

Comportamiento de la producción lechera criolla en la microempresa familiar campesina en Guaranda-Bolívar, Ecuador

Performance of local dairy production in small family farms in Guaranda-Bolívar, Ecuador

 Iván A. Analuisa¹

 Adrián Fierro¹

 Moisés Palma¹

 Aníbal O. Zambrano¹

 María Loor Morán¹

 Ruth Solorzano²

iaanaluisa@espam.edu.ec 

1.- Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manabí, Ecuador

2.- Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador

Recibido: 23/06/2025

Revisado: 28/07/2025

Aceptado: 06/10/2025

Publicado: 06/01/2026

RESUMEN

La microempresa ganadera lechera en la provincia de Bolívar-Ecuador, brinda oportunidades de desarrollo a los sistemas de producción de pastoreo. El objetivo de la investigación es evaluar la calidad de la leche en vacas criollas y la evaluación del sistema de producción. Se consideró al total de las vacas en producción 106 y los sistemas productivos familiares 6 de la Asociación de productores “La Esperanza”. El trabajo fue descriptivo, no experimental y de observación, realizando toma de muestras de la leche, elaborando fichas de observación posteriormente creando en Excell la base de datos, procesando en *Google Collaboratory* y sus librerías. Los resultados muestran una variedad entre los seis sistemas de producción de las UPAS. Obteniendo valores entre 11 a 15 litros/vaca/día variando por la cantidad de vacas en producción. Los resultados en las pruebas de leche muestran diferencias significativas para el porcentaje de grasa ($p=0,0003$), proteína verdadera ($p=0,0281$), el porcentaje de sólidos no grasos ($p=0,0048$) y el parámetro CET ($p=0,0253$). La variedad distingue a cinco grupos en la escala de Ward a una distancia de 350, para posteriormente observarse una similitud a una distancia menor a los 50. Los sistemas productivos muestran deficiencias tecnológicas.

Palabras clave: Leche, microempresa familiar, pastoreo, producción lechera, vaca criolla.

ABSTRACT

Small dairy farms in the province of Bolívar, Ecuador, provide opportunities for the development of grazing production systems. The objective of the research is to evaluate the quality of milk from Creole cows and the production system. A total of 106 cows in production and six family production systems belonging to the “La Esperanza” producers’ association were considered. The work was descriptive, non-experimental, and observational, involving milk sampling, the creation of observation sheets, and the



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Rev. Investigaciones ULCB. Ene - Jul.13(1), 2026; ISSN: 2409 - 1537;23-38

subsequent creation of a database in Excel, processed in *Google Collaboratory* and its libraries. The results show a variety among the six production systems of the UPAS. Values between 11 and 15 liters/cow/day were obtained, varying according to the number of cows in production. The results of the milk tests show significant differences in the percentage of fat ($p=0.0003$), true protein ($p=0.0281$), the percentage of non-fat solids ($p=0.0048$), and the CET parameter ($p=0.0253$). The variety distinguishes five groups on the Ward scale at a distance of 350, with a similarity subsequently observed at a distance of less than 50. The production systems show technological deficiencies.

Keywords: Milk, family microenterprise, grazing, milk production, creole cow.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el sector agropecuario tiene gran importancia para la economía, ya que es la principal fuente de empleo en el país, actualmente representa el 29,4 % de la población económicamente activa. La participación de este sector frente al PIB la ha convertido en uno de los principales pilares de la economía nacional (Chuncho *et al.*, 2021). Según datos del Centro de la Industria Láctea (CIL), la producción nacional de leche alcanzó los 5,7 millones de litros diarios en 2023, de los cuales, el 51,8 % corresponde a la industria formal. Las principales provincias productoras son Pichincha, Santo Domingo, Cotopaxi, Manabí y Carchi, que en conjunto representan más del 60 % de la producción total, como se muestra en la Figura 1. La producción lechera en Ecuador se realiza principalmente en pequeñas y medianas unidades productivas. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en 2023, el 16 % de las Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs) dedicadas a la producción de leche eran pequeñas, el 21 % medianas, el 9 % grandes y el 55 % muy grandes.

La agricultura familiar representa el 84,5 % de las UPAs con una concentración de 20 % de la tierra, cuenta con 37 % del agua para riego y se dedica principalmente a la producción para la satisfacción de

las necesidades básicas (FAO, 2024). Estos productores, enfrentan desafíos como la falta de tecnificación, el acceso limitado a crédito y la volatilidad de los precios, lo que afecta su rentabilidad y sostenibilidad. El sistema de producción sigue siendo mayoritariamente de pastoreo tipo extensivo, tradicional, que no tiene como estrategia el mejoramiento permanente del paquete tecnológico como base para incrementar la productividad de los factores y lograr un incremento de la producción total. El 78 % de unidades productivas pequeñas con ganado vacuno no utiliza sobrealimento. De acuerdo con datos de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2018); el 83 % de las unidades productivas con ganado vacuno son pequeñas, de hasta 20 hectáreas, mientras que apenas el 6 % son consideradas grandes con más de 50 hectáreas. Las pequeñas explotaciones contribuyen a su vez con el 50 % de la producción de leche, mientras que los grandes aportan el 31 %. La producción de leche está concentrada en una estructura de producción de muchas fincas de pequeños y medianos productores.

La provincia Bolívar cuenta con 26 703 UPAs, posee 196 524 ejemplares bovinos, de ellos 154 732 son criollos, 40 970 mestizos y 386 son pura sangre y un total

de 53 111 vacas de ordeño, para una producción total de 270 139 litros (Sánchez, 2016). Las UPAs en el sector de Paltabamba, constituyen pequeñas unidades de producción, caracterizados por un conjunto de terrenos, infraestructura, maquinaria, equipos y animales utilizados en la producción agropecuaria. Las familias realizan prácticas agropecuarias de explotación lechera, incluyendo manejo y alimentación de ganado lechero, donde predominan en ciertos casos razas como la Holstein, Brown Swiss, Jersey y una mezcla de ellas, llamadas comúnmente vacas criollas.

Actualmente, existe una carencia de estudios actualizados que diagnostiquen la situación real de los sistemas de producción bovina en la provincia de Bolívar. Esta falta de información dificulta la identificación de los desafíos y oportunidades que enfrentan los productores, así como la implementación de estrategias efectivas para mejorar la eficiencia y la calidad de la producción lechera. Además, son escasas las publicaciones que aborden aspectos fundamentales como la calidad de los suelos y la calidad de los pastos utilizados en la alimentación del ganado, factores que tienen un impacto directo en la salud y productividad de los animales, así como en la calidad de la leche obtenida. Por ello es necesario evaluar la calidad y composición de la leche de vacas criollas en diferentes sistemas de producción.

La producción mundial de leche de vaca ha aumentado constantemente durante los últimos años, el principal productor de leche de vaca en el mundo fue la Unión Europea (UE), en el año 2023, en ese año los 27 países que conforman la UE produjeron más de 143 millones de toneladas métricas de vaca, seguido de Estados Unidos el cual

ocupa el segundo lugar con un volumen producido de alrededor de 104 millones de toneladas métricas. Seguidos de China e India ocupan el tercer y cuarto lugar con 99,5 y 40,9 millones de toneladas métricas, por otra parte para la región de Sudamérica Brasil destaca con 24,5 , seguido de México y Argentina con 13,25 y 12 millones de toneladas métricas respectivamente (Shahbandeh, 2023).

De acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la producción de leche a nivel nacional en el año 2023 fue de 5,5 millones de litros, destacando la región sierra con 4,3 millones de litros que representa el 77,7 % de la producción total como se muestra en la Figura 1, seguido de la región Costa con el 18,3 % y la Amazonia con el 4,0 %. En relación al promedio de litros de leche de vaca producida, la región sierra sobresale con un rendimiento de 7,7 litros/vaca, debido a la gran cantidad de ganado lechero y los pastos, la Amazonia ocupa el segundo lugar con 5,5 litros/vaca y la Costa el tercer lugar con 4,3 litros/vaca (Ipiales y Cuichàn, 2023).

En la provincia Bolívar sus grandes áreas de pastizales permiten que tenga una gran extensión para la ganadería, aunque en esta región son aún bajos los niveles productivos (Garcés, 2020). La producción de leche en el año 2019 obtuvo un incremento significativo de 200 832 litros, con relación al rendimiento promedio de leche por vaca a nivel de país, se ha tenido un incremento de 4,39 litros, sin embargo, se ha evidenciado que aún existe muy poca inversión para el fortalecimiento del sector lechero de acuerdo con las cifras proporcionadas por la ESPAC (Centro de la Industria Láctea (CIL), 2019).

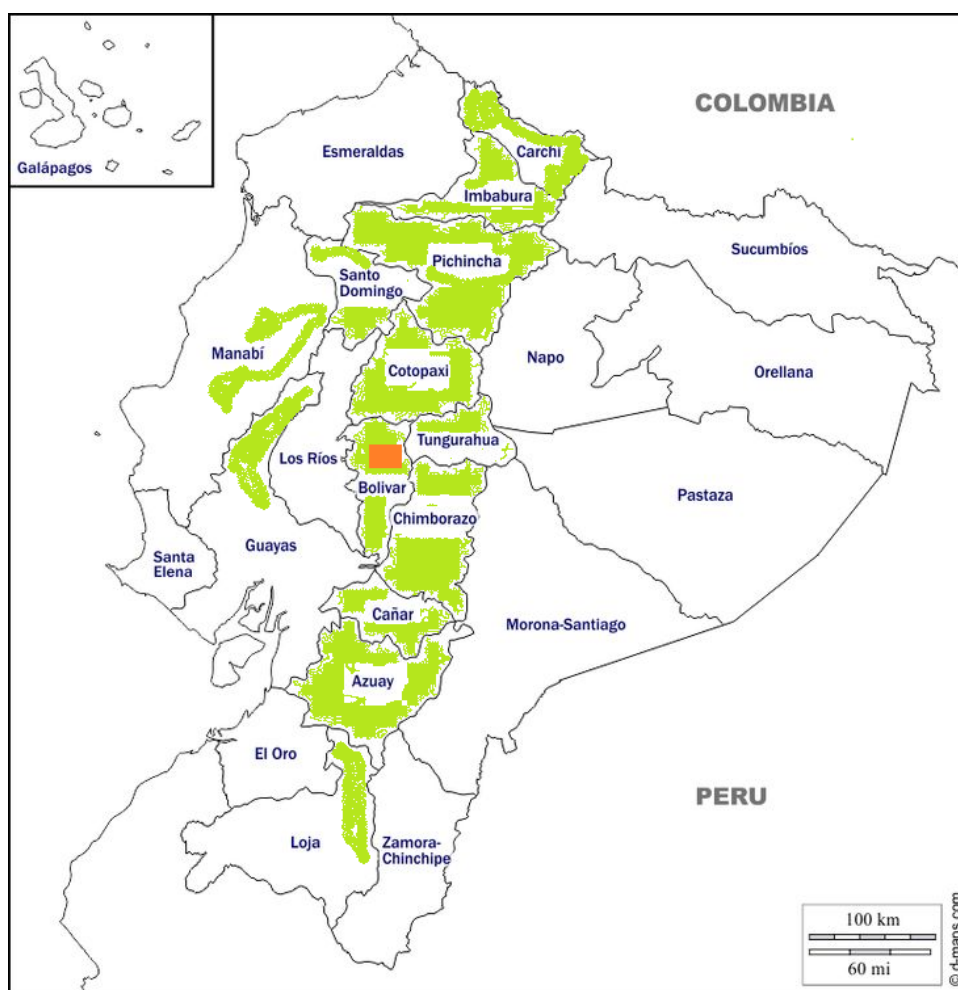


Figura 1: Principales zonas lecheras en el Ecuador. Localización del estudio.

La calidad de la leche es un aspecto fundamental a tener en cuenta dentro de la industria láctea, la calidad de la leche se ve influenciado por diversos factores como, la mastitis, la reproducción, la alimentación y el recuento de células somáticas. Estudios demuestran y resaltan la importancia de hacer énfasis para controlar la calidad de la leche debido a su alta susceptibilidad a microorganismos patógenos (Sommer y Richter, 2022). Es así como la leche de alta calidad se define como un alimento que tiene sabor agradable, sin olores, posee una adecuada composición química, libre de agentes patógenos y contaminantes que

puedan afectar la calidad (Contero *et al.*, 2021 y Salazar y Cochet, 2016).

Armas, (2017), manifiesta que la calidad de la leche puede considerarse de dos aspectos esenciales que no son independientes, la calidad química que está formada por composición, características sensoriales, su valor nutritivo y la calidad higiénica de la leche asociada a la cantidad y tipo de microorganismo, alcanzar los niveles óptimos de calidad de la leche, que garantizan su inocuidad, es un reto para los productores y comercializadores, esto se debe a los numerosos riesgos a los que se expone, desde su creación hasta su llega-

da a los consumidores, así como a factores económicos que limitan la disponibilidad de equipamiento eficiente (Valdivia-Ávila *et al.*, 2020).

La leche cruda de vaca puede estar contaminada por microorganismos originarios de la misma ubre, por patógenos zoonóticos desprendidos de los animales infectados o por otros microorganismos presentes en el ambiente (van de Langerijt *et al.*, 2022), estos organismos ambientales podrían ser transferidos a la leche a través de la mala higiene, el enfriamiento inadecuado de la leche durante el transporte también es otro aspecto que puede influir en la calidad al aumentar la tasa de crecimiento bacteriano antes de que la leche llegue a los centros de recolección de leche (Ndahetuye *et al.*, 2020).

La calidad microbiológica de la leche es fundamental para garantizar la seguridad del alimento y su valor nutricional, algunos estudios han demostrado que la leche puede estar contaminada con la presencia de diversos microorganismos, comprendidas bacterias comunes como, estafilococos, estreptococo y corynebacterium (Larionov *et al.*, 2022). Los factores que inciden en la contaminación microbiana de la leche incluyen desde la limpieza del equipo, instalaciones para el ordeño, las prácticas de ordeño y el lavado de manos. Estudios han puesto de realce la importancia de cumplir con las normas higiénicas y veterinarias con la finalidad de evitar un alto grado de contaminación microbiana de la leche (Afreen *et al.*, 2022), además hay que tener en cuenta que la calidad microbiológica de la leche puede variar según la estación, las prácticas de ordeño y manejo de las vacas y los protocolos de higiene durante el procesamiento de la leche, lo cual

incide en la calidad del producto final (Paludetti *et al.*, 2019).

El recuento de células somáticas, es un parámetro importante en la industria de la leche, debido a que esta refleja el estado de salud del animal, además de la calidad y seguridad de la ubre, un nivel alto de células somáticas presentes en la leche indica mastitis subclínica, lo que afecta a la composición de la leche y por ende a la calidad de la leche (Darbaz *et al.*, 2023). En el recuento de SCC influyen diversos factores como la especie animal, el estado de lactancia, factores individuales, ambientales y el manejo del bovino, la mastitis puede afectar a un solo cuarto de la ubre o a varios de ellos, además la función inmunitaria de la ubre, las células somáticas proporcionan numerosas enzimas endógenas (Hossain *et al.*, 2021; Jurado-Gámez *et al.*, 2020 y Riveros-Galán y Obando-Chaves, 2021).

Los residuos de antibióticos presentes en la leche tienen un impacto significativo en su calidad y representan riesgos para la salud de los consumidores, estudios realizados han demostrado que los residuos de antibióticos, en especial los betalactámicos y las tetraciclinas, suelen estar presentes en las muestras de leche (Khatib *et al.*, 2023). En muchos países el uso de antibióticos para tratar infecciones de la ubre de las vacas, constituye un componente clave del control de mastitis, debido al uso generalizado de antibióticos para el tratamiento de mastitis en vacas lecheras (Kebede *et al.*, 2014).

La leche de buena calidad no debe contener sustancias nocivas o tóxicas como los medicamentos antimicrobianos, que alteren sus características, en la mayoría de las lecherías convencionales, las vacas son tratadas normalmente con antibióticos

como medida preventiva. Se han empleado métodos de detección como BetaStar Combo y LC-MS/MS para identificar trazas de antibióticos en la leche (Layada *et al.*, 2023), lo que pone de manifiesto la necesidad de aplicar medidas rigurosas de control. Cuando la leche no es inocua se genera una disminución del valor nutricional debido a la alteración en su composición (Puga-Torres *et al.*, 2024), lo cual genera un aumento del riesgo microbiológico por contaminación y esto puede deberse a la presencia de residuos de antibióticos por el uso inadecuado de antibióticos (Chacón, 2017; Maheswari *et al.*, 2023; Roca, 2020 y Sugrue *et al.*, 2019).

El test de acidez de la leche de vaca es crucial para evaluar la calidad del líquido, esta prueba mide la cantidad de ácido láctico presente en la leche, el cual muestra el grado de fermentación y deterioro de esta, la acidez normal de la leche de vaca oscila entre 0,13 y 0,17 % de grado Dornic, se determina mediante la titulación de la leche con el uso de una solución alcalina estándar, empleando fenolftaleína como indicador (Gemechu, 2016). La prueba de acidez se realizó a través de la titulación de una muestra de leche con una solución de hidróxido de Sodio, es así como la acidez de la leche permite estimar el grado de deterioro que han generado los microorganismos lácticos en la leche, asociándolo con el cuidado, higiene y conservación que se ha tenido, está se comprueba mediante la titulación de una muestra de leche (Babege *et al.*, 2020).

Por lo general la leche posee una reacción iónica cerca a la neutralidad que varía entre 6,6 y 6,8 debido a la presencia de caseína y fosfatos, el pH es un indicador importante de la calidad y frescura. Mantener un pH estable es fundamental para

evitar y prevenir el crecimiento bacteriano, a su vez detener el deterioro de la calidad láctea, cualquier desviación o anomalía del pH normal de la leche facilita el desarrollo de microorganismos indeseables, dando como resultado la rápida descomposición de los componentes de la leche (El-Araby *et al.*, 2020).

La densidad de la leche de bovinos esta influenciada por diversos factores como la temperatura, los grupos genéticos, la densidad de población y los componentes de la dieta, los cuales tienen como propósitos la evaluación de las propiedades composicionales y físico químicas y las condiciones de procesamiento (Parmar *et al.*, 2021). La densidad oscila entre 1,027 y 1,035 g/cm³ a una temperatura de 25 °C, está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua contenida en la leche, al realizar un análisis de densidad, se debe tomar una muestra fresca y mezclar suavemente sin que haya incorporación de aire (Anwer *et al.*, 2018; Demera, 2021; De Silva *et al.*, 2016 y Montero-Prado *et al.*, 2021).

El contenido de sólidos totales en la leche es un indicador fundamental de su calidad y contenido nutricional, la leche que posee un alto contenido de sólidos totales es apetecida para la producción de productos lácteos (Saberri *et al.*, 2020). Los sólidos totales de la leche incluyen grasas, proteínas, lactosa y minerales, el contenido de sólidos totales de la leche se determina generalmente a través del método de secado en horno, el cual implica la evaporación del agua de una cantidad conocida de leche y el pesaje de la muestra seca residual (Hegazi *et al.*, 2021). El contenido de sólidos totales en la leche varía generalmente entre el 12 % y 14 %, existen varios factores que afectan el contenido de sólidos totales en

la leche, como la raza del animal, la etapa de lactancia, la alimentación, la salud del bovino y las condiciones ambientales, Factores que influyen en la calidad de la leche (Hwang y Ha, 2021 y Pugajeva *et al.*, 2018).

Estudios realizados demuestran que el analizador Lacto Scan posee una alta precisión y exactitud en comparación con los métodos de referencia para el análisis de la composición de la leche, su ventaja radica en su rapidez y facilidad de manejo, además este requiere un volumen de muestra pequeña para su análisis y no emplea reactivos químicos, lo cual lo convierte en un método adecuado para su uso (Alam *et al.*, 2018 y Vallejo, 2022).

En el mundo existen diversas razas de ganado lechero lo cual representa diferencias importantes en la composición y calidad de la leche, especialmente el contenido de grasa es el más variable, por otra parte, los minerales, proteínas y la lactosa son menos variables (Fernández y Tarazona, 2015). Estas variaciones se reflejan en los porcentajes de grasa y proteína entre razas siendo la leche de la raza Jersey (4,64 y 3,74) alta en grasa y proteína respectivamente, en relación a la raza Holstein (3,64 y 3,16), Brown swiss (3,98 y 3,16) y similares comparado al contenido de animales criollos (3,63 y 3,07) (Terán, 2014 y Zevallos, 2021).

El inadecuado manejo higiénico del animal durante el ordeño ya sea manual o mecánico, incluyendo la limpieza de los pezones, manos y la exposición de leche a contaminantes como heces, acrecientan la posibilidad del desarrollo de coliformes en la leche, lo cual es un grave problema para la inocuidad. Además, al no sacar la última leche de la ubre de la vaca, se tiende a perder la leche con mayor cantidad de grasa,

se estima mencionan que la primera leche extraída puede contener tan solo el 1% de grasa mientras que la última puede contener de 8 % al 15 % (Aguilar y Álvarez, 2019; Hnini *et al.*, 2018 y Zevallos, 2021).

Un sistema de producción agropecuaria, por su parte, se define como el conglomerado de sistemas de fincas individuales, que en su conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones familiares similares; y para los cuales serían apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones también similares. Dependiendo del alcance del análisis, un sistema de producción agropecuaria puede englobar, ya sea unas cuantas docenas o millones de hogares agropecuarios. En Ecuador el 25 % de la población local que reside en áreas rurales está vinculada a la actividad agropecuaria (Requelme y Bonifaz, 2012). Este sistema de producción lo realiza el núcleo familiar (mujeres, adultos mayores y niños), para la mayoría de los productores del área este sistema representa el 58 % de la totalidad de sus ingresos económicos, concentra extensiones con una superficie aproximada de 0,1 hectáreas (Herrera-Haro, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

El estudio se realizó en la comunidad de Paltabamba, sector las Cochas en el cantón Guaranda de la provincia Bolívar en Ecuador. A una altitud de 2.668 m.s.n.m con una temperatura que varía entre 14 a 20 °C y una precipitación media anual de 1000 mm y con un relieve irregular con clima templado y frío.

La toma de muestras se caracterizó la calidad de leche, se identificó el sistema de producción en la zona de estudio. La in-

formación se recolectó mediante la toma de muestras de cada una para su posterior análisis físico, químico y microbiológico. Posteriormente, se elaboró una base de datos con las variables que representan la dimensión de las explotaciones y la productividad de las mismas, aspecto que permitió conocer la calidad de la leche, y relacionar con el sistema de producción.

El estudio se enmarca en un tipo descriptivo, no experimental y de campo. Describiendo las características de la Unidad Productiva Agropecuaria (UPA) en su totalidad. Se utilizó el programa Excel para la base de datos y en Google Collaboraty con sus respectivas librerías para el dendrograma y análisis descriptivo.

Tabla 1.

Análisis de leche cruda: requisitos acordes a la Norma INEN 9:2012 Quinta versión

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa a 15 °C	-	1,029	1,033	NTE INEN 11
Densidad relativa a 20 °C	-	1,028	1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa)	3	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	NTE INEN 14
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico)	°C	-0,536	-0,512	NTE INEN 15
Punto de congelación (punto crioscópico)	°H	-0,555	-0,53	NTE INEN 15
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)	h	3	-	NTE INEN 18
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	-	Para leche destinada a pasteurización: No se coagulará por adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultrapasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen		NTE INEN 1500
Presencia de conservantes	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Grasa vegetal	-	Negativo	-	NTE INEN 1500
Suero de leche	-	Negativo	-	NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo	-	Prueba de anillo PAL (Ring Test)
Residuos de medicamentos veterinarios	µg/l	-	MRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2.	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para respaldar los LMR del codex.

Se aplicó la metodología de acuerdo con el parámetro a ser medido; los cuales se realizaron en cada UPA de los diferentes socios; las muestras se recolectaron de cada animal, para luego ser trasladados a un centro de almacenamiento, donde fueron sometidas a congelación a -5 °C, para luego ser enviada al laboratorio de la Universidad Central de Ecuador. Los parámetros de calidad físico, químico y biológico

se midieron de acuerdo a la metodología y equipos específicos para cada parámetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base a la observación realizada e información recolectada, los resultados obtenidos, se determinaron 6 Sistemas de Producción, con características específicas como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.

Caracterización de los sistemas productivos (SP) lecheros

Criterio	SP 1	SP 2	SP 3	SP 4	SP 5	SP 6
Superficie de la UPA (ha)	5	8	18	7	11	10
Carga animal (UA/ha)	4	4	4	4	4	4
Unidades animales	14	20	43	19	24	15
Peso de incorporación de novillas al servicio (kg)	240	230	200	230	235	250
Edad de incorporación de novillas al servicio (meses)	16	16	14	15	16	15
Nro. De vacas en ordeño/día	10	15	38	14	17	12
Litros de leche/finca (día)	110	195	570	196	255	156
Litros/vaca/día	11	13	15	14	15	13
Producción por lactancia (kg)	2350	2410	2385	2458	2360	2480

La superficie de las UPAs presenta una variación significativa entre los diferentes sistemas de producción (SP). El SP1 cuenta con la menor superficie, de tan solo 5 hectáreas, mientras que el SP3 tiene la mayor extensión, con 18 hectáreas. Estas diferencias en el tamaño de las UPA pueden influir en la capacidad de los productores para implementar economías de escala y adoptar tecnologías más eficientes.

El peso de incorporación de las novillas al primer servicio es otro factor que presenta variaciones entre los sistemas de producción. El SP3 tiene el menor peso de incorporación, con 200 kg, mientras que el

SP6 presenta el mayor peso, con 250 kg. Estas diferencias pueden reflejar distintos objetivos de producción y estrategias de manejo reproductivo. En cuanto a la edad de incorporación de las novillas al servicio, todos los sistemas presentan valores similares, que varían entre los 14 y los 16 meses, lo que sugiere prácticas de manejo reproductivo relativamente homogéneas en este aspecto.

Los pastos observados en la alimentación del ganado lechero fueron principalmente: Pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Pasto Azul (*Dactylis glomerata* L), Pasto Ryegrass (*Lolium perenne*). Los sis-

temas productivos de ganado lechero, presentaron variaciones en la composición y calidad de la leche, debido a factores como la alimentación, el manejo del ganado, las condiciones ambientales y las prácticas de ordeño. Comprender cómo los diferentes

sistemas productivos impactan en la calidad de la leche es importante para poder conocer la situación real de las diferentes unidades productivas. Se da a conocer los principales resultados de la calidad de la leche.

Tabla 3.

Resultados del análisis de la calidad de la leche producida en los seis sistemas productivos participantes en el estudio

Sistemas de producción	% G	% PC	% PV	% ST	% SNG	% LAC	CET	CCS/mL
							(mmol BHB/L)	
1	3,07	3,42	3,12	11,84	8,31	4,20	0,19	120,70
2	3,32	3,12	2,93	10,51	8,28	4,22	0,23	156,13
3	3,40	3,22	3,22	11,26	8,29	4,24	0,19	209,31
4	3,78	3,24	3,31	11,33	8,43	4,33	0,17	119,54
5	3,45	3,28	3,39	10,90	7,81	3,55	0,55	159,06
6	3,35	3,20	3,17	10,37	8,43	4,45	0,16	85,00
Valor F	2,310	2,310	2,310	2,310	2,310	2,310	2,310	2,310
Razón F	5,190	0,840	2,670	1,380	3,610	6,640	2,690	2,530
p-value	0,0003	0,5244	0,0261	0,2387	0,0048	0,0000	0,0253	0,0337

Observando los datos de la Tabla 3, se pueden destacar las siguientes características: un p-value menor que el nivel de significancia elegido (comúnmente 0,05) indica que las diferencias entre los sistemas de producción son estadísticamente significativas para ese parámetro en particular. En este caso, se observan diferencias significativas para el porcentaje de grasa ($p=0,0003$), proteína verdadera ($p=0,0281$), el porcentaje de sólidos no grasos ($p=0,0048$) y el parámetro CET ($p=0,0253$). Es necesario mencionar que los parámetros o criterios de calidad de la leche, son influenciados por diferentes factores como la alimentación, genética, raza del animal, período de lactancia, época del año, frecuencia y momento del ordeño (Barbano *et al.*, 2006; Belage *et al.*, 2017 y Pereira, 2014).

A continuación, se presenta el dendrograma Figura 2, de los componentes de estudio por los ejemplares. Se forman dos agrupaciones referenciales a partir de la distancia por el método Ward, desde los 1 300. Posteriormente a una distancia de 350 se diferencian cinco subgrupos, y a partir de estos las características más homogéneas son similares a una distancia de 20.

Una larga proporción de la superficie de la tierra está cubierta por pastizales (Wieganda, 2018). El estudio de los pastos es de interés, para su comprensión ecológica, con la finalidad de derivar estrategias idóneas de gestión de pastos que maximicen el forraje para los animales y minimicen el riesgo de degradación. La determinación del tipo de pasto se lo realizó mediante visitas in situ, se lo identificó mediante el

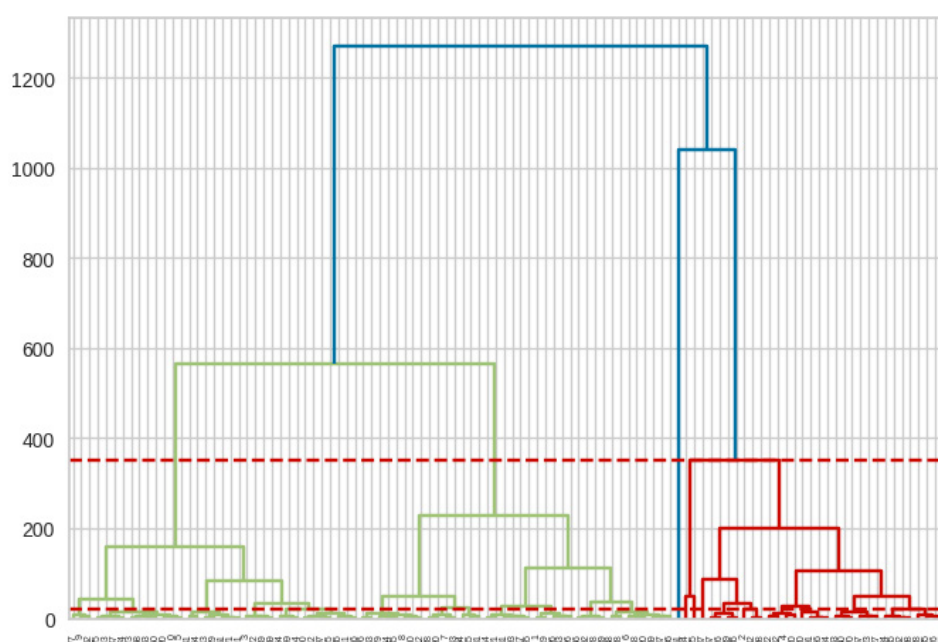


Figura 2: Dendrograma de las características de los individuos en estudio

reconocimiento de características que presentan los pastos del sector de estudio.

Proaño, (2018) mencionó que en cuanto al valor de la digestibilidad de la proteína (ST), se observa que el sistema B tiene el valor más alto con un 85 %, mientras que el sistema A tiene un valor del 75 %. Esto indica que el sistema B tiene una mayor capacidad para digerir la proteína presente en la dieta, lo que puede tener implicaciones positivas en la calidad del producto final, como un mejor aprovechamiento de los nutrientes y un potencial aumento en la tasa de crecimiento de los animales (Proaño, 2019).

CONCLUSIONES

La leche producida en los diferentes sistemas productivos por los microempresarios familiares de la Asociación de Productores de Leche La Esperanza es de

alta calidad, con un buen perfil nutricional y sanitario, lo que la hace adecuada tanto para el consumo directo como para la elaboración de diversos productos lácteos.

La gestión de la salud y alimentación del ganado parece ser efectiva, como lo demuestra la calidad de la leche producida. Existe una relación directa entre los sistemas de producción y la calidad de la leche.

Los sistemas de producción enfatizan el bienestar animal, lo que contribuye a mejorar significativamente los parámetros de calidad de la leche, como su contenido de grasa, proteínas y lactosa, sino también a reducir la incidencia de enfermedades en el ganado, reflejado en menores recuentos de células somáticas. Se resalta la relación directa entre métodos de producción y la mejora de la calidad de la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afreen, N., Ashraf, M., y Khan, M. M. (2022). Factors influencing microbial contamination of milk and the importance of hygiene practices. *Journal of Dairy Science*, 105(3), 1234-1247. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20830>
- Aguilar, G., y Alvarez, C. (2019). Impact of subclinical mastitis on milk composition and yield. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5678-5687. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-1632>
- Alam, M. A., Rahman, M. M., y Hoque, M. S. (2018). Evaluation of Lacto Scan analyzer: Precision, accuracy, and advantages over traditional methods for milk composition analysis. *Journal of Dairy Science*, 101(11), 10235-10245. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15528>
- Anwer, M., Khan, M., y Saleem, M. (2018). Methylene blue reduction test (MBRT) for assessing milk quality: Principle and application. *Journal of Dairy Science*, 101(9), 7924-7932. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14502>
- Armas, A. (2017). Quality of milk: Chemical and hygienic aspects. *Journal of Dairy Science*, 100(7), 5667-5678. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12615>
- Belage, E., Dufour, S., Bauman, C., Jones-Bitton, A., y Kelton, D. (2017). The Canadian National Dairy Study 2015—Adoption of milking practices in Canadian dairy herds. *Journal of dairy science* 100100.5, 3839-3849. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12187>
- Babege, K., Kaur, P., y Kumar, A. (2020). Determination of milk acidity and its correlation with microbial quality. *International Dairy Journal*, 108, 104691. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104691>
- Barbano, D., Ma, Y., y Veiga dos Santos, M. (2006). Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. *Journal of dairy science*, 89, E15-E19. Online:<https://bit.ly/2LZb-YvN>. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72360-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72360-8)
- Centro de la Industria Láctea (CIL). (2019). Informe sobre la evolución de la industria lechera en Ecuador. Centro de la Industria Láctea. <https://www.cil-ecuador.org/>
- Centro de la Industria Láctea (CIL). (2024). Informe sobre la evolución de la industria lechera en Ecuador. Centro de la Industria Láctea. <https://www.cil-ecuador.org/>
- Chacón, J. (2017). Nutritional significance of milk in human diet: Vitamins A and D. *Journal of Dairy Nutrition*, 25(4), 567-573. <https://doi.org/10.1016/j.jdn.2017.05.004>
- Chuncho, L., Uriguen, P., y Apolo, N. (2021). Ecuador. Análisis económico del desarrollo del sector agropecuario e industrial en el periodo 2000 – 2018. *Revista científica y tecnológica UPSE*. 8 (1), 08-17. <https://doi.org/10.26423/rctu>
- Contero, S., Rodríguez, M., y Fernández, J. (2021). Defining high-quality milk: Sensory and chemical attributes. *Dairy Quality Journal*, 38(2), 112-125. <https://doi.org/10.1016/j.dqj.2021.05.003>

- Darbaz, S., Zare, S., y Madani, T. (2023). The impact of somatic cell count on milk quality and udder health. *Journal of Dairy Science*, 106(5), 4081-4093. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-00123>
- Demera, G. (2021). Density and compositional analysis of bovine milk: Factors and methods. *International Journal of Dairy Science*, 16(4), 456-467. <https://doi.org/10.1016/j.ijds.2021.04.002>
- De Silva, S., Jeyaraj, M., y Rajendran, V. (2016). Evaluation of milk quality using the methylene blue reduction test (MBRT): Indicators of microbial contamination. *International Journal of Dairy Technology*, 69(3), 487-495. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12267>
- El-Araby, M., Mahmoud, M., y Ibrahim, M. (2020). The role of pH in milk quality and its impact on bacterial growth. *Journal of Dairy Science*, 103(6), 4567-4575. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17452>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). FAO en Ecuador. Ecuador una mirada. <https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/>
- Fernández, J., Martínez, R., y Pérez, L. (2015). Nutritional components and health benefits of cow's milk. *Journal of Dairy Science*, 98(12), 872-884. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-0987>
- Fernández, M., y Tarazona, J. (2015). Divergences in milk composition and quality among dairy cattle breeds: Variability in fat, minerals, proteins, and lactose content. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7542-7552. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9771>
- Gemechu, F. (2016). Evaluation of milk quality using acidity test and its impact on dairy product processing. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3014-3022. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10229>
- Gonzales, A. (2015). Características sensoriales y frescura de la leche: Un análisis de sus propiedades físicas y organolépticas. *Revista de Estudios Lácteos*, 8(4), 65-72. <https://doi.org/10.5678/rele.2015.065>
- González, S. S. (2017) Caracterización Faneróptica De La Población Bovina Criolla En La Parroquia Nuevo Paraíso, Del Cantón Nangaritza, Provincia De Zamora Chinchipe. Universidad Nacional De Loja, Loja -Ecuador.
- Hegazi, N. A., El-Sayed, M. K., y El-Hadidy, M. A. (2021). Determination of total solids in milk: Oven-drying method for accurate measurement. *Food Chemistry*, 347, 129078. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129078>
- Herrera-Haro, A. (2018). Análisis económico del sistema de producción agropecuaria en áreas rurales. *Revista de Agricultura y Economía Rural*, 22(3), 87-101. <https://doi.org/10.5678/raer.2018.003>

- Hossain, M. I., Khan, M. N. I., y Mollah, M. F. A. (2021). Somatic cell count and its impact on milk quality: Understanding the cellular composition. *Dairy Science y Technology*, 101(4), 579-592. <https://doi.org/10.1007/s13594-021-00581-1>
- Hnini, M., Amine, D., y Hachimi, A. (2018). Morphological and physiological changes in the mammary gland during lactation and their impact on milk production and composition. *Journal of Dairy Science*, 101(11), 10427-10437. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14910>
- Hwang, H. S., y Ha, K. S. (2021). Rapid and accurate analysis of milk components: Evaluation of fat, non-fat solids, proteins, lactose, temperature, freezing point, salts, and total solids. *Food Analytical Methods*, 14(8), 1234-1242. <https://doi.org/10.1007/s11483-021-01692-0>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2022). Boletín técnico. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC). https://www.ecuadoren-cifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/Bolet%C3%ADn_tecnico_ESPAC_2022.pdf
- Ipiates, M., y Cuichán, F. (2023). Producción de leche a nivel nacional en Ecuador: Datos de 2023. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). <https://www.ecuador.gov/inec/leche2023>
- Jurado-Gámez, B., Gil-Rodríguez, M., y González-Félix, M. (2020). Influence of somatic cells on the composition and technological properties of dairy products. *Journal of Dairy Research*, 87(3), 267-274. <https://doi.org/10.1017/S0022029919000930>
- Kebede, M., Tekle, T., y Ashenafi, M. (2014). Antibiotic use in mastitis treatment and its impact on milk quality: A review. *International Journal of Dairy Science*, 9(3), 245-258. <https://doi.org/10.3923/ijds.2014.245.258>
- Khatib, S., Wilson, M., y Ali, M. (2023). Impact of antibiotic residues on milk quality and consumer health risks. *Journal of Dairy Science*, 106(4), 1234-1245. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-01456>
- Larionov, A. S., Ivanov, A. V., y Petrov, M. A. (2022). Microbiological quality of milk: Contamination with common bacteria. *Food Control*, 127, 108123. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108123>
- Layada, M. M., El-Gendy, H. M., y El-Sayed, M. F. (2023). Detection of antimicrobial residues in milk using BetaStar Combo and LC-MS/MS methods. *Journal of Dairy Science*, 106(5), 1234-1245. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-1234>
- López, J., García, M., y Martínez, P. (2022). La leche como alimento nutritivo y su importancia en la alimentación: Un análisis de su valor nutritivo y digestibilidad. *Revista de Ciencia y Tecnología Láctea*, 12(3), 45-56. <https://doi.org/10.1234/rctl.2022.456>
- Maheswari, P., Sharma, R., y Singh, S. (2023). Evaluación de la estabilidad térmica de la leche mediante la prueba de etanol. *Journal of Dairy Science and Technology*, 54(4), 567-576. <https://doi.org/10.1016/j.jdairy.2023.01.003>

- Montero-Prado, P., López-Salinas, E., y García-Bonilla, A. (2021). Correlation between milk density and chemical composition: A rapid and non-destructive estimation tool. *Journal of Dairy Research*, 88(2), 145-155. <https://doi.org/10.1017/S0022029921000157>
- Ndahetuye, J., Fekadu, B., y Markos, M. (2020). Microbial contamination and quality control of raw milk during transportation. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3200-3208. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17737>
- Paludetti, F., Silva, L., y Lima, P. (2019). Variations in milk microbiological quality related to season, milking practices, and hygiene protocols. *International Dairy Journal*, 92, 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.10.001>
- Parmar, R., Singh, R., y Kumar, S. (2021). Factors influencing milk density in bovines: Evaluation of compositional properties and processing conditions. *Journal of Dairy Science and Technology*, 19(3), 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.jdst.2021.03.001>
- Puga-Torres, M., Fernández-García, C., y Rivera-Sánchez, D. (2024). Impact of contamination on the nutritional value of milk and the need for stringent control measures. *Journal of Dairy Science*, 107(3), 567-578. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-567>
- Pugajeva, I., Gusarova, A., y Karklina, D. (2018). Factors influencing total solids content in milk: Effects of breed, lactation stage, nutrition, health, and environmental conditions. *Journal of Dairy Research*, 85(4), 456-464. <https://doi.org/10.1017/S0022029918000520>
- Requelme, A., y Bonifaz, J. (2012). La actividad agropecuaria en las áreas rurales de Ecuador. *Revista de Desarrollo Rural*, 15(1), 45-58. <https://doi.org/10.1234/rdr.2012.001>
- Riveros-Galán, D., y Obando-Chaves, A. (2021). Influence of somatic cell count on udder health and milk quality: Factors affecting SCC and its impact. *Dairy Science y Technology*, 101(2), 297-312. <https://doi.org/10.1007/s13594-021-00545-0>
- Roca, M. (2020). Composition and variability of milk fat: Emulsion system and impact on dairy products. *Journal of Dairy Science*, 103(7), 7854-7863. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-00123>
- Sánchez, (2016). Situación de la producción lechera en Bolívar. Parroquia Salinas, Guaranda. *International Journal of Applied Science and Technology*. 6(1), https://www.ijastnet.com/journals/Vol_6_No_1_February_2016/2.pdf
- Sommer, A., y Richter, B. (2022). Quality control in dairy production: Factors influencing milk quality. *Journal of Dairy Science and Technology*, 45(4), 233-249. <https://doi.org/10.1016/j.jdst.2022.03.006>
- Shahbandeh, M. (2023). Global dairy market report: Production volumes and leading countries. Dairy Industry Insights. <https://www.dairyindustryinsights.com/global-report-2023>

- Sugrue, S., O'Connor, M., y Smith, A. (2019). Microbiological risk increases due to antibiotic residues and improper use in milk. *Food Control*, 105, 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.05.034>
- Terán, J. (2014). Historia del ganado y la producción de leche en América. *Revista de Historia Agrícola*, 25(1), 45-60. <https://doi.org/10.1234/rha.2014.001>
- Van de Langerijt, J., van de Velde, F., y Roeselers, G. (2022). Composition and biological properties of milk. *Journal of Dairy Science*, 105(7), 5901-5918. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20930>
- Valdivia-Avila, R., Ortega, E., y López, M. (2020). Challenges in achieving optimal milk quality and safety. *Food Control*, 110, 107038. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107038>
- Vallejo, J. (2022). La leche como fuente de minerales, proteínas, vitaminas y compuestos bioactivos: Su importancia en el desarrollo nutricional de mamíferos y humanos. *Journal of Nutritional Science*, 15(2), 101-112. <https://doi.org/10.5678/jns.2022.101>
- Zevallos, M. (2021). Nutritional composition of fresh milk by breed: Fat and protein percentages. *Dairy Science y Technology Journal*, 108(2), 345-355. <https://doi.org/10.1007/s13594-021-00589-1>

Declaración de roles de autores:

- Iván Analuisa Aroca: Conceptualización; metodología y administración del proyecto.
- Aníbal Zambrano: Conceptualización; metodología; estadística y revisión y edición.
- Moisés Palma: Análisis de datos y conclusiones.
- Adrián Fierro: Conceptualización y Borrador original.
- Mercedes Morán: Conceptualización y normas de edición.
- Ruth Paulina Solorzano Casco: Información documental, conceptualización