreción láctea completa y fresca, obtenida por el ordeño completo de una o varias vacas sanas (Luquez, 2001).

La leche se caracteriza por sus propiedades físicas: punto de congelación de $-0,53^{\circ}\text{C}$ a $-0,45^{\circ}\text{C}$, punto de ebullición de $0,15^{\circ}\text{C}$ a $100,17^{\circ}\text{C}$, densidad de 1,030 a 1,033 mg/l, viscosidad de 1,23 $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$, calor específico de 0,93 J.kg, índice de refracción 1,35, conductividad eléctrica específica de 40×10^{-4} mhos/ 25°C a 50×10^{-5} mhos/ 25°C (Artica, 2014).

La leche entera de ganado bovino contiene valor promedio de 3,6% de proteínas, 4,60% de grasa, sólidos totales 14,1%, el calcio fluctúa entre 15% y 18%, fósforo entre 10% y 12% y agua entre 85,0 y 89,9% (De los Reyes et al., 2010).

La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante al 5% y el rango alrededor de 4,8% a 5,2%. La proporción de las moléculas que componen la lactosa es la siguiente: glucosa (14 mg/100 g) y galactosa (12 mg/100 g) (Cid et al., 2006) y según Astiasarán y Martínez (2003), la leche de ganado vacuno contiene aproximadamente 0,03% de ácido láctico.

La leche contiene pequeñas cantidades de otros minerales, entre ellos, cobre, hierro, cinc, yodo, manganeso, boro, estaño, titanio, vanadio, rubidio, silicio, litio, estroncio, cromo, bario, germanio, cobalto y otros. Además, contiene enzimas como la Proteasa (también llamada galactasa), amilasa, fosfatasa, lipasa, catalasa, peroxidasa, reductasa, lactasa (Luquez, 2001).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Se plantea, según Del Cid et al. (2006) que la leche contiene varias vitaminas, que algunas están unidas a la grasa y son denominadas vitaminas liposolubles (Vitamina A, D y E) y otras vitaminas están disueltas en su fracción acuosa y se denominan vitaminas hidrosolubles, las cuales son: tiamina (B1), la riboflavina (B2), niacina (B3), piridoxina (B6), Cianocobalamina (B12), la vitamina C y biotina (vitamina H), contiene ácido fólico; según Luquez (2001) contiene las enzimas como Proteasa (también llamada galactasa), amilasa, fosfatasa, lipasa, catalasa, peroxidasa, reductasa, lactasa.

También, contiene microorganismos contaminantes perjudiciales a la salud como coliformes fecales y beneficiosas que favorecen la fermentación de la leche (fermentación láctica), como las bacterias del ácido láctico.

El recuento de coliformes fecales totales aceptada como mínimo por mililitros de leche, debe ser menor a 10,000 UFC/ml y es reconocida como un indicador de contaminación, mientras que el recuento de células somáticas total aceptada debe ser menor a 200,000 UFC/ml, considerada como indicador de salubridad del rebaño. Además, que los microorganismos patógenos deben estar ausentes en la leche (Botina y Ortíz, 2013).

El objetivo de la investigación es analizar la composición físicoquímica y microbiológica de la leche entera de la raza de ganado Jersey y su comparación con otras razas lecheras estudiadas por otros autores.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio la constituye el distrito de Tierras Altas, el cual se localiza en la provincia de Chiriquí, República de Panamá, en la Cuenca Hidrográfica No. 102 denominada Chiriquí Viejo - cuenca alta (Figura 1). Está conformada por los corregimientos de Volcán, Cerro Punta, Cuesta de Piedra, Nueva California y Paso Ancho. Se caracteriza por su zona de vida bosque muy húmedo con 43,26 % de la superficie y bosque húmedo tropical con 15,93 %. Comprende clima oceánico de montaña y clima tropical de montaña media y alta. Los suelos de textura mimosa, color chocolate oscuro, formas irregulares con



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

alta permeabilidad. La precipitación media anual de la cuenca es de 3 322 mm (Autoridad Nacional del Ambiente, 2014).

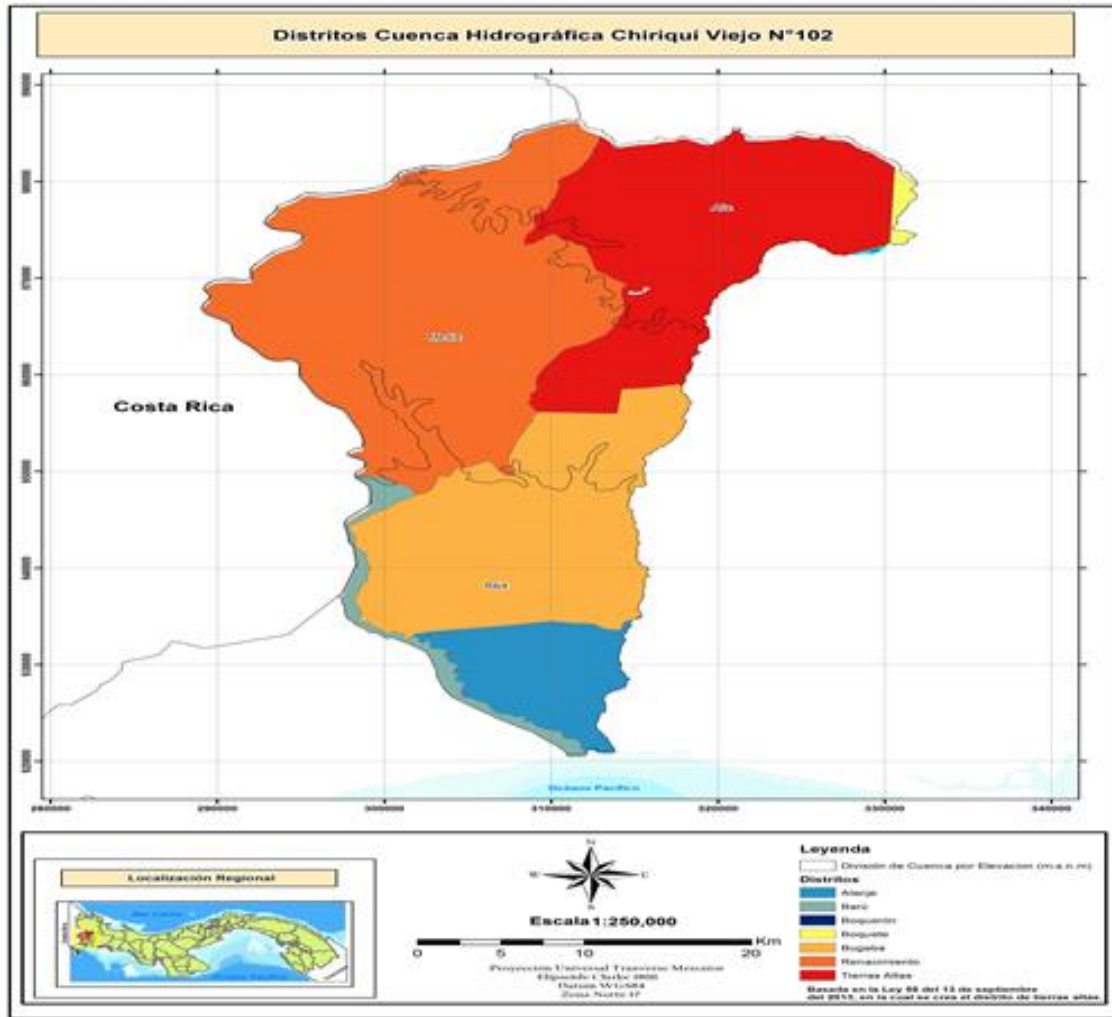


Figura 1. Distrito de Tierras Altas en la cuenca hidrográfica del río Chiriquí Viejo con base en datos recolectados en campo y procesados en Sistema de Información Geográfica (SIG), 2018.

Se realizó inspección en la zona de estudio donde se tomaron datos de campo a través de observaciones *in situ* sobre las fuentes de leche de ganado Jersey. También, se recopiló información sobre las características biogeográficas del área de estudio y se elaboró la cartografía del área de estudio a través de Sistema de Información Geográfica (SIG), cuyos datos fueron tomados en campo.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Se seleccionaron seis sitios de muestreos en el distrito de las Tierra Altas, en cada sitio se realizó un muestreo con una frecuencia cada 15 días por período de dos meses. En total se tomaron 24 muestras, las cuales fueron preservadas en envases esterilizados y en etanol absoluto en proporción de 4:9. Se aplicaron pruebas fisicoquímicas y microbiológicas a cada muestra, las cuales se realizaron en el laboratorio del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA), Universidad Tecnológica de Panamá y laboratorio fisicoquímico y microbiológico, planta térmica de pasteurización, ultra pasteurización y esterilización de la Empresa Procesadora de lácteos Riba Smith. El análisis de datos se realizó con Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)-IBM SPSS Statistics 25.0, 2017.

Las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas realizadas fueron las siguientes:

- **Propiedades organolépticas:** Se realizó mediante las pruebas sensoriales (visual, gusto, olfato, tacto), referidas en el método de análisis organolépticas (Artica, 2014; Zamora, 2007).
- **Concentración de agua, sólidos totales, grasa, proteínas, lactosa, temperatura, pH, conductividad, punto de congelación, densidad:** Se utilizó un analizador ultrasónico multiparamétrico Ekomilk BOND STANDARD (certificado por Centro de Metrología de Bulgaria), el cual fue calibrado para análisis de leche de ganado vacuno. Se colocó en una celda cilíndrica esterilizada, 5 ml de leche pasteurizada al 100% de concentración (sin dilución). La muestra es succionada y se somete al paso de una onda de ultrasonido y un microprocesador emite los resultados paramétricos de las variables mencionadas. Se analizaron 24 muestras (Ekomilk, 2015). También se aplicó el método de cromatografía en las muestras de leche fluida al 100%, para la separación de los diferentes tipos de proteínas (Pássaro et al., 2016).
- **Caseínas:** Se analizaron las muestras de leche de 10 ml, a través de la prueba de caseína. Se incorporó 90 ml de agua destilada a cada muestra, se calentó a 41° C y se adicionó ácido acético diluido (1:9). Se realizó la decantación y se transfirió la caseína precipitada a un filtro. Se aplicó el método de Kjeldahl en sus tres etapas. En la digestión se utilizó el amonio (NH_4^+), ácido sulfúrico y un catalizador sulfato de cobre. En la destilación se empleó amoniaco (NH_3) e hidróxido de sodio (NaOH). En la valoración el



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

amonio se recogió en la destilación sobre ácido fuerte en exceso medido y se empleó una base álcali y el indicador rojo de metilo. Para la identificación de los tipos de caseínas se aplicó la prueba de cromatografía (Artica, 2014; Pássaro et al., 2016).

- **Lípidos (grasas):** El análisis de las grasas se realizó por método de Gerber y el método de cromatografía (colesterol, glicéridos, fosfolípidos y ácidos grasos). Las muestras de leche fluida de 15 ml fueron centrifugadas y tratadas en un butirometro de Gerber con alcohol amílico (densidad 0,81) y ácido sulfúrico concentrado, medidor automático de ácido sulfúrico y pipetas de seguridad (Artica, 2014; Pássaro et al., 2016).
- **Carbohidratos (lactosa) y ácido láctico:** El análisis de la lactosa se realizó mediante la prueba de Fehling. Se utilizaron muestras de leche fluida. Cada muestra de 10 ml se aforó hasta 100 ml con agua destilada. Se utilizó la solución de Fehling I y Fehling II, hidróxido de sodio (NaOH 0,25N), sulfato férrico anhidro, solución de ácido sulfúrico 4N, permanganato de potasio 0,1 N, sulfato ferroso o-fenantrolina (Juca y Pérez, 2010). Para el análisis del ácido láctico se empleó el método de Thorner (°Th) aplicado a las muestras de leche fluida al 100%. Cada muestra de 10 ml se trató con fenolftaleína al 2% y titulación con NaOH al 1/10 N; cada ml de NaOH gastado es un °Th (Artica, 2014).
- **Minerales:** Se aplicaron las pruebas Ca, magnesio y fósforo en muestras de leche fluida al 100%. Las muestras fueron centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos para separar el suero de la leche y se conservó en tubos de reacción a 20° C. El método analítico aplicado al calcio fue con azul de metiltimol, al magnesio el método de calmagita (mmol/L), al fósforo el método de fosfomolibdato (Instrumentación Hanna FC 300B). Se utilizó un suero control de Laboratorios Randox, Irlanda del Norte, UK (Ceballos et al., 2004; López et al., 2017).
- **Vitaminas A, D, E, C, B₁, B₂, B₃, B₆, B₉, B₁₂:** Se aplicó el método de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC – Aligent Technologies) con inyector manual, sistema de bombeo, columna de cromatografía, detector de longitud de onda a 242, 250, 280 y 300 nm. La fase estacionaria se fijó con la muestra de leche fluida al 100% y la fase móvil con disolvente metanol y etanol al 95%. Los componentes separados pasan al detector



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

a diferentes longitudes de onda, luego la señal llega a un registrador el cual emite un cromatograma en función del tiempo (Pássaro et al., 2016).

- **Enzimas:** La identificación de las enzimas proteasa, fosfatasa alcalina, lipasa, lactasa, catalasa, lactoperoxidasa, se realizaron, a través de los métodos de análisis de catalasa y lipasa por Fernández et al., 2010; proteasas por Solera et al., 2010; fosfatasa por Pacas, 2003; lactasa por Bello, 2009 y método de análisis de lactoperoxidasa por Castañeda et al., 2021.
- **Punto de ebullición:** Se realizó mediante la prueba de ebullición de la leche. Se tomaron porciones de 300 ml de muestras por separado y se sometieron al calor hasta su punto de ebullición, para conocer si la leche es estable al calor (Botina y Ortiz, 2013).
- **Calor específico:** La capacidad calorífica de la leche se obtuvo por prueba realizada en un calorímetro de soluciones de variación de temperatura, modelo 6755 Parr Instrument con precisión clase de 0,4% y rango de temperatura de 10° C a 50° C. Se utilizaron muestras de leche fluida al 100% de 10 ml y 20 ml de agua por muestra (Parr Instrument Company, 2019).
- **Índice de refracción:** Se realizó por prueba en refractómetro Abbe modelo PCE-DRB 10, con rango de refracción de 1,3000 y 1,7000 nD y valor Brix entre 0% y 100%. La prueba se aplicó a las muestras de leche fluida al 100% (PCE Instrument, 2017).
- **Gravedad específica:** Las muestras de leche fluida se analizaron, a través del hidrómetro ASTM 2H Rango: 9 a 21 API, Escala: 0,5 Marca: Chase Referencia: 40002H (López, J.M., 2013).
- **Viscosidad:** La viscosidad de la leche fluida se determinó por prueba en viscosímetro PCE-RVI 10 con rango de medición de 20 a 2.000.000 mPa·s, a precisión de $\pm 1,0$ % (PCE Instrument, 2019).
- **Acidez:** Se realizó la prueba de la acidez titulable con Hidróxido de Sodio 0.1 N y Fenolftaleína 1%. Se valoraron 100 ml de leche fluida al 100% (Artica, 2014).



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

- **Identificación y recuento de coliformes fecales:** Las bacterias coliformes se identificaron a través del método placas con agar rojo bilis cristal violeta, donde se fijó muestras de leche fluida al 100% y el recuento se realizó por método directo-microscópico (Acevedo et al., 2013).
- **Identificación y recuento de células somáticas:** Se realizó mediante el método de recuento celular electrónico (RCE), con un contador electrónico de partículas Coulter counter modelo ZB1 calibrado para partículas entre un diámetro entre 4,5 y 5 micrones (Kutcher, 1998).
- **Identificación de patógenos:** Se aplicó el método de Tinción de Gram, con el objetivo de identificar las bacterias gram (+) y gram (-) con base en la preparación de la extensión de cultivo, fijación, aplicación de violeta cristal, yodo gram, alcohol, acetona, safranina y microscopia (Heer, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades organolépticas

Corresponden a las particularidades naturales de la leche de ganado Jersey obtenidas de las pruebas como: color, sabor textura y aroma.

Con relación al color se identificó blanco opaco, sabor ligeramente dulce, aroma acentuado y textura líquida, pero más viscosa que el agua, coincide con las características reportadas por Vásquez, K (2018).

Análisis físico

Los valores promedios de interés obtenidos en las pruebas físicas aplicadas a la leche de ganado Jersey (Cuadro 1), corresponden al punto de congelación en $-0,49^{\circ}\text{C}$, punto de ebullición en 100°C y viscosidad en $1,22\ \mu\text{Pa.s.}$, ya que son variables determinantes para los procesos lácteos y se mantienen dentro de los rangos permisibles en $-0,53^{\circ}\text{C}$ a $0,45^{\circ}\text{C}$ para el punto de congelación, $0,15^{\circ}\text{C}$ a $100,17^{\circ}\text{C}$ para el punto de ebullición y el máximo permisible de $1,23\ \mu\text{Pa.s}$ para la viscosidad, reportados por Artica, 2014.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Cuadro 1. Características físicas de la leche de ganado Jersey.

Propiedades físicas	Promedio obtenido
Punto de congelación (°C)	-0,49
Punto de ebullición (°C)	100
Densidad (mg/l) a 20° C	1,032
Viscosidad (μPa.s) a 20° C	1,22
Calor específico (J.Kg) a 40° C	0,92
Índice de Refracción a 20° C	1,33
Conductividad Eléctrica Específica (mhos/25° C)	44 x 10 ⁻⁴

Fuente: Pruebas físicas, 2018.
Laboratorio del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA).

Análisis químico

La leche de ganado Jersey está constituido por 86,39% de agua y 13,61% de sólidos totales, lo que indica que tiene un elevado contenido de agua en función de los sólidos totales.

Los sólidos totales analizados, refieren la composición promedio en 5,13% de carbohidratos (lactosa), 3,93% de lípidos (grasas), 3,60% proteínas y 0,96% minerales. Por lo tanto, los compuestos orgánicos con mayor presencia fueron la lactosa y las grasas, respectivamente; mientras que las proteínas y los minerales se encontraron en menor cantidad (Figura 2).

La distribución de estos componentes orgánicos se muestra homogénea y su concentración supone determinante en los procesos lácteos.

Análisis de proteínas

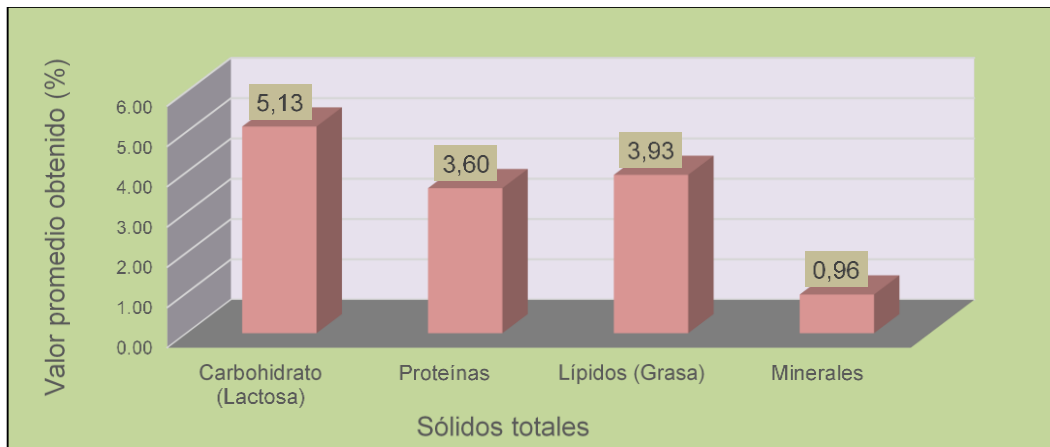
Las proteínas presentes en la leche de ganado Jersey, corresponden a dos grupos identificados que son: las proteínas séricas (proteínas disueltas en suero) y las proteínas en suspensión o caseínas, en forma de cuajo (Figura 3 y 4).

Las proteínas séricas fueron reconocidas en el suero de la leche y se encontró disueltas en proporción promedio de 0,36% β-lactoglobulina, 0,13% α-lactoalbúmina, 0,04% seroalbúmina. La proteína β-lactoglobulina es la más predominante en la serie del grupo sérico, mientras que la seroalbúmina es la más escasa (Figura 3).



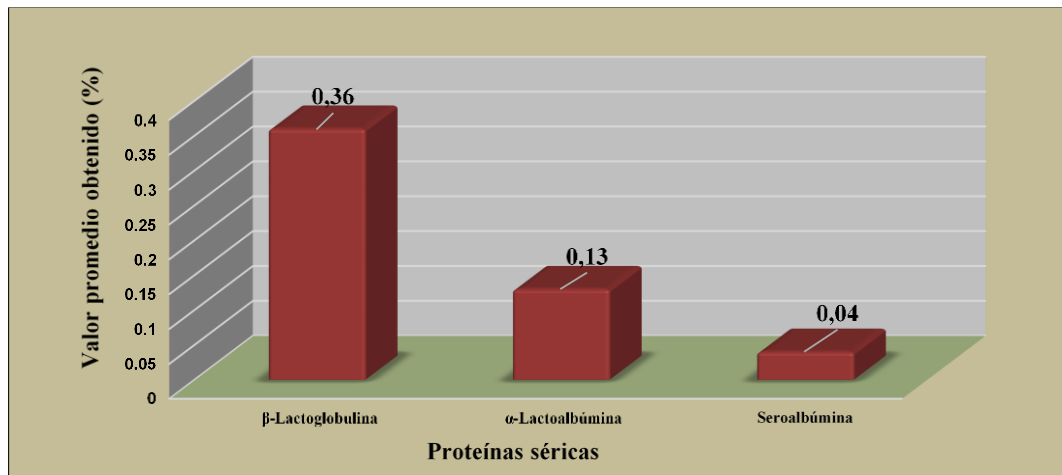
Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

En cuanto a las proteínas caseínas, se identificaron cuatro tipos: alfa, beta, kappa, gamma, en concentraciones promedios de 2,08; 0,50; 0,37 y 0,12%, respectivamente (Figura 4). La caseína alfa es la más abundante en la leche de ganado Jersey y en proporción minoritaria la caseína Ye. La diversidad de caseínas refiere el potencial nutricional de la leche para la elaboración de variedades de quesos en los procesos lácteos.



Fuente: Pruebas de Carbohidratos, proteínas, lípidos y minerales, 2018. Laboratorio del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA).

Figura 2. Sólidos totales en la leche de ganado Jersey.

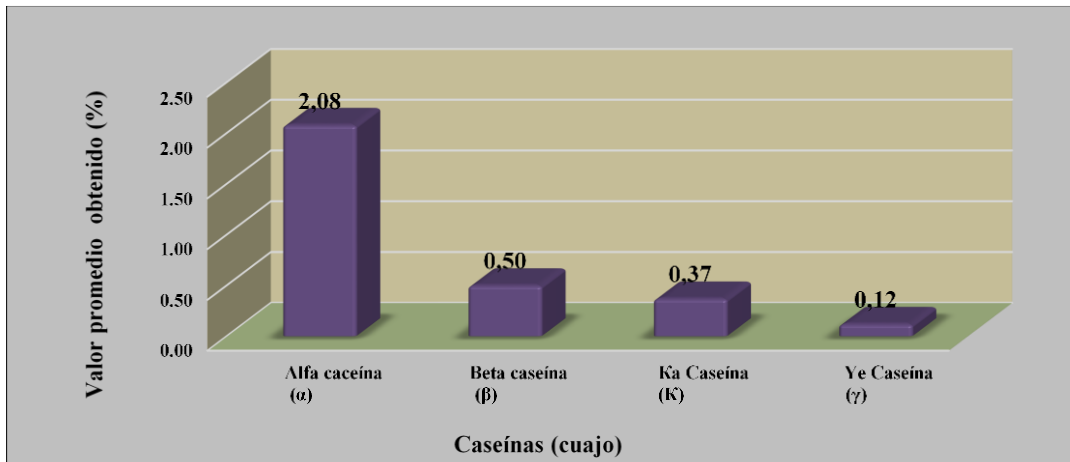


Fuente: Pruebas de proteínas séricas, 2018. Laboratorio de la empresa procesadora de lácteos Riba Smith.

Figura 3. Proteínas séricas (suero) en la leche de ganado Jersey.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

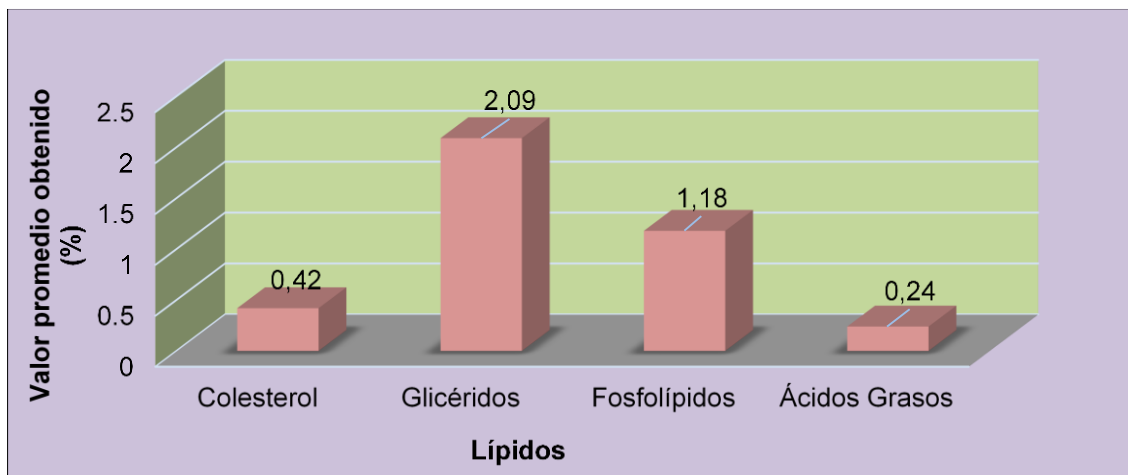


Fuente: Pruebas de proteínas caseínas, 2018.
Laboratorio de la empresa procesadora de lácteos Riba Smith.

Figura 4. Proteínas en suspensión (caseínas) en la leche de ganado Jersey.

Análisis de lípidos

Los glicéridos constituyen el componente preponderante en los cuerpos grasos, por lo que, se deduce que aporta la mayor cantidad de calorías en la leche de ganado Jersey, mientras que los ácidos grasos en comparación con los demás grupos, aportan la menor cantidad de calorías y refiere otra fuente de energía nutricional. Las pruebas de separación de las grasas indicaron que los ácidos grasos, están asociados con el aroma de la leche, por la presencia de olores característicos agradables e intensificados (Figura 5).



Fuente: Pruebas de colesterol, glicéridos, fosfolípidos, ácidos grasos, 2018.
Laboratorio del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA).

Figura 5. Lípidos en la leche de ganado Jersey.

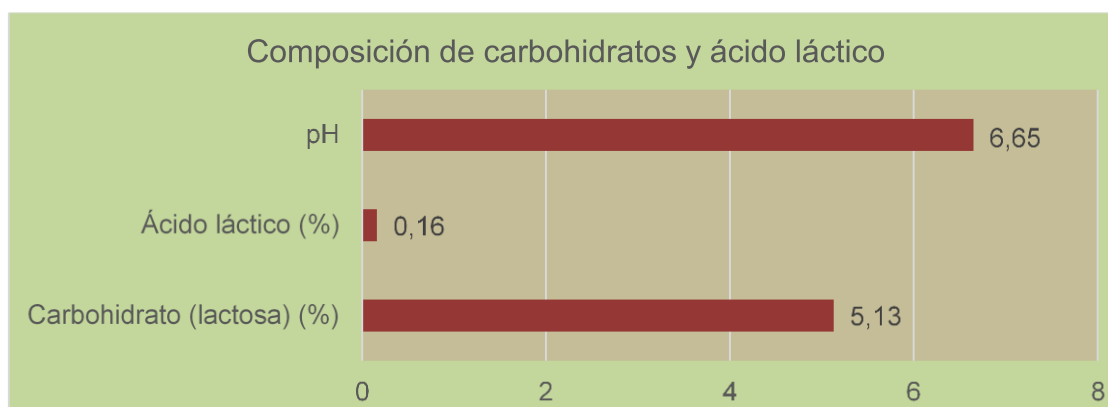


Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Análisis de carbohidratos y ácido láctico

La lactosa fue identificada como azúcar neutro, determinante en el sabor relativamente dulce de la leche de ganado Jersey, según prueba sensorial y cuya concentración promedio obtenida (Figura 6), fue mayor que la descrita en 5,2% por Astiasarán y Martínez, 2003.

En cuanto al ácido láctico, la presencia de este componente en la leche es indicador de procesos de fermentación láctica, es decir, procesos de degradación de la lactosa, por lo tanto, revela la potencialidad de la leche de ganado Jersey para la elaboración de productos lácticos fermentados. El valor promedio obtenido del ácido láctico (Figura 6), indica la concentración superior al referido en 0,03%, según Astiasarán y Martínez, 2003. La concentración de ácido láctico refiere medios ácidos, por lo que, se deducen como inhibidores para el crecimiento de colonias bacterianas perjudiciales. El pH promedio obtenido de 6,6 en la leche, según comparación en la escala de pH de 6,6 a 7,3, es neutro y no indica deterioro por degradación bacteriana (fermentación láctica).



Fuente: Pruebas de lactosa y ácido láctico, 2018.
Laboratorio del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA).

Figura 6. Carbohidratos, ácido láctico y pH en la leche de ganado Jersey.

Análisis de vitaminas

De acuerdo con el análisis de minerales en la leche, se identificaron 10 vitaminas, las cuales están presentes en cantidades muy pequeñas (Cuadro 2). La diversidad de vitaminas expresa la composición compleja de nutrientes en la leche y la posibilidad de uso en los procesos lácteos.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Las vitaminas D, B9, y C fueron las de mayor valor promedio con 59,13µg, 7,12 µg y 2,96 µg, respectivamente, por lo que, constituyen vitaminas predominantes. Se atribuye el gran valor vitamínico que posee la leche de ganado Jersey para la producción láctea y en los esquemas nutricionales.

Cuadro 2. Vitaminas de la leche entera de ganado Jersey.

Vitaminas	Valor promedio obtenido
Vitamina A (µg)	59,13
Vitamina D (µg)	0,09
Vitamina E (mg)	0,09
Vitamina C (mg)	2,98
Vitamina B1 (Tiamina) (mg)	0,09
Vitamina B2 (Riboflavina) (mg)	0,30
Vitamina B3 (Niacina) (mg)	0,99
Vitamina B6 (Piridoxina) (mg)	0,08
Vitamina B9 (Ácido Fólico) (µg)	7,12
Vitamina 12 (Cobalamina) (µg)	0,40

Fuente: Pruebas de vitaminas, 2018.
Laboratorio de la empresa procesadora de Lácteos Riba Smith.

Análisis de enzimas

Las enzimas identificadas en la leche de ganado Jersey fueron proteasa, lactasa y lactoperoxidasa, las cuales se determinaron en trazas muy pequeñas. El factor que evidencia la presencia de proteasa es la formación del cuajo en la leche, cuya catálisis se determinó a temperatura (° C)/tiempo que inactiva en valor promedio de 71° C/16 min. Refiere que a la temperatura indicada la velocidad de reacción de la proteasa sobre la caseína es relativamente corta para obtener la cuajada de la leche y posterior se inactiva. El comportamiento de la actividad enzimática de la proteasa constituye un potencial importante a considerar en el proceso lácteo de fabricación del queso (Cuadro 3).

En el caso de la lactasa, la actividad enzimática para degradar la lactosa se obtuvo en 54° C/10 min y el factor identificado fue el dulzor perceptible, lo que indica la influencia de la lactasa en el sabor de la leche.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Cuadro 3. Enzimas identificadas en la leche de ganado Jersey.

Enzimas identificadas	Sustrato degradado	Temperatura (°C)/Tiempo que inactiva (minutos) Valor promedio obtenido	Trazas obtenidas (presencia o ausencia)	Factor identificado antes de la inactivación	Indicador identificado
Proteasa	Caseína	71° C/16 min	Presente	Formación de cuajo	Proceso lácteo
Fosfatasa alcalina	Lípidos	63° C/21 min	Ausente	Termo labilidad (irresistencia térmica)	Control de pasteurización
Lipasa	Lípidos	64° C/9 min	Ausente	Rancidez imperceptible	Control de calidad (sabor)
Lactasa	Lactosa	54° C/10 min	Presente	Dulzor perceptible	Proceso lácteo
Catalasa	Caseína	71° C/31 min	Ausente	Inexistencia de Patógenos	Indicador de infección
Lactoperoxidasa	Lactosuero	76° C/20 min	Presente	Inhibidor de crecimiento de microorganismos	Control de grado de calentamiento

Fuente: Pruebas de enzimas, 2018. Laboratorio de la empresa procesadora de Lácteos Riba Smith.

La enzima lactoperoxidasa, indica que se inactiva a 76° C/20 min, lo que refiere mayor durabilidad de la actividad enzimática a alta temperatura, en comparación con las demás enzimas y el factor identificado fue el decrecimiento de microorganismos. Se deduce que ésta enzima actúa como un inhibidor de crecimiento de microorganismos.

La actividad enzimática de la Fosfatasa alcalina, resulta inactiva a 63° C/21 min y el factor identificado es la termolabilidad, por lo tanto, constituye un indicador de pasteurización.

Por el contrario, la lipasa se inactiva a 64° C/9 min y el factor identificado fue la rancidez imperceptible, el cual se asocia al olor desagradable y representa un indicador de control de la calidad.

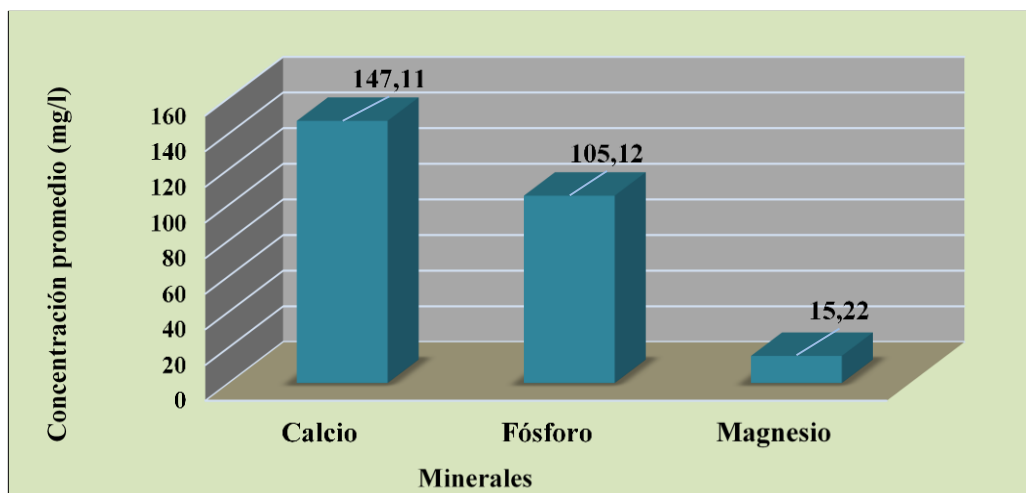
La enzima catalasa se inactiva aproximadamente a 71° C/31 min. En comparación con las demás enzimas estudiadas, la durabilidad de la actividad enzimática es mayor y el factor identificado es la inexistencia de patógenos, por lo que, se identifica como un indicador de infección.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Análisis de minerales

El calcio es el mineral más abundante con valor promedio de 147,11 mg/l, lo que revela el potencial nutritivo que presenta la leche de ganado Jersey. En cantidades moderadas, el fósforo y relativamente pequeña, el magnesio (Figura 7). Se determinó que los valores promedios se encuentran en concentraciones superiores a los estándares de referencia: calcio fluctúa entre 15% y 18%, fósforo entre 10% y 12% y magnesio entre 11% y 13% (Ceballos et al., 2004).



Fuente: Pruebas de calcio, fósforo y magnesio, 2018.
Laboratorio de la empresa procesadora de Lácteos Riba Smith.

Figura 7. Minerales en la leche de ganado Jersey.

Análisis microbiológico

El recuento total promedio de microorganismos en la leche de ganado Jersey, procedente del ordeño grado A, se identificó como un indicador de contaminación por heces, de acuerdo con la referencia anteriormente mencionada. El grado de contaminación por coliformes fecales se obtuvo en 800 UFC/ml (Cuadro 4) en leche cruda con niveles inferiores muy por debajo de los estándares (Botina y Ortíz, 2013). La leche presenta buena calidad higiénica, por lo que, el manejo durante el ordeño, limpieza de instalaciones, almacenamiento y transporte, constituyen factores influyentes. La aplicación de tratamiento térmico a posteriori (ultrapasteurización), originó valores nulos de coliformes fecales.

En cuanto al recuento total de células somáticas, se identificó como un indicador de infección, obtenidos en 1,000 UFC/ml, indican valores inferiores en comparación con los



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

reportados en los estándares por Botina y Ortíz (2013). Se deduce que el rebaño de ganado Jersey, en la zona geográfica estudiada, se mantienen sanos sin problemas de mastitis (Cuadro 4).

Cuadro 4. Calidad microbiológica de la leche de ganado Jersey, grado A.

Microorganismos	Valor Promedio Obtenido *(UFC/ml)	Características de la Leche	Indicador identificado	Resultado Obtenido
Recuento de Células Somáticas	1,000	Leche entera grado A	Indicador de infección	Inferior a los niveles (ver referencia en introducción)
Recuento de Coliformes Fecales	800	Leche entera grado A	Indicador de contaminación por heces	Positivo
Recuento de Patógenos	Ausente	Leche entera grado A	Indicador de infección	Negativo

***UFC: Unidades Formadoras de Colonias (UFC)**

Fuente: Pruebas microbiológicas, 2018. Laboratorio del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA).

En el análisis no se reportó microorganismos patógenos, lo que indica ausencia de unidades formadoras de colonias perjudiciales a la salud, es decir, microorganismos que generan enfermedades.

Se reconoce que las células somáticas y coliformes fecales presentes en la leche, caracterizan las condiciones de salubridad de la leche y los niveles de concentración de los microorganismos dependen de factores de manejo y procesos de pasteurización.

Análisis comparativo de la composición química de la leche

Se determinó en el análisis comparativo (Cuadro 5), que la composición química promedio obtenida en la leche de ganado Jersey, es más concentrada en los componentes de lactosa y proteínas que las de referencia dadas por De los Reyes et al. (2010) en las razas Guernsey, Suizo Pardo, Ayrshire y Holstein. El hallazgo indica que la leche de ganado Jersey contiene mejores propiedades químicas. Por el contrario, la concentración de grasa en la leche es menos concentrada que las de referencia en las razas mencionadas, además, se revela el potencial de la leche de ganado Jersey para la fabricación de productos lácteos bajo en grasa.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

La composición fisicoquímica de la leche de ganado vacuno, varía de acuerdo con las raza o especie, lo que sugiere la incidencia de factores fisiológicos, genéticos y ambientales. Según los resultados, la especie Jersey es la que aporta mejor composición nutricional.

Cuadro 5. Análisis comparativo de la composición química de la leche de ganado Jersey.

Composición Química de la Leche Cruda	Razas de Ganado Vacuno				
	Jersey	Guernsey	Suizo Pardo	Ayrshire	Holstein
	Valor Promedio Obtenido (%)	Referencia (%)	Referencia (%)	Referencia (%)	Referencia (%)
Lactosa	5,13	4,93	5,04	4,67	4,87
Proteína	3,60	3,58	3,57	3,53	3,32
Grasa	3,93	4,95	4,01	4,00	3,40
Minerales	0,96	S/R	S/R	S/R	S/R
Sólidos Totales	13,62	13,46	12,62	12,20	11,59

Nota: Sin Registro (S/R)

Fuente: Pruebas físico-químicas y microbiológicas. 2018. Laboratorio del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA). Referencia (%) De los Reyes et al. (2010).

CONCLUSIONES

- Las características organolépticas identificadas en la leche de ganado Jersey, califican la leche como producto de buena calidad. Además, se caracteriza por la variedad y composición química de compuestos orgánicos como las proteínas, lípidos y minerales, por lo que, representan la riqueza nutritiva del producto lácteo.
- Las proteínas presentes en la leche de ganado Jersey es diversa y corresponden a la variedad alfa caseína (α), beta caseína (β), kappa caseína (κ), gamma caseína (γ). Sus concentraciones son superiores a los establecidos en los estándares de referencia. Los glicéridos y fosfolípidos son los grupos lipídicos preponderantes en la leche, en función de su concentración, lo que confiere buena calidad; mientras que la baja concentración de colesterol es favorable.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

- La lactosa se encuentra en mayor proporción porcentual en la leche de ganado Jersey, que las proteínas, grasas y vitaminas. Las diez vitaminas identificadas en concentraciones de trazas, revelan la diversidad de nutrientes.
- Las seis enzimas identificadas y su comportamiento evidencian la actividad enzimática con formación de cuajo, termolabilidad, dulzor, inhibidor e indicador de infección, importantes en los procesos lácteos.
- La leche de ganado Jersey contiene los principales minerales que son el calcio, fósforo y magnesio, en concentraciones superiores a los estándares de referencia, importantes en la calidad del producto y la salud humana. También, demostró el alto potencial que tiene el producto, para el aprovechamiento en la industria láctea y generación de nuevos productos lácteos, importantes en la seguridad alimentaria.

REFERENCIAS

- Acevedo, R. L., Severiche, S. y Castillo, M., (2013). *Biología y microbiología ambiental: Prácticas de laboratorio*. España. Editorial EUMED.NED. 94 p.
- Artica M., L. (2014). *Métodos para el análisis Físicoquímico de la leche y sus derivados*. (2 ed). Huncayo. Editorial Libros y Editores S.A. Huancayo, Perú, 173 p.
- Astiasarán, I., y Martínez, A. (2003). *Alimentos. composición y propiedades*. (2ª edición). Madrid, España. Editorial McGraw-Hill – Interamericana de España, S. A. 364 p.
- Autoridad Nacional del Ambiente. (2014). *Plan de manejo de la cuenca hidrográfica del Río Chiriquí Viejo, No. 102*: con apoyo de: Banco Interamericano de Desarrollo (BID)/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Panamá, República de Panamá. 305 p. <https://cuencas.miambiente.gob.pa/planes-de-manejo/>
- Bello, A. (2009). *Producción de enzimas en la industria láctea (lactasa y renina)*. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Escuela de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y A Distancia (UNAD). 150 p.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

<https://es.scribd.com/document/344110813/Produccion-de-Enzimas-de-La-Industria-Lactea>

Botina, E., y Ortíz, D. (2013). *Evaluación de la calidad fisicoquímica, composicional y microbiológica de la leche cruda comercializada en el Corregimiento de Catambuco*. [Tesis de Pregrado] Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño. Colombia. 117 p. <https://sired.udenar.edu.co>

Castañeda, M. D., Santamaría, D., Ávila. D. M., Bautista, A., Espinosa, A., Laguna, L., Munguía, R., y García, E. (2021). Detección cualitativa alterna de lactoperoxidasa en leche. *Revista RD ICUAP*, 7(21), 63-77. <http://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/573>

Ceballos, A., Villa, N., Bethancourt, T., y Roncancio, D. (2004). Determinación de la concentración de calcio, fósforo y magnesio en el periparto de vacas lecheras en Manizales. Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 17 p. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323932>

Del Cid, E. (2006). *Industrias lácteas*. www.senasa.gov.ar.

De los Reyes, G., Molina, B., y Coca, R. (2010). *Calidad de la leche cruda: Primer foro sobre ganadería lechera de la zona Alta de Veracruz*. Sistemas Pecuarios del Estado de Veracruz. Memorias. México. 10 p. https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELAL ECHECRUDA.pdf

Ekomilk Horizon LTD. (2015). *Operating instructions*. Milk Analyzer Milkana Kam98-2^a. Bultech 200 Ltd. Stara Zagora Bulgaria. 26 p. https://ekomilkhorizon.com/?url=https://ekomilkhorizon.com/&id=P0067&qclid=EAlaQobChMI_aKr4sT5-wlVSolaBR146AS1EAAAYAAAEgKjEPD_BwE



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Heer, G. (2007). *Microbiología de la leche: Cátedra de tecnología de la leche*. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNI. 19 p.

<https://docplayer.es/4014054-Facultad-de-ciencias-veterinarias-uni-catedra-de-tecnologia-de-la-leche-microbiologia-de-la-leche-ano-2007-dr-geronimo-e-heer.html>

Juca, D., y Pérez, P. (2010). *Métodos para determinar la lactosa en la leche*. [Tesis de pregrado]. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Ecuador. 146 p.

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2427/1/tq1068.pdf>

Kutcher, C. R. (1998). *Determinación de células somáticas en calostro Post-Parto de vacas de lechería mediante dos métodos de recuento* [Tesis de pregrado]. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. 32p.

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/1998/fvk.97d/doc/fvk.97d.pdf>

López, H., Oropeza, I., y Betancourt, C. (2017). Determinación de la concentración de calcio, magnesio y potasio en leche líquida de tres marcas comerciales, empleando la técnica de espectroscopia atómica. *Revista de Investigación*, 41(90), 120-133.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142017000100009

López, J. M. (2013). *Medición de densidad de líquidos mediante hidrómetros y procesamientos de imágenes digitales*. Departamento de Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico de Celaya, Guanajuato, México. 587-592 p.

Luquez, L. (2001). *Biología Láctea. Industrias y Servicios*. (sin referencia editorial).

Pássaro, C., Rivera, C., Román, M., Cardona, L., Muñoz, L., Gómez, D., Quiceno, J., y Rojas, L. (2016). *Guía sobre principios básicos de cromatografía y sus aplicaciones*. Tecnoparque Nodo Río Negro, Antioquía. Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Parr Instrument Company. (2019). *Calorimeter operating instructions*. <https://www.parrinst.com/es/products/oxygen-bomb-calorimeters/6755-solution-calorimeter/>

PCE Instrument. (2017). *Refractometer operating instructions*. https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/refractometro-kat_70145.htm

PCE Instrument. (2019). *Viscometer operating instructions*. https://www.pce-instruments.com/espanol/instrumento-medida/medidor/viscosimetro-kat_151249.htm

Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). (2017). IBM SPSS Statistics. Versión 25.0 <https://www.statisticssolutions.com/spss-statisticalpackageforsocialsciences/>

Vásquez, K. (2018). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica de leche entera ultrapasteurizada (UHT) procesadas en las empresas lácteas establecidas en Nicaragua*. Laboratorio de Fisicoquímica de Lácteos Centroamericanos [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Departamento de Química. Managua, Nicaragua. 120 p.

Zamora, E. (2007). *Evaluación objetiva de la calidad Sensorial de alimentos procesados*. Ministerio de Educación Superior. La Habana, Cuba. Editorial Universitaria. 270 p.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las Fincas del distrito de Tierras Altas, provincia de Chiriquí, por proporcionar el hato de ganado Jersey para la toma de muestras de leche. Igualmente, a los colaboradores del Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA) y Universidad Tecnológica de Panamá, por facilitar los laboratorios para la realización de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas. También, un agradecimiento al laboratorio fisicoquímico y microbiológico, planta térmica de pasteurización, ultrapasteurización y esterilización de la Empresa Procesadora de lácteos Riba Smith, provincia de Panamá, por su apoyo en el proyecto.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).