

Physicochemical characterization of bovine milk in cattle herds in the municipality of Juticalpa, Olancho, Honduras

Ever Adolfo Reyes-Puerto, MSc.¹, Fani Sofía Guardado-Sánchez, MSc.², José Luis Padilla-Cáceres, Ing.³,
Héctor Antonio Nájera-Vargas, MSc.⁴ y María Lizeth Mejía-Cruz, MSc.⁵

^{1,2,3,4,5}Northeastern Regional University Center, National Autonomous University of Honduras, Research Institute of Applied Sciences and Technology (IICAT), Honduras, ever.reyes@unah.edu.hn, fani.guardado@unah.edu.hn, jpadilla@unah.edu.hn, hnajera@unah.edu.hn, maria.mejia@unah.edu.hn

Abstract— Milk characterization is essential for the industrialization and production of high-quality dairy products. This study aimed to determine the physicochemical characteristics of bovine milk in dairy herds located in the municipality of Juticalpa, across various communities. A sample of 18 herds was selected. Field visits were carried out between February and August 2024 to analyze the presence of mastitis in each cow. The California Mastitis Test (CMT) was used to detect subclinical mastitis, and the results were recorded on a report sheet for later tabulation in a database. From each herd, a milk sample was collected and analyzed in triplicate at the dairy laboratory of the National Autonomous University of Honduras (UNAH) Olancho Campus to assess its physicochemical properties. The results showed that the highest milk production occurred in the community of La Concepción, where cows produced over 10 liters of milk per day. Mastitis was found to be prevalent across all herds: 77.77% of the herds showed evidence of the disease, and milking was done manually. Additionally, in some herds, mastitis prevalence ranged from 81 to 100% of the cows. Regarding physicochemical parameters, only fat content, and pH met the minimum standards established by Honduran milk regulations.

Keywords— Milk, dairy herd, mastitis, California Mastitis Test and physicochemical characteristics.

Caracterización fisicoquímica de la leche bovina en hatos de ganado del municipio de Juticalpa, Olancho, Honduras

Ever Adolfo Reyes-Puerto, MSc.¹, Fani Sofia Guardado-Sánchez, MSc.², José Luis Padilla-Cáceres, Ing.³,

Héctor Antonio Nájera-Vargas, MSc.⁴, y María Lizeth Mejía-Cruz, MSc.⁵

^{1,2,3,4,5}Centro Universitario Regional Nor Oriental, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Instituto de Investigación de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas (IICAT), Honduras, ever.reyes@unah.edu.hn, fani.guardado@unah.edu.hn, jpadilla@unah.edu.hn, hnajera@unah.edu.hn, maria.mejia@unah.edu.hn

Resumen— La caracterización de la leche es fundamental para la industrialización y elaboración de productos lácteos de calidad. El objetivo de esta investigación fue determinar las características fisicoquímicas de la leche bovina en hatos de ganado lechero del municipio de Juticalpa distribuidas en diferentes comunidades. Se trabajó con una muestra de 18 hatos. Se realizaron visitas de campo para el análisis de mastitis en cada vaca del hato de ganado, investigación comprendida entre febrero – agosto del 2024. Se utilizó California Mastitis Test (CMT) como reactivo en el análisis de mastitis subclínica, verificando la lectura del análisis y anotando en boleta para la posterior tabulación en base de datos. Se recolectó muestra de la leche de cada hato de ganado y se llevó al laboratorio de lácteos de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) Campus Olancho para el análisis fisicoquímico por triplicado. Según los resultados la mayor producción de leche se concentra en la Comunidad de La Concepción con registros de producción mayor a 10 litros de leche por vaca por día. Hay prevalencia de mastitis en todos los hatos de ganado lechero, el 5.56% de los hatos hay mastitis entre el 81 al 100% en sus vacas. El 77.77% mostraron presencia de mastitis y el tipo de ordeño es manual. Sobre los componentes fisicoquímicos solo la grasa y pH cumplen con el valor mínimo de la normativa hondureña de la leche.

Palabras clave—Leche, hato lechero, mastitis, California Mastitis Test y características fisicoquímicas.

I. INTRODUCCIÓN

La normativa hondureña, define la leche como la “secreción mamaria normal de animales lecheros obtenida mediante uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior” y la leche cruda “como la secreción natural de las glándulas mamarias de animales lecheros, sin calostro, sin ningún tipo de adición o extracción y que no ha sufrido ningún tratamiento en su estado normal, a excepción del filtrado y del enfriado” [1].

La Cámara Hondureña de la Leche (CAHLE), describe que en el mundo la producción de leche y sus derivados representan uno de los productos agrícolas con mayor demanda, se estima que el 14% del comercio agrícola mundial corresponde a este sector vinculando a 40 millones de personas y 133 millones de fincas lecheras.

En Honduras, se estima que existen unos 95 000 productores ganaderos de leche y el 20% se encuentra

vinculado a la industria formal. CAHLE, en su informe anual del 2023 describe que un 13% de las visitas de diferentes hatos de ganado en Honduras fueron para atender principalmente áreas relacionadas con calidad de leche. Los problemas que se documentan mayormente se relacionan con bajas grasas en los animales, higiene y pruebas que no se les realizan a los productores cuando entregan la leche, así como la ausencia de prácticas para corregir rechazos por sedimento y acidez [2].

En los sistemas de producción lechera en pequeña escala de los países en desarrollo se reconoce la exposición a múltiples riesgos de enfermedad, ya que los pequeños productores lecheros generalmente efectúan bajas inversiones en sanidad animal, especialmente en lo que se refiere a la prevención. En este sentido, la mastitis subclínica es la enfermedad que mayor impacto económico genera a la industria lechera mundial ya que provoca pérdidas representativas en la producción entre un 2 - 30%, ya que es una enfermedad con elevada prevalencia en el ganado lechero, y es una de las patologías más importantes que afectan la industria láctea y ocasionan pérdidas económicas a los productores de leche en el mundo. Por ello, se ha reconocido durante algún tiempo como el padecimiento más costoso en los hatos lecheros [3].

La mastitis subclínica no conlleva cambios visibles en la leche o en la ubre, y se caracteriza por reducción en la producción, alteración en la composición de la leche y presencia de componentes inflamatorios en esta [3]. El conteo de células somáticas es un reconocido indicador de infección asociado con mastitis y afecta la producción de leche, la salud del rodeo y la calidad de los productos lácteos fabricados [4]. Entre otras las causas de pérdidas en hatos ganaderos también sobresale la baja calidad de la leche, el retiro del producto por el uso de medicamentos y los descartes a menor edad de los animales [5].

Por otro lado, la calidad de la leche también depende de sus características fisicoquímicas y microbiológicas y estas a su vez determinan la calidad de los productos derivados y su uso en la agroindustria, ya que esta impacta en el rendimiento de dichos productos.

La caracterización fisicoquímica y microbiológicas de la leche cruda de ganado bovino permiten conocer datos representativos de cada uno de sus componentes, el estado

sanitario del animal y las condiciones en las que se obtiene la leche, buscando cumplir con los parámetros establecidos por la normativa de leche hondureña.

Según Referencia [6] afirman que la composición química de la leche depende de muchos factores, como la raza, la variedad de animales, la edad, el período de lactancia, la estación del año, la nutrición, el tiempo de ordeño, el tiempo entre lactancias, las condiciones fisiológicas (por ejemplo, vacas tranquilas o estresadas), el estado sanitario y uso o no de medicamentos.

Es importante destacar que la leche de vaca es un componente importante en la dieta humana y dos de sus aportes nutricionales son la fracción lipídica formada por ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) y poliinsaturados (AGP) (presentes en un 70, 26 y 4% [g AG/100g AG totales], respectivamente), y la fracción proteica [7].

Por lo tanto, evaluar los parámetros de calidad e inocuidad de la leche cruda, así como sus parámetros fisicoquímicos es esencial para el proceso industrial y además garantizar al consumidor un alimento de calidad. En tal sentido, la normativa hondureña clasifica la leche cruda en función de su calidad en leche grado “A”, “B” y “C”, asimismo establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca, mismos que sirven como referencia para identificar una leche de calidad [1].

Es evidente que evaluar la composición de la leche es esencial para las plantas industriales, manejo del rodeo lechero y para asegurar la salud de los consumidores, ya que la calidad de esta tiene una influencia directa en la calidad de los productos finales. Además, altas cargas bacterianas inciden en la salud de los consumidores y pueden producir defectos de fabricación de numerosos productos lácteos.

El análisis de los factores que determinan la calidad en la leche permite detectar cuál o cuáles de los parámetros establecidos en las normativas no se está cumpliendo, y así poder desarrollar medidas y/o actividades para mejorar la composición de la leche, de esta forma la leche pueda ser apta para consumo humano, y de igual manera, para la elaboración de derivados lácteos de buena calidad en la agro-industrialización [6].

La investigación tiene como objetivo caracterizar las fincas lecheras pequeñas y medianas objeto de estudio, identificar la presencia o ausencia de mastitis, y determinar el grado de cumplimiento de los parámetros establecidos para clasificar la leche como apta para el consumo que cumpla los requisitos de calidad para ser industrializada.

II. METODOLOGÍA

La investigación se estructuró en dos etapas: 1) la caracterización de las fincas lecheras objetivo de estudio y análisis de mastitis en campo y 2) el análisis fisicoquímico de muestras de leche recolectadas en el laboratorio de lácteos de UNAH Campus Olancho. El estudio se realizó entre febrero y agosto del año 2024.

A. Tipo de investigación

La investigación es no experimental descriptivo de tipo cuantitativo; ya que se fundamenta en la recolección de muestras de leche cruda en campo, el análisis de mastitis y análisis fisicoquímico en laboratorio, además el procesamiento y análisis cuantitativo de los datos recolectados.

B. Muestreo

Se trabajó con 18 fincas lecheras pequeñas y medianas, ubicadas entre las comunidades La Concepción, El Higuerito, El Encinal y Cayo Blanco del municipio de Juticalpa; Estas fincas manejan cruces de ganado lechero como Holstein, Pardo Suizo, Gyr, Jersey; Sin embargo, estas razas son cruces en su mayoría con raza Brahmán por sus características de adaptación al medio.

El muestreo se realizó por conveniencia, en el que cada finca seleccionada debía cumplir con factores de localización y tamaño. Con respecto al tamaño de los hatos de ganado seleccionados, el 61.11% tiene menos de 20 vacas, el 22.22% cuenta entre 20 a 40 vacas en hato y el 16.67% corresponde a hatos que cuentan con más de 40 vacas. Para fines de este estudio cada finca se codificó para garantizar la confidencialidad brindada por el productor.

D. Análisis de mastitis

El análisis de mastitis subclínica en campo se realizó en los 18 hatos de ganado lechero seleccionados, con una muestra poblacional de 441 vacas en total. Para el análisis se utilizó el California Mastitis Test (CMT), para lo cual se procedió a preparar la vaca (Fig. 1-A y 1-C), extraer de cada cuarto mamario o pezón de la vaca la cantidad de 2 ml de leche (Fig. 1-B), luego agregar 2 ml de reactivo California Mastitis Test (CMT) y mover de manera circular de 10 a 20 segundos, observar el comportamiento de cada cuarto y registrar lectura (Fig. 1-D, 1-E y 1-F).

La escala de medición de lectura en cada cuarto es el siguiente: N: Negativo, T: Trazas (Posible infección), 1: Positivo débil (infectado), 2: Positivo evidente (infectado) y 3: Positivo fuerte (infectado). Para el cálculo de la prevalencia de mastitis subclínica se utilizó (1), según la metodología sugerida por Referencia [3].

$$P = (N^{\circ} \text{ positivos} / N^{\circ} \text{ animales muestreados}) \times 100 \quad (1)$$

En cada finca lechera se tomaron muestras de leche por triplicado directamente de los yogos en los que distribuyen la leche, posteriormente se trasladaron en neveras (4°C) al laboratorio de lácteos de la UNAH Campus Olancho para su respectivo análisis fisicoquímico.



Fig. 1 Técnica utilizada para el análisis de mastitis en las vacas lecheras.

B. Caracterización fisicoquímica

Las muestras de leche recolectadas en campo se trasladaron al laboratorio de lácteos de la UNAH Campus Olancho para su caracterización fisicoquímica, determinando si las características son óptimas para su procesamiento industrial según lo establecido en la normativa de leche hondureña.

Para el análisis fisicoquímico se utilizó un LACTOSCAN SP., en el que se midió la densidad relativa de la leche, porcentaje de sólidos no grasos, grasa y proteína, además se midió la acidez titulable (ATECAL) se determinó mediante (2), donde VNaOH es el volumen de NaOH. El pH se determinó por potenciometría con pHmetro multifunction modelo EZ9988.

$$\%ATECAL = ((VNaOH)(0.009)/ \text{g muestra}) \times 100 \quad (2)$$

F. Análisis de datos

Para la recolección de datos en campo se consideraron los siguientes aspectos: Fecha de recolección, código de la vaca (arete de trazabilidad o nombre), nombre de la finca, resultados de CMT de cada cuarto o pezón, producción de leche litros por día, tipo de ordeño, raza y tipo de alimentación. Los datos del análisis de mastitis se registraron en boleta que contenida los aspectos mencionados y posteriormente se tabularon en una hoja de cálculo en MS. Excel. Los resultados del análisis fisicoquímico se imprimieron a partir del reporte generado por el Lactoscan y se registró en hoja de cálculo de MS. Excel.

El análisis estadístico se realizó utilizando Microsoft Excel y IBM SPSS versión 25, en los que se generaron los estadísticos descriptivos como gráficos, medidas de tendencia central, dispersión y tablas de contingencia, con el objetivo de comparar los datos fisicoquímicos con los parámetros establecidos en la normativa hondureña de la leche.

III. RESULTADOS

A. Caracterización de fincas lecheras

Producción de leche y alimentación. En la tabla 1 se observa que el hato de ganado con mejores registros de producción de leche se encuentra en la comunidad de La Concepción, en donde se registraron dos hatos con promedios de producción mayor de 10 L de leche por día por vaca, y hatos ubicados entre el Higuerito y Cayo Blando presentan promedios de producción entre 5 a 10 L de leche por día por vaca.

El 72.22% de los hatos de ganado lechero presentan una producción de leche por día de 5 a 10 L por vaca, seguido del 16.67% con promedios de producción de menos de 5 L de leche por día por vaca y el 11.11% con registros mayores a 10 L por día por vaca.

TABLA 1. LOCALIZACIÓN DE HATOS DE GANADO Y PRODUCCIÓN DE LECHE POR DÍA

Localización	Producción de leche (L/día)			Total
	Menor de 5 litros/día	de 5 a 10 litros/día	mayor de 10 litros/día	
La Concepción.	1	3	2	6
El Encinal.	0	1	0	1
El Higuerito.	2	5	0	7
Cayo Blanco.	0	4	0	4
Total:	3	13	2	18

En la Fig. 2 se ilustran los tipos de alimentación utilizados en las fincas lecheras, en donde se observa que el ganadero del municipio de Juticalpa opta por utilizar variedad de alimentos para su ganado, entre los más utilizados son mezclas de concentrado y ensilaje, permitiendo variar en raciones durante el día.

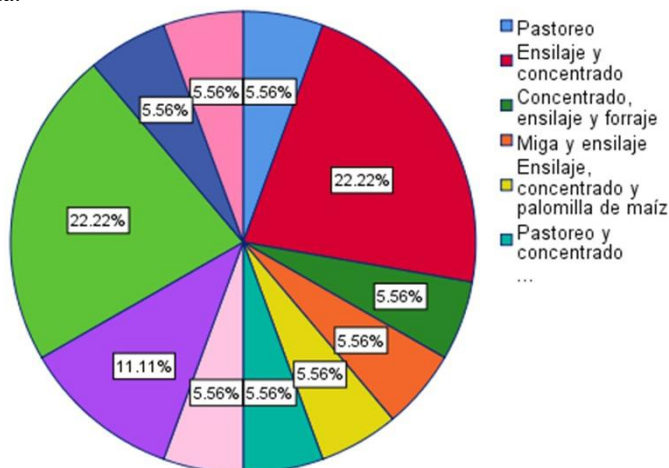


Fig. 2 Tipo de alimentación utilizado por ganaderos en los hatos lecheros.

Además, el productor considera opciones para contrarrestar altos precios de los concentrados y el ensilaje, utilizando fuentes de carbohidratos como la miga y palomilla

de maíz que se convierte en alimentos para mantener el ganado.

Para Referencia [8] los modelos de alimentación para la producción de leche de vaca se clasifican tradicionalmente en base a la superficie agraria destinada al cultivo de maíz. Sin embargo, la composición de las raciones es variable debido a la dinámica de producción de forraje, la rotación de cultivos, la disponibilidad de alimentos en el mercado, los requerimientos de las vacas, entre otros.

Métodos de ordeño. Se identificó que el 77.8% de las fincas aun realizar el ordeño de forma manual, mientras que solamente el 16.7% cuentan con ordeño mecánico implementado en sus fincas (tabla 2) y cabe resaltar que el 5.6% de los productores hacen una combinación entre ordeño manual y mecanizado, lo que evidencia que aún hay una predominancia en el ordeño tradicional en los hatos ganaderos del municipio.

TABLA 2. TIPO DE ORDEÑO UTILIZADO EN LOS HATOS LECHEROS.

Tipo de ordeño	Frecuencia	Porcentaje (%)
Manual	14	77.8
Mecanizado	3	16.7
Manual/Mecanizado	1	5.6
Total	18	100.0

B. Prueba de mastitis

La Fig. 3 muestra la prevalencia de mastitis de los 18 hatos ganaderos: el 5.56% de los hatos en estudio presentan prevalencia de mastitis en menos del 20% del ganado, el 33.33% entre el 21 al 40% de vacas positivas, el 16.67% entre 41 al 60%, un 22.22% con prevalencia de mastitis entre 61 al 80% y un 22.22% que presenta la mayor incidencia entre el 81 al 100% del total de vacas positivas.

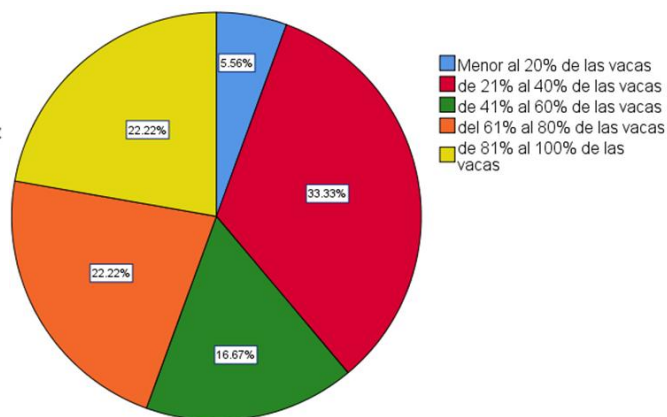


Fig. 3 Prevalencia de mastitis en los hatos lecheros (al menos 1 cuarto de la vaca).

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de identificar acciones que contrarresten o disminuyan esta enfermedad en los hatos estudiados, ya que se considera que la

presencia de mastitis en las vacas reduce la producción de leche y altera su composición, sobre todo la caseína, la cual es la proteína principal de la leche, la cual disminuye y otras proteínas de menor valor nutricional se incrementan, por lo tanto, afecta la calidad de los productos lácteos como el queso, yogurt, requesón, entre otros [9].

La prevalencia de mastitis en los hatos de ganado lechero es latente, afectando la producción diaria de leche, el rendimiento del animal y alterando la materia prima en su composición que se destina para consumo humano directo, que se consume en las comunidades y barrios de la ciudad, o para el procesamiento de derivados de la leche como los quesos.

De las 441 vacas que representan los 18 hatos de ganado objeto de estudio, 35 vacas habían perdido un cuarto o pezón por problemas de mastitis. Para Referencia [9] la mastitis se considera una enfermedad común del ganado y es una de las enfermedades más importantes que afectan a la industria láctea en el mundo; porque causa enormes pérdidas económicas a todos los hatos lecheros. El efecto más habitual para una muerte temprana de las vacas lecheras constituye en un porcentaje alto a los problemas de salud en la glándula

mamaria. Por lo que la prevalencia de mastitis en los hatos del municipio de Juticalpa es una condición que debe tenerse en observación.

Durante el análisis de campo, se identificaron los animales que presentaron mastitis en algún grado (trazas o infectado) y se notificó a los dueños de los hatos lecheros, quienes en algunos casos procediendo a la aplicación de antibióticos. Según Referencia [9] describe que el tratamiento de la mastitis en vacas con antibióticos crea residuos en la leche, que van a afectar directamente sobre la calidad de los subproductos lácteos que se suministrarán a la población. Lo que evidencia que es necesaria la capacitación en la prevención de la enfermedad para evitar los efectos secundarios del tratamiento como tal.

Por otro lado, es importante mencionar la relación encontrada entre el ordeño manual y la presencia de mastitis en los hatos ganaderos estudiados (tabla 3). Se encontró que en 14 de los hatos donde su ordeño es manual, hubo presencia de mastitis, cuatro presentaron mastitis entre el 81 al 100% del total de las vacas, lo que implica que el 77.77% de los hatos que ordeñan manualmente presentan mastitis al menos en un pezón.

TABLA 3. TIPO DE ORDEÑO Y PRESENCIA DE MASTITIS EN AL MENOS UN CUARTO DE LA VACA.

Tipo de ordeño	Presencia de Mastitis al menos en 1 cuarto de la vaca					Total
	Menor al 20% de las vacas	de 21% al 40% de las vacas	de 41% al 60% de las vacas	del 61% al 80% de las vacas	de 81% al 100% de las vacas	
Manual.	1	5	1	3	4	14
Mecanizado.	0	1	2	0	0	3
Manual/Mecanizado.	0	0	0	1	0	1
Total.	1	6	3	4	4	18

Referencia [10] determinaron en su investigación que la inflamación de la glándula mamaria (mastitis), fue originada por organismos microscópicos que penetraron en la ubre a través del canal de los pezones. La penetración ocurrió por diversos factores como fueron: La duplicación de microorganismos, movimiento mecánico, impulso durante el ordeño o por una combinación de estos factores.

Por otro lado, en el estudio reportado por Referencia [3] se informó que entre los principales factores que provocaban la aparición de esta enfermedad se encontraban el resbalamiento de las pezoneras y el escurrido incorrecto de la ubre, así como otros relacionados con las prácticas de manejo, principalmente con la rutina de ordeño, y los dependientes del animal, fundamentalmente los días y cantidad de lactancia.

Estos estudios permiten analizar las posibles acciones que se pueden implementar en el municipio de Juticalpa para poder disminuir la incidencia de la enfermedad en los hatos ganaderos.

C. Caracterización fisicoquímica

En la tabla 4 se presentan las características fisicoquímicas de la leche de hatos de ganado estudiados. Los valores de los

porcentajes de grasa en la mayoría de las fincas cumplen con los parámetros establecidos en la normativa hondureña, y solamente dos fincas HGLC004 con 2.63% y HGLC006 con 3.34% no cumplen con el valor mínimo establecido por la normativa [1].

El porcentaje de grasa es uno de los parámetros considerados de una elevada variabilidad entre todos los que se emplean para evaluar la calidad de la leche [9]. El valor de la grasa varía entre cada raza y el tipo de alimentación.

En cuanto al valor de la proteína solo la finca HGLH005 con 3.26% cumple con el valor mínimo establecido por la normativa.

Para Referencia [11] al valorar la condición fisicoquímica en la leche cruda que ingresa a la Ciudad de Cuenca, para su comercialización reportó valores de 3.1% en la leche de vacas sanas y de 2.8% en vacas mastíticas. Se considera que la presencia de mastitis en las vacas reduce la producción de leche y altera su composición, sobre todo la caseína, la cual es la proteína principal de la leche, la cual disminuye y otras proteínas de menor valor nutricional se incrementan, por lo tanto, afecta la calidad de los productos lácteos como el queso, yogurt, requesón entre otros [9].

TABLA 4. CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS DE LA LECHE POR HATO GANADERO.

Finca	Parámetro fisicoquímico evaluado							
	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Densidad (g/ml)	Sólidos no graso (%)	Temperatura (°C)	pH	Acidez (°D)
HGLC001	5.00 ± 1.00	2.00 ± 0.49	3.00 ± 0.75	1022.52 ± 2.00	6.81 ± 1.00	37.33 ± 1.00	---	---
HGLC002	3.73 ± 0.47	3.04 ± 0.30	4.56 ± 0.45	1029.00 ± 2.65	7.16 ± 0.52	17.00 ± 2.00	6.56 ± 0.06	--
HGLC003	3.95 ± 0.73	2.65 ± 0.06	3.98 ± 0.09	1025.00 ± 1.15	7.24 ± 0.16	21.83 ± 2.93	6.73 ± 0.06	---
HGLC004	2.63 ± 0.02	2.69 ± 0.05	4.04 ± 0.08	1026.00 ± 1.00	7.36 ± 0.14	26.30 ± 0.90	6.66 ± 0.60	---
HGLC005	4.26 ± 0.31	2.78 ± 0.05	4.18 ± 0.08	1026.33 ± 0.58	7.59 ± 0.15	18.20 ± 1.73	6.60 ± 0.10	18.17 ± 0.29
HGLC006	3.34 ± 0.29	2.80 ± 0.04	4.20 ± 0.07	1027.33 ± 0.58	7.65 ± 0.13	19.03 ± 1.70	6.70 ± 0.00	20.00 ± 7.70
HGEE001	6.21 ± 0.26	2.48 ± 0.15	3.75 ± 0.22	1023.00 ± 1.00	6.62 ± 0.62	15.63 ± 1.19	6.60 ± 0.00	---
HGLH001	4.31 ± 0.38	2.75 ± 0.04	4.14 ± 0.06	1025.33 ± 0.58	7.51 ± 0.18	22.10 ± 9.40	6.70 ± 0.00	---
HGLH002	4.42 ± 0.21	2.46 ± 0.08	3.69 ± 0.12	1022.00 ± 1.00	6.71 ± 0.22	13.18 ± 6.71	6.63 ± 0.15	---
HGLH003	4.56 ± 0.83	2.85 ± 0.13	4.28 ± 0.20	1026.66 ± 1.53	7.78 ± 0.36	13.63 ± 5.61	6.73 ± 0.06	---
HGLH004	-----							
HGLH005	6.37 ± 0.37	3.26 ± 0.10	4.99 ± 0.18	1029.67 ± 0.58	8.56 ± 0.84	18.00 ± 5.74	6.66 ± 0.06	---
HGLH006	5.14 ± 0.33	3.11 ± 0.27	4.68 ± 0.40	1025.33 ± 4.04	8.30 ± 1.05	18.47 ± 2.11	6.73 ± 0.06	---
HGLH007	6.81 ± 0.37	3.16 ± 0.28	4.76 ± 0.42	1028.00 ± 3.00	8.65 ± 0.77	19.23 ± 1.07	6.67 ± 0.06	---
HGLCB001	5.87 ± 0.55	2.67 ± 0.21	4.11 ± 0.17	1024.64 ± 2.09	7.43 ± 0.45	13.33 ± 4.04	6.50 ± 0.10	17.33 ± 0.58
HGLCB002	5.17 ± 0.88	3.00 ± 0.13	4.48 ± 0.21	1027.86 ± 0.80	8.06 ± 0.48	17.33 ± 1.15	6.50 ± 0.10	17.33 ± 0.58
HGLCB003	4.98 ± 0.33	2.73 ± 0.25	4.11 ± 0.36	1024.66 ± 2.08	7.49 ± 0.69	18.47 ± 7.04	6.60 ± 0.10	17.83 ± 0.76
HGLCB004	4.62 ± 1.18	2.82 ± 0.04	4.25 ± 0.06	1026.38 ± 1.26	7.72 ± 0.11	16.67 ± 1.53	6.39 ± 0.28	17.67 ± 0.58
Promedio general	4.78	2.80	4.23	1025.86	7.56	19.16	6.62	18.05
Desviación. estándar	1.10	0.23	0.36	2.16	0.59	5.74	0.09	1

Según Referencia [9] los cambios en la composición de la leche se ven afectados por la mastitis, y al ser una leche de vacas sin esta afección el contenido proteico de la leche aumenta y, por tanto, se tendrá mayor rendimiento, sin sufrir afectaciones en los parámetros organoléptico de otras producciones. Igual en la investigación realizada por Referencia [12] reportan que los quesos elaborados con leches sin mastitis subclínicas mostraron un 5.8% de mayor rendimiento sobre los quesos elaborados con leches provenientes de vacas con mastitis subclínica.

De igual manera es importante señalar los resultados obtenidos en la investigación de la lactosa en general son muy buenos, a excepción de la finca HGLC001 con un 3% de lactosa el valor más bajo de los hatos de ganado, hato o finca que del total de vacas muestreadas en el 100% hay presencia de mastitis en diferentes grados, al menos en un cuarto o pezón.

Referencia [9] reporta que el resultado del análisis de lactosa realizado a leches crudas en las ganaderías, clasificadas según la prueba de California para mastitis, se encontraron valores de lactosa que variaron de 4.7 a 5.26%, ya que para las vacas a las que se realizó la prueba de CMT negativo se obtuvo un 4.98%, y las de resultados positivos a mastitis un 4.72%, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas.

La acidez en la leche, después del ordeño se modifica especialmente, por la acción de bacterias lácticas, que transforman la lactosa en ácido láctico; esta acidez en la leche se expresa en porcentaje de ácido láctico.

En Honduras, una leche fresca con categoría “A” posee una acidez natural entre 0.13 a 0.16%. Los datos reflejados en acidez de la finca cumplen con el parámetro de la normativa hondureña de la leche [1], excepto la finca HGLC006 con un 0.20% y una desviación estándar de 7.70. El valor del pH se encuentra dentro del valor mínimo de 6.5 y el valor máximo de 6.8 que establece la norma.

De manera general, se identificó que solamente el porcentaje de grasa, el pH cumplen con los parámetros establecidos por la normativa de la leche hondureña [1].

IV. CONCLUSIONES

La calidad de la leche como materia prima es fundamental para el rendimiento en la industrialización y para la salud de los consumidores; por lo que, es importante que en el ordeño se implementen Buenas Prácticas como factor determinante en la calidad e inocuidad de la leche.

El manejo del ganado bovino en la finca requiere de conocimiento científico y técnico, para garantizar un alimento con las características idóneas para ser consumido y realizar pruebas en leche como: Mastitis y características fisicoquímicas lo que permite identificar si la leche que se está

procesando en el municipio de Juticalpa es de calidad, además el productor puede implementar mejoras en su finca partiendo de datos de análisis de manera concreta.

Los mejores resultados en producción de leche promedio los presentó los hatos de ganado ubicados en la comunidad de HGLC, seguido por el HGLH, HGLCB y el HGEE. El mayor porcentaje (72.22%) de las fincas tienen una producción de 5 a 10 L de leche por día por vaca. Sobre la alimentación lo que más utilizan es el concentrado, ensilaje y forraje opción más común, expresando en un 44.44% por parte de los ganaderos que utilizan este tipo de alimento.

Hay prevalencia de mastitis en los hatos de ganado, en el 33.33% presentan mastitis entre el 21 al 40% del total del ganado en al menos un cuarto o pezón de la vaca. Igual hay hatos de ganado donde hay prevalencia de mastitis entre el 81 al 100% de su ganado; el total de hatos con este porcentaje equivale en un 22.22%. Se determinó la relación entre el tipo de ordeño y la presencia de mastitis, y en el 77.77% de las fincas presentaron que si el ordeño es manual hay prevalencia de mastitis en el ganado.

La caracterización fisicoquímica es fundamental, ya que, si no cumple con los parámetros de calidad, esta se ve influenciado en el rendimiento de los productos derivados de la leche. Las características fisicoquímicas determinadas no cumplen con la normativa de la leche, solamente el porcentaje de grasa y el pH cumple con el valor mínimo.

La calidad de la leche disminuye si no se cumplen con las condiciones de manejo y ordeño, y en las fincas o hatos de ganado lechero hay prevalencia de mastitis en grados que van desde trazas (posible infección), 1, 2 y 3 (infectado).

REFERENCIAS

- [1] Organismo Hondureño de Normalización, "Norma hondureña OHN 18:2018." 2018., Disponible en: <https://bit.ly/40pLPtI>
- [2] CAHLE, "Informe anual de actividades del 2023," 2023. Disponible en: <https://bit.ly/3TLeJA0>
- [3] F. García-Sánchez, T. Sánchez-Santana, O. López-Vigoa, y M. Á. Álvarez, "Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados a esta," *Pastos y Forrajes*, vol. 41, no. 1, pp. 1-9. 2018, Disponible en: <http://bit.ly/44vXOHT>
- [4] R. Oliszewski, J. C. Cisint, y C. F. Medina, "Caracterización composicional, física-química y microbiológica de leche de vaca de la cuenta de Trancas," *Rev. Argentina Prod. Anim.*, vol. 36, no. 1, pp. 31-39, 2016, Disponible en: <http://bit.ly/4ke9JyR>
- [5] Y. Hernandez Torres, L. Roa, y D. Ordoñez-Salcedo, "Caracterización de calidad de leche y mastitis bovina en hatos de pequeños productores del Trópico Alto," *Zootecnia*, vol. 4, no. 1, pp. 15-25, 2017, Disponible en: <http://bit.ly/4neOsrH>
- [6] M. N. Salazar Cerda, C. Pichardo Hernández, y E. J. Blandón López, "Características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de vaca producida en la finca Las Mercedes, Managua, Nicaragua," *La Calera*, vol. 23, no. 40, pp. 77-83, 2023, doi: 10.5377/calera.v23i40.16348
- [7] D. C. Alvear, J. D. Guerrero, N. F. Bonifaz, y P. F. Noriega, "Calidad composicional y concentración de ácidos grasos omega-3 (alfa-linolénico) y omega-6 (linoleico) presentes en leche bovina de tres regiones naturales del Ecuador," *Rev. la Fac. Med. Vet. y Zootec.*, vol. 68, no. 2, pp. 150-169, Aug. 2021, doi: 10.15446/rfmvz.v68n2.98027
- [8] C. Santiago, F. Vicente, J. D. Jiménez-Calderón, A. Soldado, y A. Martínez-Fernández, "Caracterización de los actuales modelos de alimentación para la producción de leche de vaca en Asturias (España) y su influencia sobre la producción de la leche," *ITEA*, vol. 113, no. 4, pp. 335-346, 2017, doi: 10.12706/itea.2017.021
- [9] K. Valle Sánchez, "Mastitis y calidad de la leche en vacas lecheras," *Reciena*, vol. 1, no. 3, pp. 55-60, 2022, doi: 10.47187/reciena.v2i3.27
- [10] A. K. Ruiz, D. González, y J. Peña, "Situación de la mastitis bovina en Cuba," *Rev. Electrónica Vet.*, vol. 13, no. 12, pp. 1-12, 2012, Disponible en: <http://bit.ly/4eqoduo>
- [11] A. F. Abril Torres y V. E. Pillco Orozco, "Calidad fisicoquímica de la leche cruda que ingresa a la Ciudad de Cuenca, para su comercialización," Universidad de la Cuenca, 2013. Disponible en: <http://bit.ly/4lh24AO>
- [12] A. Calderón, M. R. Arteaga, V. C. Rodríguez, G. J. Arrieta, D. C. Bermudez, y V. P. Villareal, "Efecto de la mastitis subclínica sobre el rendimiento en la fabricación del queso costeño," *Biosalud*, vol. 10, no. 2, pp. 16-27, 2011, Disponible en: <http://bit.ly/4egPijm>