

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS
Y BIOTECNOLOGÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**EVALUACIÓN DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y SU
RELACIÓN CON LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL
DE LA LECHE EN BONGARÁ.**

Autor:

Bach. Janier Culqui Vilca

Asesor:

Dr. Raúl Rabanal Oyarce

Registro (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

DATOS DEL ASESOR DE TESIS

Dr. Raúl Rabanal Oyarce

DNI: N° 33432096

Registro ORCID: N° N° 0000-0003-0681-0963

<https://orcid.org/0000-0003-0681-0963>

Campo de la Investigación y el Desarrollo, según la Organización para la
Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE):

2.11.02 -- Otras ingenierías y tecnologías

DEDICATORIA

A mi familia por su incondicional apoyo, sacrificio y amor dedicado a lo largo de toda mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la vida y la salud, al asesor Dr. Raúl Rabanal Oyarce por su orientación para el desarrollo de la investigación y al proyecto “Creación del servicio de Laboratorio de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias de Animales Domésticos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza por el financiamiento económico.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
RECTOR

Dr. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN.
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
VICERRECTORA DE INVESTIGACION

M.Sc. NILTON LUIS MURGA VALDERRAMA
**DECANO (e) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,
AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

Yo, **Dr. RAÚL RABANAL OYARCE**, docente a tiempo completo de la carrera profesional de Ingeniería Zootecnista, en la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología, hago constar que he asesorado el proyecto de tesis titulado **“EVALUACIÓN DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y SU RELACIÓN CON LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE EN BONGARÁ”** presentado por el bachiller Janier Culqui Vilca, egresado de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, dando el visto bueno a la presente tesis.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que se estimen convenientes.



.....

Dr. RAÚL RABANAL OYARCE
Asesor

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



M.Sc. Hugo Frías Torres

Presidente



Dr. Elías Alberto Torres Armas

Secretario



.Sc. Nilton Luis Murga Valderrama

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-O

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Evaluación de Células Somáticas y su Relación con la Composición Nutricional de la Leche en Bongará.

presentada por el estudiante ()/egresado (x)

de la Escuela Profesional de *Ingeniería Zootécnica*

con correo electrónico institucional *janis.culqui@untrm.edu.pe*

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene *14* % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, *28* de *febrero* del *2022*

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 22 de Febrero del año 2022, siendo las 10:00 horas, el aspirante: Tanier Culqui Vilca, defiende en sesión pública presencial () / a distancia (X) la Tesis titulada: EVALUACIÓN DE CÉLULAS SOMÁTICAS Y SU RELACIÓN CON LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA LECHE EN BONGARA, teniendo como asesor a Dr. Raúl Pabanal Oyarce, para obtener el Título Profesional de INGENIERO ZOOTECNISTA, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: M. Sc. Hugo Frías Torres

Secretario: Dr. Elías Alberto Torres Armas

Vocal: M. Sc. Milton Luis Murga Valderama

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X)

Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:07 am horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

CONTENIDO GENERAL

DATOS DEL ASESOR DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
CONTENIDO GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
2.1. Lugar de estudio	19
2.2. Población, muestra y muestreo.	20
2.3. Recuento de células somáticas	21
2.4. Evaluación de la Composición Nutricional de la Leche	21
2.5. Análisis de datos	21
III. RESULTADOS	22
IV. DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES	30
VI. RECOMENDACIONES.....	32
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación geográfica de las plantas incluidas en el estudio.....	19
Tabla 2. Media general de células somáticas e indicadores fisicoquímicos de la leche de diferentes plantas	26
Tabla 3. Coeficientes de Pearson para indicadores fisicoquímicos de la leche de diferentes plantas	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.....	20
Figura 3. Número promedio de células somáticas/ml por planta	22
Figura 4. Promedio porcentual de grasa en la leche para las diferentes plantas.....	22
Figura 5. Promedio porcentual de sólidos no grasos (SNG) en la leche para las diferentes plantas	23
Figura 6. Densidad promedio (kg/m ³) en la leche para las diferentes plantas	23
Figura 7. Promedio lactosa (%) en la leche para las diferentes plantas.....	24
Figura 8. Promedio de minerales (%) en la leche para las diferentes plantas.....	24
Figura 9. Promedio de proteína (%) en la leche para las diferentes plantas	25
Figura 10. Valores promedio de pH en la leche para las diferentes plantas	25

RESUMEN

La calidad de la leche es uno de los factores de mayor importancia en la industria lechera. El objetivo de la investigación fue evaluar la relación entre el recuento de células somáticas y la composición nutricional de la leche, para ello, se recolectaron muestras directamente del tanque de 11 centros de acopio y plantas de procesamiento de lácteos. Las muestras fueron analizadas para células somáticas con el equipo De Laval cel counter (DCC) y para porcentajes de: proteína, grasa, lactosa, minerales, densidad y ph con el equipo Lactoscan en el laboratorio de enfermedades infecciosas y parasitarias de animales domésticos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Los resultados fueron procesados con el software Statistics V.8.0. Mediante estadística descriptiva y la prueba de correlación de Pearson. Los resultados indican que el 27.27% de los centros de acopio/plantas de procesamiento superan los límites máximos permisibles en células somáticas (500 000 cel/ml - NT Peruana) nivel alto de células somáticas y calidad regular de leche y el 72.73% de los centros de acopio/plantas de procesamiento procesan mejor calidad de leche. Existe variación significativa para los parámetros físico-químicos entre plantas y se encontró correlación negativa y altamente significativa ($p<0.01$) para la concentración de células somáticas con el nivel de grasa en leche, y correlación altamente significativa ($p<0.01$) y negativa entre células somáticas y el porcentaje de proteína, y correlación positiva con minerales ($p<0.01$).

Palabras clave: Leche bovina, células somáticas, composición nutricional.

ABSTRACT

Milk quality is one of the most important factors in the dairy industry. The objective of the research was to evaluate the relationship between the somatic cell count and the nutritional composition of the milk, for this, samples were collected directly from the tanks of 11 collection centers and dairy processing plants. The samples were analyzed for somatic cells with the De Laval cel counter (DCC) equipment and for percentages of: protein, fat, lactose, minerals, density and pH with the Lactoscan equipment in the laboratory of infectious and parasitic diseases of domestic animals of the National University Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas. The results were processed with Statistics V.8.0 software. Using descriptive statistics and Pearson's correlation test. The results indicate that 27.27% of the collection centers / processing plants exceed the maximum permissible limits in somatic cells (500,000 cells / ml - Peruvian NT), a high level of somatic cells and regular milk quality and 72.73% of the collection centers / processing plants process better quality milk. There is significant variation for the physical-chemical parameters between plants and a negative and highly significant correlation ($p < 0.01$) was found for the concentration of somatic cells with the level of fat in milk, and a highly significant ($p < 0.01$) and negative correlation between somatic cells and protein percentage, and positive correlation with minerals ($p < 0.01$).

Keywords: Bovine milk, somatic cells, nutritional composition

I. INTRODUCCIÓN

En los bovinos de leche uno de los primeros motivos para la saca de vacas en las granjas ganaderas es la mastitis, además es causa de grandiosas pérdidas económicas, debido a que la enfermedad no solo afecta la salud física de las vacas, sino también las propiedades de calidad de leche (USDA, 2007 y Mora et al., 2016).

Las propiedades de contenido nutricional y limpieza de la leche son indicadores de la eficiencia para la transformación en derivados lácteos (Pretto et al., 2013) estas características a su vez se vinculan con el recuento de células somáticas y el porcentaje de sólidos totales (Torres et al., 2016).

Evaluar las células somáticas nos otorga la posibilidad de valorar aspectos acerca de la salud y función de la ubre y por su relación directa con el contenido nutricional de la leche brinda un principio inmensamente relevante sobre su calidad (Danków et al., 2003), éstas células mayormente están compuestas por leucocitos que actúan a nivel de la glándula mamaria para atacar los microorganismos causantes de la enfermedad (Sharma et al. 2011), estos glóbulos blancos son agentes normales en el cuerpo, que se trasladan y viajan por el torrente sanguíneo para neutralizar bacterias que afectan el interior de la glándula mamaria (García, 2004).

Si el número de células somáticas es inferior a 100,000CS/ ml es considerado como normal, indicando buena salud de la glándula mamaria, mientras que un conteo mayor a 200,000CS/ml indica una infección bacteriana (Bradley y Green, 2005) relacionada con una de las enfermedades más infecciosas que se presentan en las granjas ganaderas como es la mastitis y que no todos los productores la detectan debido a que existe un tipo de mastitis de carácter subclínico, que no es observable y es la que precede a la aparición posterior de una mastitis clínica.

Cuando en la leche, el número de células somáticas es alto, afecta al incremento de inmunoglobulinas y lactoferrina, cuando hay un proceso infeccioso en la ubre, puede variar el ph de forma ascendente desde 6.6 hasta 6.9 debido a que se eleva el paso de inmunoglobulinas, sodio, cloro, entre otros compuestos de la leche porque a causa de la

infección las proteínas presentes en el suero de la sangre se han desplazado hacia la leche por un incremento en la permeabilidad capilar de los tejidos de la glándula mamaria (Velásquez y Vega, 2012).

El recuento de células somáticas también tiene efecto negativo en los niveles de producción de la finca lechera, provocado como consecuencia del daño causado por las bacterias y/o toxinas de la mastitis sobre el tejido. Ha sido demostrado que a partir de la cantidad básica de 200,000 cel/ml en cada incremento de 100,000 cel/ml la producción de leche disminuye en un 2.5 %, siendo incluso posible una disminución del 7.5 % cuando en un hato el recuento es de 500,000 a causa de la mastitis subclínica (Hernández y Bedolla, 2008).

Para Dersam, (2003), tener un elevado número de células somáticas puede tener trascendencia negativa en la calidad de la leche afectando indicadores como: mayores niveles de ácidos grasos volátiles, detrimento del sabor, bajo rendimiento para la elaboración de productos lácteos, cuajos con estabilidad baja, deterioro de sabor prematuro en la vida de anaquel por la ocurrencia de lipólisis y proteólisis, además señala que para poder tener máximos rendimientos para lácteos y mejorar la duración de anaquel, se debe tener leche con menor a 100,000 cel/ml de células somáticas.

Calderón et al. (2012) al evaluar la calidad de la leche mediante parámetros físico-químicos medidos directamente en la leche cruda de los tanques de 15 plantas y la sanidad en las glándulas mamarias, reportaron valores normales para los parámetros físicoquímicos, pero el recuento de células somáticas fue de 345.133 ± 302.241 CS/ml, encontrando regresión lineal para el nivel de presencia de mastitis y el número de células somáticas en 7 de las 15 plantas evaluadas, además de tener un promedio mayor a 250,000 cel/ml.

Romero et al. (2018) reportan para seis centros de acopio incluidos en su estudio de calidad fisicoquímica, microbiológica, recuento de células somáticas y presencia de inhibidores en leches crudas para parámetros físicoquímicos en su mayoría dentro de los valores aceptados y establecidos en los decretos de dicho país (proteína $\geq 2,9\%$, grasa $\geq 3,0\%$, densidad ≥ 1.030 , ST $\geq 11,30$, SNG $\geq 8,30$, mientras que el número de células somáticas fue mayor a 500.000 cel/ml.

Velásquez y Vega (2012) para evaluar la calidad de la leche de tanque en 03 establos y 04 asociaciones de ganaderos en dos épocas del año en Lima, utilizaron como prueba el recuento de células somáticas, no encontraron diferencias estadísticamente significativa entre establos ($755.4 \pm 46.9 \times 10^3$ cel/ml) con las asociaciones con valores de ($752.1 \pm 41.1 \times 10^3$ cel/ml); pero sin encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) para los valores de los establos con respecto a las épocas del año siendo ($550.3 \pm 35.5 \times 10^3$ células/ml) y ($550.3 \pm 35.5 \times 10^3$ células/ml) para verano e invierno respectivamente, en cuanto a la cantidad de cuartos afectados por mastitis subclínica fue mayor en establos medianos y grandes con respecto a los establos pequeños (52.6 y 49.9% vs 29.8%, respectivamente) ($p < 0.05$, así mismo en vacas mayores a dos partos con respecto a vacas con 1 y 2 partos (40.8, 32.8 y 24.8%, respectivamente), al igual que en vacas que se encontraban al final de lactancia con respecto a las que se encontraban en estados de media e inicial de lactancia con valores de 40.3, 38.2 y 23.2%, respectivamente, por lo que los autores afirman que según sus resultados obtenidos, la calidad de la leche de los establos y asociaciones evaluadas no cumplen con las Normas Técnicas de calidad establecidos por la legislación peruana para valores de recuento de células somáticas.

Ortiz y Vera (2006) estratificaron por nivel de tecnología en alta, media y baja los establos de una zona de Arequipa, y midieron el número de células somáticas reportando un promedio general de $505 \times 10^3 \pm 150 \times 10^3$ cel/ml, mientras que por estratos de alta, media y baja los valores promedio fueron 353, 559 y 603×10^3 cel/ml, respectivamente, existiendo así diferencias estadísticamente significativas entre los niveles tecnológicos. Demostraron además que el número de células somáticas se incrementa a medida que el nivel tecnológico de los establos disminuye.

En el Perú la NT 202.001. Leche y productos lácteos, en sus parámetros de control establece que para ser admisible para consumo humano el conteo de células somáticas en la leche debe ser inferior a 500 000 cel/mL, mientras que la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE) establece 4 niveles de calificación para la leche según el número de células somáticas: malo/muy alto, cuando es mayor 1000 000 cel/ml; Regular/alto, cuando es entre 501 000 a 1000 000; Bueno/moderado, cuando es entre 200 000 a 500 000 y como muy bueno/bajo cuando es menor a 200 000.

Considerando que evaluar la composición de la leche es esencial para las plantas que lo industrializan, manejo del hato lechero y para asegurar la salud de los consumidores ya que la calidad de la leche tiene un efecto directo en las características de calidad de los productos finales (Oliszewski et al., 2016), surge la necesidad y la importancia de determinar la calidad sanitaria y composicional de la leche que se produce y usa en los centros de acopio y transformación de la Provincia de Bongará, Región Amazonas, por tratarse de una provincia con distritos con alto volumen de producción de leche y el continuo crecimiento que ha mostrado en materia de transformación a derivados lácteos. En ese contexto el objetivo de esta investigación fue evaluar el número de células somáticas y su relación con parámetros de composición nutricional en la leche bovina.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

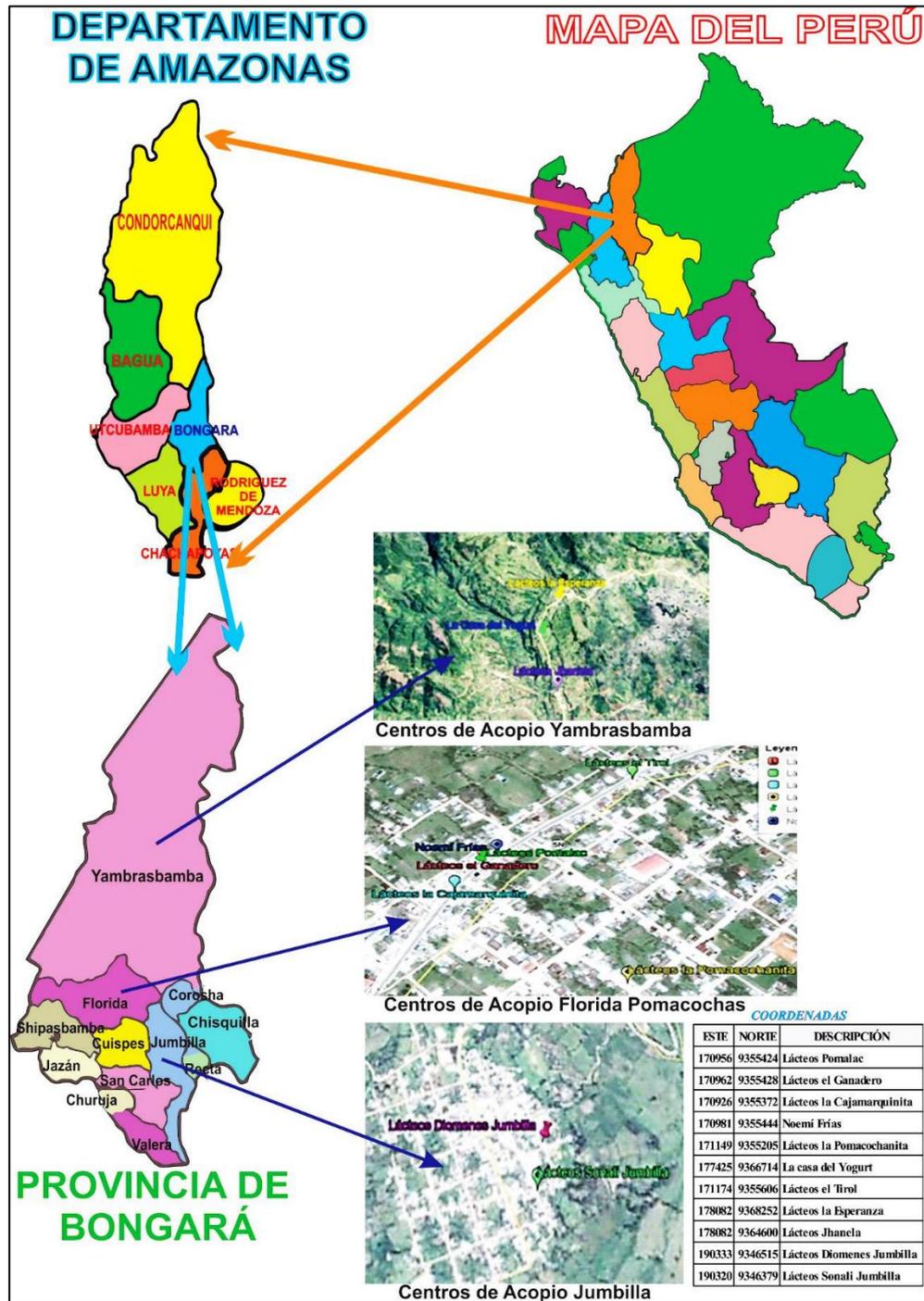
2.1. Lugar de estudio

Tabla 1. Ubicación geográfica de las plantas incluidas en el estudio.

ID	ESTE	NORTE	ALTITUD (m.s.n.m.)	DESCRIPCIÓN
1	170956	9355424	2283 m	Lácteos Pomalac
2	170962	9355428	2281 m	Lácteos el Ganadero
3	170926	9355372	2281 m	Lácteos la cajamarquinita
4	170981	9355444	2283 m	Noemí Frías
5	171149	9355205	2257 m	Lácteos la Pomacochanita
6	177425	9366714	1943 m	La casa del yogurt
8	171174	9355606	2290 m	Lácteos el Tirol
7	178082	9368252	2018 m	Lácteos la Esperanza
9	178082	9364600	1879 m	Lácteos Jhanela
11	190333	9346515	2103 m	Lácteos Diomenes Jumbilla
12	190320	9346379	2101 m	Lácteos Sonali Jumbilla

El presente estudio se llevó a cabo en los diferentes centros de acopio de leche de la Provincia de Bongará, Región Amazonas, ubicada entre las coordenadas 5°51'27" Latitud Sur y 77°47'32" de Longitud Oeste; a una altitud de 1991 m.s.n.m., cuenta con una temperatura media de 20 a 25 °C, la georreferenciación de las plantas incluidas en el estudio se detalla a continuación.

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio



2.2. Población, muestra y muestreo.

Se realizó la identificación y georreferenciación de las plantas de acopio y procesamiento de lácteos en la provincia de Bongará, lográndose identificar 11 plantas distribuidas según el detalle de la (Tabla 1), se realizó muestreo del 100 % de plantas y las muestras se recogieron en frascos de vidrio con capacidad de 100

ml previamente esterilizados a 140 °C por 30 minutos. Las muestras se identificaron con número de planta, lugar, fecha y hora de muestreo, acondicionados en un medio de transporte a una temperatura de 4 ° C trasladados al Laboratorio de Enfermedades Infecciosas y Parasitarias de Animales Domésticos del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

2.3. Recuento de células somáticas

Se realizó con el equipo De Laval Cell Counter (DCC), el cual es un contador de células óptico que funciona con cassetts para las muestras (1 µl). Su especificidad está basada en su conteo de núcleos de células somática teñidos con una sonda fluorescente de Ioduro de Propidio y específica de DNA. La producción de señales fluorescentes, se registran en forma de imágenes las cuales se usan para determinar el número de células somáticas en la leche.

2.4. Evaluación de la Composición Nutricional de la Leche

Los parámetros de composición nutricional (Grasa, SNG, proteína, lactosa, Minerales, pH y la densidad) se midieron con el equipo Lacto Scan Milk Analyzer.

2.5. Análisis de datos

Se usó la estadística descriptiva para presentar la media aritmética para cada uno de los parámetros de la composición nutricional, asimismo, se sometió a un análisis de varianza a células somáticas, grasa, sólidos no grasos, densidad, lactosa, minerales, proteína y pH, además, se hizo la comparación múltiple de los promedios de cada parámetro por planta con Duncan ($p < 0.05$). Finalmente, las correlaciones se analizaron con el coeficiente de correlación de Pearson con la prueba t-student ($p < 0.05$) en el software estadístico Estatistics V.8.0.

III. RESULTADOS

Figura 2. Número promedio de células somáticas/ml por planta

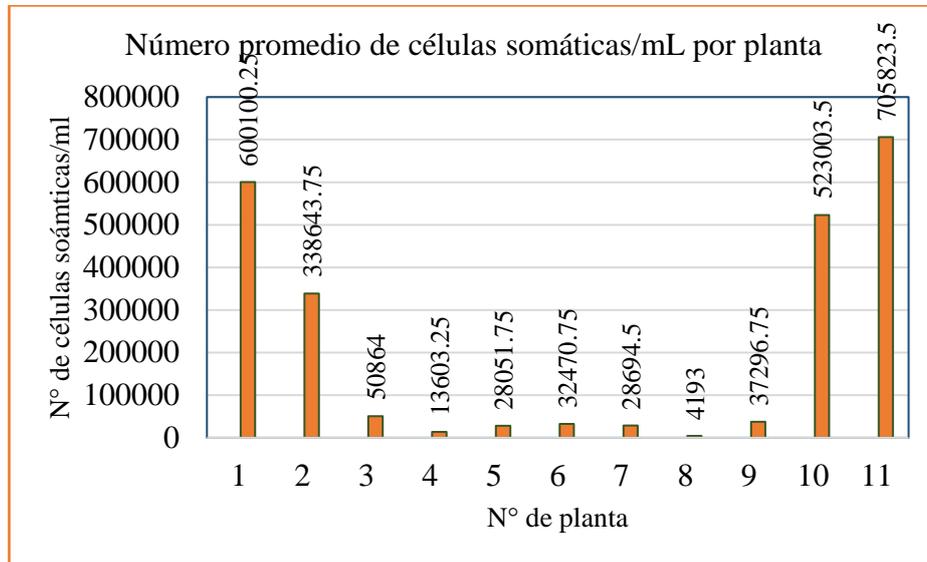
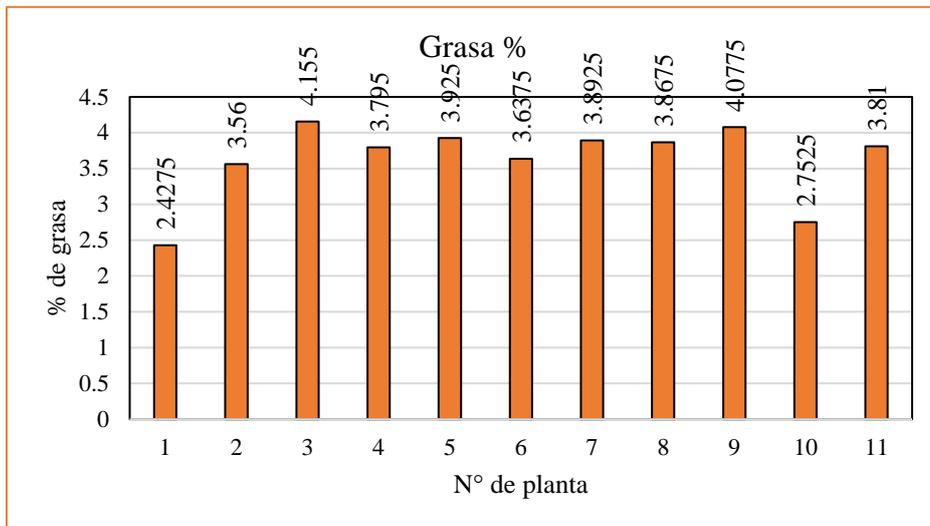


Figura 3. Promedio porcentual de grasa en la leche para las diferentes plantas



En las figuras 2 y 3 se evidencia el promedio por planta para las variables de N° de células somáticas y % de grasa respectivamente, siendo para este primer caso mayor (705823.5 cel/ml) en la planta 11 y menor en la planta 8 con (4193 cel/ml) mientras que para grasa el mayor porcentaje promedio se observa en la planta N° 03 (4.155%) y el porcentaje menor en la planta N° 1 con (2.4275%).

Figura 4. Promedio porcentual de sólidos no grasos (SNG) en la leche para las diferentes plantas

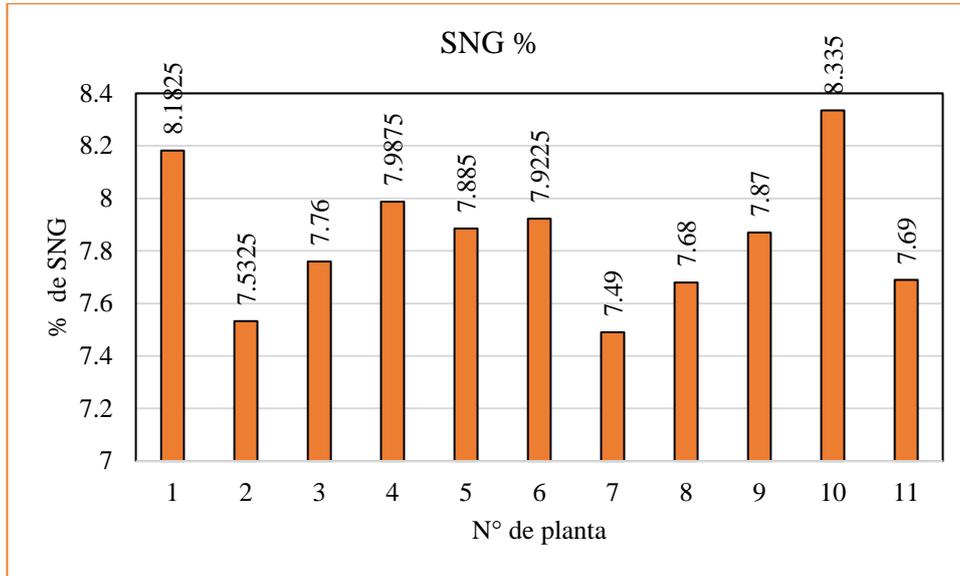
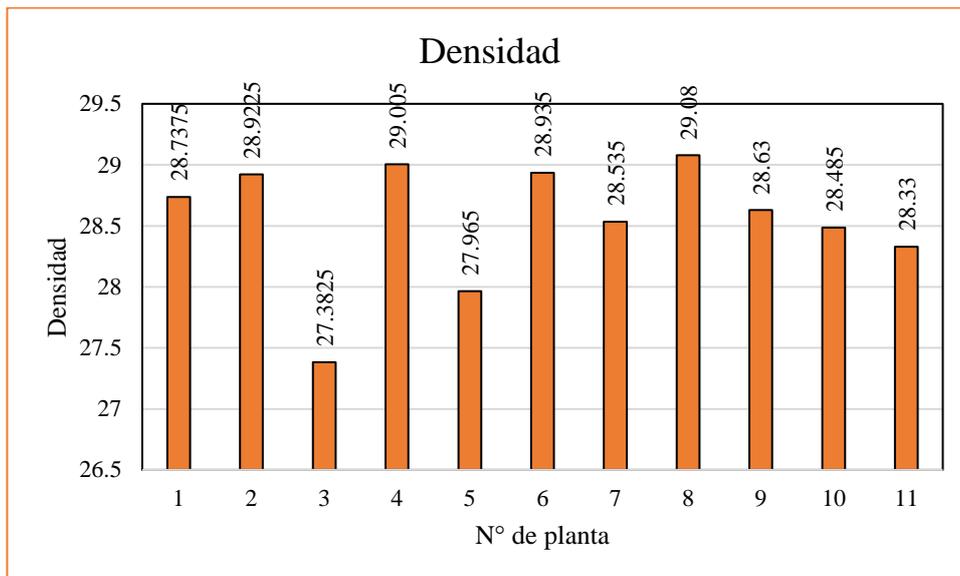


Figura 5. Densidad promedio (kg/m³) en la leche para las diferentes plantas



En las figuras 4 y 5 se evidencia el promedio por planta para las variables de N° de minerales no grasos (SNG) y la densidad respectivamente, siendo para este primer caso mayor (8.335 %) en la planta 10 y menor en la planta 7 con (7.49 %) mientras que para la densidad el promedio mayor se observa en la planta N° 08 (29.08) y el menor en la planta N° 3 con (27.3825).

Figura 6. Promedio lactosa (%) en la leche para las diferentes plantas

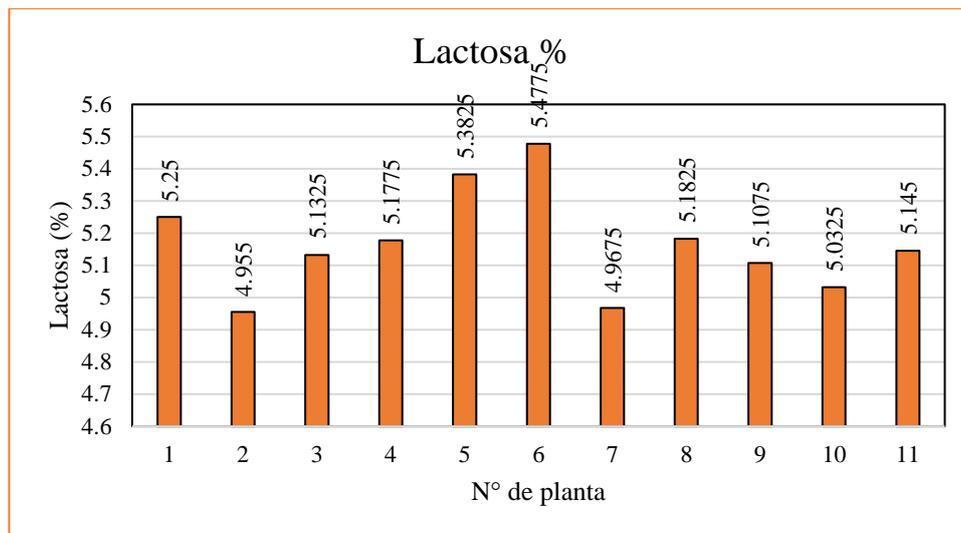
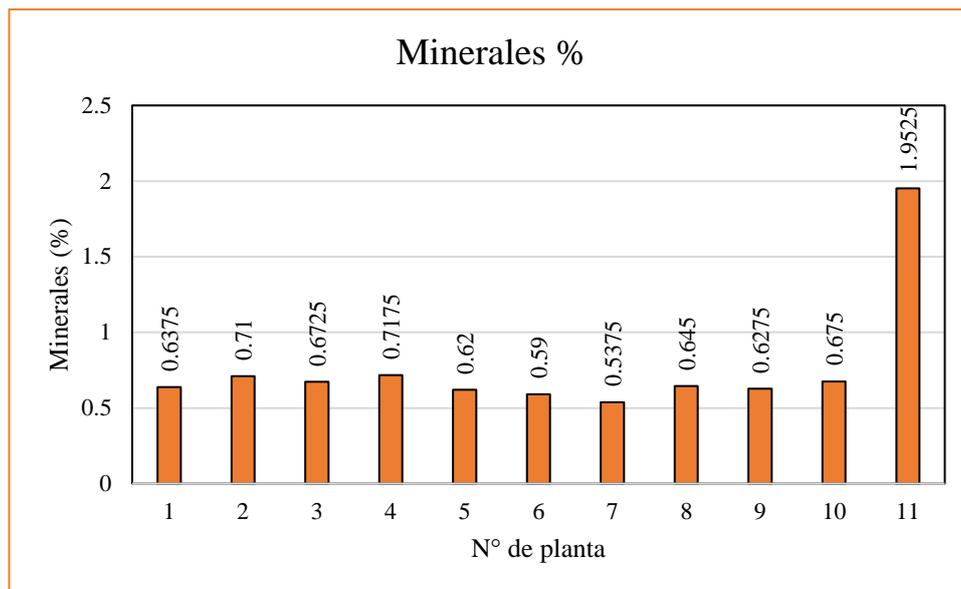


Figura 7. Promedio de minerales (%) en la leche para las diferentes plantas



En las figuras 6 y 7 se evidencia el promedio por planta para las variables de contenido de lactosa (%) y el porcentaje (%) de sólidos siendo para este primer caso mayor (5.4775 %) en la planta 06 y menor en la planta 2 con (4.955 %) mientras que para el porcentaje de minerales el promedio mayor se encontró en la planta N° 11 (1.9525 %) y el menor en la planta N° 7 con (0.5375 %).

Figura 8. Promedio de proteína (%) en la leche para las diferentes plantas

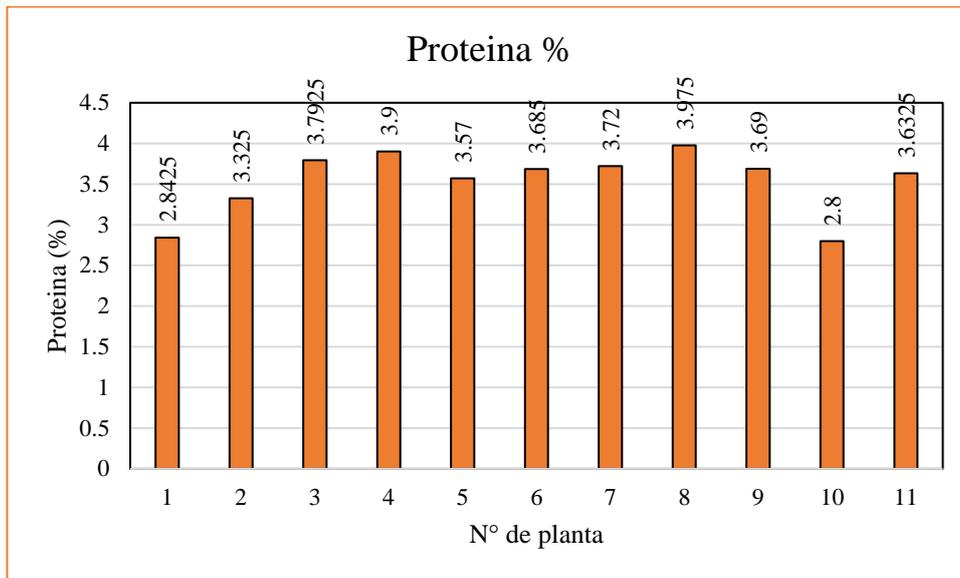
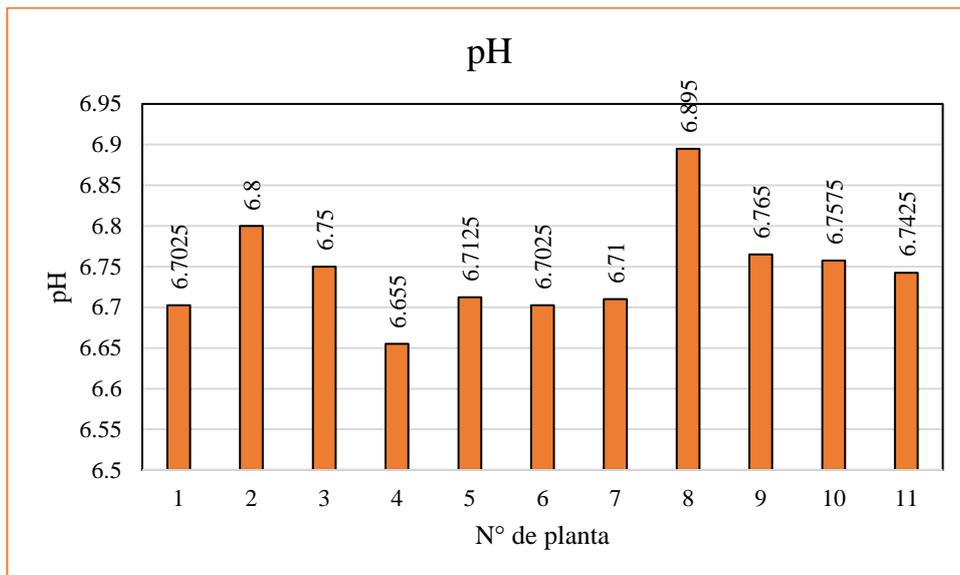


Figura 9. Valores promedio de pH en la leche para las diferentes plantas



En las figuras 08 y 09 se presenta los valores de promedio de proteína (%) y el pH en la leche de las plantas evaluadas, para el caso de proteína el mayor contenido se encontró en la planta N° 08 con (3.975 %) y el menor promedio en la planta N° 10 (2.8%), mientras que para los valores de pH el promedio mayor encontrado fue en la planta N° 8 (6.895) y el menor en la planta N° 04 (6.655).

Tabla 2. Media general de células somáticas e indicadores fisicoquímicos de la leche de diferentes plantas

N° de planta	Células somáticas (cel/ml)	Crasa (%)	Sólidos		Lactosa (%)	Minerales (%)	Proteína (%)	pH
			no grasos (%)	Densidad (kg/m ³)				
Planta 1	600100.25±33619.48a	2.43±0.24b	8.18±0.30ab	28.74±1.48a	5.25±0.29a	0.64±0.04b	2.84±0.41c	6.70±0.06a
Planta 2	338643.75±25364.60ab	3.56±0.08a	7.53±0.42c	28.92±1.49a	4.96±0.28a	0.71±0.09b	3.36±0.30bc	6.80±0.06a
Planta 3	50864±2248.15b	4.16±0.39a	7.76±0.50abc	27.38±1.99a	5.13±0.06a	0.67±0.08b	3.79±0.51ab	6.75±0.12a
Planta 4	13603.25±2358.73b	3.80±0.29a	7.99±0.09abc	29.01±1.58a	5.18±0.43a	0.78±0.13b	3.90±0.40ab	6.66±0.26a
Planta 5	28051.75±1734.79b	3.93±0.28a	7.89±0.48abc	27.97±1.35a	5.38±0.44a	0.62±0.13b	3.57±0.37ab	6.71±0.15a
Planta 6	32470.75±1250.95b	3.64±0.23a	7.93±0.07abc	28.94±2.46a	5.48±0.68a	0.59±0.064b	3.69±0.30ab	6.70±0.18a
Planta 7	28694.50±2071.10b	3.89±0.27a	7.49±0.20c	28.54±1.56a	4.97±0.18a	0.54±0.18b	3.72±0.46ab	6.71±0.11a
Planta 8	4193.00±558.29b	3.87±0.67a	7.68±0.44bc	29.08±2.12a	5.18±0.28a	0.65±0.02b	3.98±0.54a	6.90±0.05a
Planta 9	37296.75±1670.55b	4.08±0.50a	7.87±0.50abc	28.63±1.87a	5.11±0.24a	0.63±0.03b	3.69±0.13ab	6.77±0.07a
Planta 10	523003.50±107899.47a	2.75±0.18b	8.34±0.36a	28.49±0.88a	5.03±0.26a	0.68±0.03b	2.80±0.41c	6.76±0.06a
Planta 11	705823.50±947515.68a	3.81±0.57a	7.69±0.43bc	28.33±1.82a	5.12±0.13a	1.95±2.41a	3.63±0.21ab	6.74±0.29a
<i>p-valor</i>	0.003	0.000	0.075	0.963	0.545	0.337	0.001	0.969

Tabla 3. Coeficientes de Pearson para indicadores fisicoquímicos de la leche de diferentes plantas

	RCS (cel/ml)	G (%)	SNG (%)	D (kg/m ³)	L (%)	M (%)	P (%)	pH
RCS (cel/ml)	1	-0.46	-0.027	-0.102	-0.116	0.815	-0.363	0.132
<i>Significancia</i>		0.002**	0.860	0.508	0.452	0.000**	0.015**	0.393
Crasa (%)		1	-0.296	-0.111	0.101	-0.022	0.679	-0.008
<i>Significancia</i>			0.051	0.473	0.515	0.887	0.000**	0.958
SNG (%)			1	0.025	0.202	-0.272	-0.329	-0.014
<i>Significancia</i>				0.872	0.188	0.074	0.029*	0.928
Densidad (kg/m ³)				1	0.259	-0.159	-0.069	0.009
<i>Significancia</i>					0.089	0.302	0.655	0.953
Lactosa (%)					1	-0.065	0.086	-0.35
<i>Significancia</i>						0.676	0.577	0.020*
Minerales (%)						1	0.0498	0.133
<i>Significancia</i>							0.748	0.388
Proteína (%)							1	-0.076
<i>Significancia</i>								0.624
pH								1

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). *La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

IV. DISCUSIÓN

Existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre plantas productoras de leche para los indicadores fisicoquímicos de leche como células somáticas, grasa, Sólidos no grasos, minerales y proteína. Sin embargo, no se encontró diferencias ($p > 0.05$) para densidad, lactosa y pH de la leche (Tabla 2). La planta 1, 10 y 11 fueron estadísticamente similares entre ellas ($p > 0.05$) y superiores ($p < 0.059$) a las otras plantas en el contenido de células somáticas. La literatura reporta variaciones en el conteo de células, dependiendo del sistema de crianza, por ejemplo, en Ecuador (provincia del Carchi y Pichincha, con valores de inferiores a 600.000 cel/ml y 250.000 cel/mL, respectivamente) (Bonifaz y Riquelme, 2011). Basándose en un organismo regulatorio, el contenido de células límite debe ser de 400.000 para la Unión Europea y límite de 750.000 para los Estados Unidos (Vianna et al., 2018). Si bien es cierto los resultados de este estudio reportó valores dentro de estos rangos, las plantas 01, 10 y 11 superan los límites máximos permisibles en células somáticas que establece para consumo humano la NT peruana, que son 500 000 cel/ml, por lo que es necesario hacer un manejo adecuado en la ubre pre y pos ordeño, ya que conlleva a grandes pérdidas económicas para el productor y tiene estrecha relación la calidad de la leche con la inocuidad para el aprovechamiento y consumo del ser humano (Fox et al., 2018).

El nivel de grasa de la leche se observó en un rango desde 2.43% hasta 4.16%, existiendo diferencias entre las plantas. La leche con menor concentración de grasa se obtuvo de las plantas 1 y 10, siendo inferiores ($p < 0.05$) a las otras plantas (Tabla 2). Las diferencias mostradas pueden darse por la composición nutricional del alimento (Bryant et al., 2018; Mendoza y Acosta, 2020), efecto meteorológico (Zuluaga y Restrepo, 2009). El nivel de grasa puede variar desde 3 a 4%, depende de la funcionalidad de las células secretoras de la ubre y se caracteriza porque está formada por glóbulos pequeños que están ubicados en moléculas de agua, rodeándose de una capa fosfolipídica lo que evita que se aglutinen y se separen de la parte acuosa (Agudelo y Bedoya, 2005). Los niveles de grasa reportado en este estudio concuerdan con el reporte de Mendoza (2020), quien reportó nivel de grasa de leche de 3.76% de vacas alimentadas con pastura con nivel de proteína de 24%. La literatura también indica que la grasa de la leche es un indicador importante de la calidad nutricional de la leche. Por ejemplo, el principal isómero del

ácido linoleico conjugado (CLA) en la leche de rumiantes es el ácido ruménico (cis 9, trans 11-18: 2, y presenta propiedades anticancerígenas y antiaterogénicas (Wahle et al., 2004), en ese sentido es necesario comprender los atributos que ofrecen cada componente de la leche bovina. Finalmente, el bajo porcentaje de grasa en leche se explica porque es consistente con una mayor liberación de aceite en el rumen, lo que puede explicar la tendencia a la menor proporción de grasa láctea para las vacas que se alimentan con concentrados granulados versus no granulados (Dhiman et al., 2000).

Existió diferencias significativas para sólidos no grasos entre las plantas ($p < 0.05$), siendo la planta 10 con mayor valor promedio de sólidos no grasos (Tabla 2) y las plantas con menor contenido de sólidos no grasos fueron la 2 y la 7 ($p < 0.05$). La densidad de la leche y la concentración de lactosa no difirió entre las plantas evaluadas ($p > 0.05$). Un efecto similar ocurrió al evaluar el pH de la leche, el cual no varió entre plantas, presentando valores de 6.66 hasta 6.90. Valores de pH de este estudio están dentro de los valores de 6.44 (leche de vacas Holstein alimentadas con concentrado no granulado), 6.61 (leche de vacas Holstein alimentadas con concentrado granulado), 6.43 (leche de vacas Holstein alimentadas con concentrado no granulado tratado con 50 g/kg de MS de lignosulfonato) y 6.71 (concentrado granulado tratado con 50 g/kg de MS de lignosulfonato) (Dos Santos et al., 2011).

La leche bovina comprende proteínas de alta abundancia, incluidas caseínas, α -LA y β -LG, así como miles de proteínas de baja abundancia (D'Amato et al., 2009). La fracción descremada de la leche secretada contiene una variedad de proteínas biológicamente activas (Greenwood y Honan, 2019). La membrana del glóbulo graso de la leche es otra fracción que contiene proteínas que contiene un perfil bioactivo rico (Lee et al., 2018). La butirofilina, por ejemplo, es una proteína común asociada a membrana del glóbulo graso de la leche que es miembro de la superfamilia Ig y está involucrada en las respuestas de las células T inmunes (Demmelair et al., 2017). El nivel de proteína en leche varió significativamente entre plantas ($p < 0.05$), presentando mayores niveles la planta 8 y niveles bajos las plantas 1 y 10 (Tabla 2). Los valores de proteína de este estudio son similares al 3.43% (vacas que pastorearon un pasto leguminoso) y 3.72% vacas alimentadas con cultivos anuales) (Scuderi et al., 2020) y están dentro del rango estándar de proteína de 3.9% hasta 3.9% (Gómez y Mejía, 2005).

Los recuentos de células bacterianas y somáticas son métodos de referencia utilizados como indicadores de la calidad de la leche cruda (Costello et al., 2003). Se encontró correlación negativa y altamente significativa ($p < 0.01$) para la concentración de células somáticas con el nivel de grasa en leche (Tabla 3), lo que demuestra que al aumentar las células somáticas el nivel de grasa se vería afectado en 21%. Asimismo, se encontró correlación altamente significativa ($p < 0.01$) y negativa entre células somáticas y el porcentaje de proteína, pero correlación positiva se determinó con sólidos ($p < 0.01$). La membrana del glóbulo graso de la leche es integral y se correlaciona con la secreción de grasa láctea; por tanto, es factible que los aumentos en la producción de grasa de la leche aumenten la abundancia de proteínas y péptidos bioactivos en la leche (Scuderi et al., 2020). Un estudio demostró que, las propiedades de coagulación de la leche favorables se asocian con un pH bajo (0,52 y -0,43 para tiempo de coagulación y firmeza de la cuajada, respectivamente) y una alta acidez (-0,46 y 0,41 para tiempo de coagulación y firmeza de la cuajada, respectivamente) (Cassandro et al., 2008). Este tipo de asociación también fue informado por Ikonen et al. (2004) para el rasgo de pH. Según lo informado por Lindström et al. (1984), un alto valor de firmeza de la cuajada se asocia con un alto contenido de proteína y caseína (0,23 y 0,32, respectivamente). En otro estudio, el número de células somáticas se correlacionó significativamente con recuento total de bacterias ($r = 0,25$) y recuento de coliformes ($r = 0,19$), mientras que se reportó menos correlación entre otras combinaciones por pares de indicadores de calidad de la leche (Pantoja et al., 2009).

V. CONCLUSIONES

De las 11 plantas incluidas en el estudio 03 (27.2 % – plantas 01,10,11) superan los límites máximos permisibles en células somáticas que establece para consumo humano la NT peruana, que son 500 000 cel/ml y se ubican dentro de la calificación de nivel alto de células somáticas y calidad regular de leche según lo establecido por la Federación Panamericana de Lechería (FEPALE).

El nivel de grasa de la leche se observó en un rango desde 2.43% hasta 4.16%, existiendo diferencias entre las plantas. La leche con menor concentración de grasa se obtuvo de las plantas 1 y 10, siendo inferiores ($p < 0.05$) a las otras plantas, estas diferencias pueden generarse por factores como la composición nutricional del alimento y la raza.

El nivel de proteína en leche varió significativamente entre plantas ($p < 0.05$), presentando mayores niveles la planta 8 y niveles bajos las plantas 1 y 10, sin embargo, excepto las plantas 1 y 10, todos los valores se encuentran dentro de los establecido por la literatura para una leche normal, que plantea un promedio de 3,5% (variando desde el 2.9% al 3.9%).

Existió diferencias significativas para sólidos no grasos entre las plantas ($p < 0.05$), siendo la planta 10 con mayor valor promedio de sólidos no grasos y las plantas con menor contenido de sólidos no grasos fueron la 2 y la 7 ($p < 0.05$) mientras que la densidad de la leche y la concentración de lactosa no difirió entre las plantas evaluadas ($p > 0.05$), efecto similar ocurrió al evaluar el pH de la leche, el cual no varió entre plantas, presentando valores de 6.66 hasta 6.90.

Se encontró correlación negativa y altamente significativa ($p < 0.01$) para la concentración de células somáticas con el nivel de grasa en leche, lo que demuestra que al aumentar las células somáticas el nivel de grasa se vería afectado en 21%, asimismo, se encontró correlación altamente significativa ($p < 0.01$) y negativa entre células somáticas y el porcentaje de proteína, pero correlación positiva se determinó con sólidos ($p < 0.01$).

Los resultados evidenciados conllevan a tener la seguridad de manifestar que existe un nivel considerable de mastitis bovina subclínica en el área de intervención de este estudio.

En cada planta donde se realice la transformación de la leche en productos lácteos se debe considerar como prioritario la calidad de la leche como materia prima, desde un aspecto económico y la seguridad sanitaria del consumidor final.

VI. RECOMENDACIONES

A base de los resultados obtenidos se sugiere a los propietarios de las plantas de procesamiento de lácteos donde se han obtenido resultados por encima de los límites máximos permisibles implementar sistemas de control de calidad para la leche que se procesa, así como incrementar el nivel tecnológico de las instalaciones con mayor enfoque a sanidad e inocuidad alimentaria.

A los productores de leche bovina de las zonas de intervención del estudio se recomienda mejorar el nivel tecnológico de los hatos lecheros, pero haciendo un énfasis en los índices de sanidad e infraestructura e implementación de buenas prácticas de ordeño.

Se recomienda realizar trabajos de investigación en la misma línea a un nivel de comparación más profundo incluyendo la variación de células somáticas por factores como la raza, número de lactancias, cuarto mamario, alimentación, nivel tecnológico de las plantas, etc.

Es necesario gestionar la intervención de las instituciones estatales del sector lechero para realizar programas de capacitación en la inocuidad de la materia prima y de los derivados lácteos en toda la cadena de producción a fin de estandarizar la calidad de los mismos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonifaz, N., & Requelme, N. (2011). Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador. *La Granja*, 14(2), 45-57.
- Bradley, A. & Green, M. 2005. Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. In practice. (27): 310-315.
- Bryant, R. H., Welten, B. G., Costall, D., Shorten, P. R., & Edwards, G. R. (2018). Milk yield and urinary-nitrogen excretion of dairy cows grazing for pasture mixtures designed to reduce nitrogen leaching. *Livestock Science*, 209, 46-53.
- Cassandro, M., Comin, A., Ojala, M., Dal Zotto, R., De Marchi, M., Gallo, L., ... & Bittante, G. (2008). Genetic parameters of milk coagulation properties and their relationships with milk yield and quality traits in Italian Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 371-376.
- Calderón, A., Rodríguez, V., Arrieta, G., Martínez, N., & Vergara, O. (2012). Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en Montería (Córdoba). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 399-407.
- Costello, M., Rhee, M. S., Bates, M. P., Clark, S., Luedecke, L. O., & Kang, D. H. (2003). Eleven-year trends of microbiological quality in bulk tank milk. *Food Protection Trends*, 23, 383-400.
- Danków, R., Casi-Sokolinska. D., Pikul., J., Wójtowski, J. (2003). Cytological quality of goat`s milk. *Medicine veterinary*, 59(1), 77-80.
- D'Amato, A., Bachi, A., Fasoli, E., Boschetti, E., Peltre, G., Senechal, H., & Righetti, P. G. (2009). In-depth exploration of cow`s whey proteome via

combinatorial peptide ligand libraries. *Journal of proteome research*, 8(8), 3925-3936.

Demmelair, H., Prell, C., Timby, N., & Lönnerdal, B. (2017). Benefits of lactoferrin, osteopontin and milk fat globule membranes for infants. *Nutrients*, 9(8), 817.

Dersam, P. (2003). La leche alta en células somáticas no se conserva tan bien. En: HOARD'S DAIRYMAN en español (2003).

Dos Santos, W. B. R., Santos, G. T. D., da Silva-Kazama, D. C., Cecato, U., De Marchi, F. E., Visentainer, J. V., & Petit, H. V. (2011). Production performance and milk composition of grazing dairy cows fed pelleted or non-pelleted concentrates treated with or without lignosulfonate and containing ground sunflower seeds. *Animal feed science and technology*, 169(3-4), 167-175.

Dhiman, T. R., Satter, L. D., Pariza, M. W., Galli, M. P., Albright, K., & Tolosa, M. X. (2000). Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. *Journal of Dairy Science*, 83(5), 1016-1027.

Fox, L. K., Shook, G. E., & Schultz, L. H. (1985). Factors related to milk loss in quarters with low somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*, 68(8), 2100-2107.

García, A. (2004). Célula somática y alto recuento bacteriano. Dairy Science Department. College of Agriculture & Biological Sciences/ South Dakota State University/USDA.

Gómez, D. A. A., & Mejía, O. B. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de investigación*, 2(1), 38-42.

- Gómez, D. A. A., & Mejía, O. B. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de investigación*, 2(1), 38-42.
- Greenwood, S. L., & Honan, M. C. (2019). Symposium review: Characterization of the bovine milk protein profile using proteomic techniques. *Journal of dairy science*, 102(3), 2796-2806.
- Hernández, J y Bedolla, J. (2008). REDVET: Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche (Importance of the somatic cells count in the quality of milk). Vol. IX. N° 9. pp 15-29.
- INDECOPI. (2010). Norma técnica peruana - NTP 2002.001 Leche y productos lácteos. leche cruda. Requisitos. 4th ed. Lima.
- Ikonen, T., Morri, S., Tyrisevä, A. M., Ruottinen, O., & Ojala, M. (2004). Genetic and phenotypic correlations between milk coagulation properties, milk production traits, somatic cell count, casein content, and pH of milk. *Journal of dairy science*, 87(2), 458-467.
- Lee, H., Padhi, E., Hasegawa, Y., Larke, J., Parenti, M., Wang, A., ... & Slupsky, C. (2018). Compositional dynamics of the milk fat globule and its role in infant development. *Frontiers in Pediatrics*, 6, 313.
- Lindström, U. B., Antila, V., & Syväjärvi, J. (1984). A note on some genetic and non-genetic factors affecting clotting time of Ayrshire milk. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 34(3), 349-355.
- Mendoza, A., & Acosta¹, Y. (2020). Suplementación de vacas a pastoreo con ensilado de grano húmedo de maíz o concentrado comercial. *Veterinaria (Montevideo)*, 56(214), 1-6.
- Mora, M. G., Vargas, B., Romero, J. J., & Camacho, J. (2016). Efecto de factores genéticos y ambientales sobre el recuento de células somáticas en ganado lechero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 40(2), 7-18.

- Ortiz, C., & Vera, R. (2006). Recuento de células somáticas en hatos lecheros de diferente nivel tecnológico en Arequipa. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 17(2), 104-107.
- Pantoja, J. C. F., Reinemann, D. J., & Ruegg, P. L. (2009). Associations among milk quality indicators in raw bulk milk. *Journal of Dairy Science*, 92(10), 4978-4987.
- Pretto, D., De Marchi, M., Penasa, M., & Cassandro, M. (2013). Effect of milk composition and coagulation traits on Grana Padano cheese yield under field conditions. *The Journal of Dairy Research*, 80(1), 1.
- Romero P, A., Calderón R, A., & Rodríguez R, V. (2018). Evaluación de la calidad de leches crudas en tres subregiones del departamento de Sucre, Colombia. *Revista Colombiana De Ciencia Animal - RECIA*, 10(1), 43-50.
- Scuderi, R. A., Ebenstein, D. B., Tacoma, R., Cersosimo, L. M., Kraft, J., Brito, A. F., & Greenwood, S. L. (2020). Comparative analysis of the skim milk and milk fat globule membrane proteomes produced by Jersey cows grazing pastures with different plant species diversity. *Journal of Dairy Science*. 103(8), 7498-7508.
- Sharma, N; Singh, NK; Bhadwal, MS. 2011. Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24(3):429-438.
- Torres, Y. O. G., Martínez, M. I. M., & Rodríguez, H. E. M. (2016). Calidad sanitaria y composicional de la leche cruda producida en la vereda Quebrada Vieja, Soracá (Boyacá). *Conexión Agropecuaria JDC*, 6(2), 87-93.
- USDA (Department of Agriculture, USA). 2007. Dairy 2007 Part I: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007

(en línea). Colorado, USA. Consultado 15 mar. 2015. Disponible en http://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy07/dairy07_dr_PartI.pdf

Velásquez V. C, Vega V. J. (2012). Calidad de la leche y mastitis subclínica en establos de la provincia de Huaura, Lima. *Rev Inv Vet Perú*; 1(23): p. 65 – 71.

Vianna, P. C. B., Mazal, G., Santos, M. V., Bolini, H. M. A., & Gigante, M. L. (2008). Microbial and sensory changes throughout the ripening of Prato cheese made from milk with different levels of somatic cells. *Journal of Dairy Science*, 91(5), 1743-1750.

Wahle, K. W., Heys, S. D., & Rotondo, D. (2004). Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? *Progress in lipid research*, 43(6), 553-587.

Zuluaga, J. J. E., & Restrepo, L. F. (2009). Efecto meteorológico sobre la producción y calidad de la leche en dos Municipios de Antioquia-Colombia. *Revista Lasallista de Investigación*, 6(1), 50-57.

ANEXOS

Imágenes de actividades desarrolladas en marco a la ejecución del proyecto de investigación.



Figuras 1,2: Toma de muestras directamente del tanque de almacenamiento.

Figuras 3,4: Análisis de composición nutricional de la leche

Figuras 5,6: Recuento de células somáticas