



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



CAPACITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE TECNOLOGÍAS
PRODUCTIVAS Y SU EFECTO EN LA CALIDAD FÍSICO-
QUÍMICA DE LA LECHE EN CARACOTO, PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

FIDEL WILSON CASO VILCAPAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

**CAPACITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE T
ECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS Y SU EFEC
TO EN LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE
L**

AUTOR

FIDEL WILSON CASO VILCAPAZA

RECuento de palabras

13662 Words

RECuento de caracteres

71712 Characters

RECuento de páginas

79 Pages

Tamaño del archivo

1.1MB

Fecha de entrega

Jan 25, 2024 6:48 PM EST

Fecha del informe

Jan 25, 2024 6:49 PM EST

● **14% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)



Firmado digitalmente por COILA
ANASCO Pedro Urbado FAU
20145496170 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 25.01.2024 18:57:19 -05:00



DEDICATORIA

A mis padres Félix Caso Peralta y Martha Vilcapaza Jove.

A mi esposa Yanet Ramos Mango e hija Valeria.

A mi tía Concepción Vilcapaza Jove.



AGRADECIMIENTOS

- Mi agradecimiento a los docentes de la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por la gran labor desempeñada en la educación universitaria y por ende en mi formación profesional.
- Al PNIA, por permitirme realizar el presente estudio conducente a la obtención de mi título profesional.
- A las Asociación de Productores Agropecuarios “La Cremosita” de Caracoto, por brindarme todo el apoyo en la ejecución del estudio.
- A todos los docentes y a la vez amigos de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, quienes me transmitieron mucho de su experiencia profesional para mi formación académica y que contribuye en mi desenvolvimiento laboral.
- Al Dr. Pedro Ubaldo Coila Añasco quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación.
- A todos mis amigos, compañeros, aquellas personas que directa o indirectamente apoyaron en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

ACRÓNIMOS

RESUMEN 13

ABSTRAC 14

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 17

1.1.1. Objetivo general 17

1.1.2. Objetivos específicos 17

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CONCEPTO DE LECHE Y CALIDAD 18

2.2. COMPOSICIÓN E IMPORTANCIA NUTRICIONAL DE LA LECHE 19

2.3. PROPIEDADES DE LA LECHE..... 27



2.4. CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE Y SU IMPACTO SOBRE LA SALUD PÚBLICA	33
2.5. ASISTENCIA TÉCNICA.....	33
2.6. ANTECEDENTES	35

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN, CONTEXTO Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	37
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	38
3.2.1. Unidades productivas.....	38
3.2.2. Caracterización del ganado	38
3.2.3. Equipos y materiales	39
3.3. MÉTODOS.....	40
3.3.1. Muestreo y transporte de la leche	40
3.3.2. Determinación de la composición físico-química de la leche.....	40
3.3.3. Aplicación del programa de mejora.....	41
3.4. ANÁLISIS DE DATOS Y DISEÑO ESTADÍSTICO	44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE.....	45
4.1.1. Grasa	45



4.1.2. Sólidos no grasos (SNG).....	47
4.1.3. Proteínas.....	48
4.1.4. Lactosa	50
4.1.5. Agua añadida.....	51
4.1.6. Sólidos totales	52
4.1.7. Sales o minerales.....	54
4.2. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA LECHE.....	55
4.2.1. Densidad.....	55
4.2.2. pH.....	56
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	65

Área: Sistemas de producción animal.

Tema: Asistencia técnica y su efecto en la calidad de la leche.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29 de enero de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición nutricional de la leche entera de vaca.....	19
Tabla 2. Contenido de macro y micro minerales en la leche entera de vaca.	27
Tabla 3 Parámetros físicos-químicos determinados en leche de vaca y rangos de medición por el lactoscan	41
Tabla 4 Programa de capacitaciones ejecutado por el PNIA.....	42
Tabla 5 Estadísticos descriptivos de los niveles de grasa en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100).....	45
Tabla 6 Estadísticos descriptivos de los niveles de sólidos no grasos en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100 g).....	47
Tabla 7 Estadísticos descriptivos de los niveles de proteínas en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100).....	48
Tabla 8 Estadísticos descriptivos de los niveles de lactosa en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100).....	50
Tabla 9 Estadísticos descriptivos de los niveles de agua añadida en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100).....	51
Tabla 10 Estadísticos descriptivos de sólidos totales en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100)	52
Tabla 11 Estadísticos descriptivos de sales en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100).....	54
Tabla 12 Estadísticos descriptivos de densidad de grasa en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (Kg/m ³).....	55



Tabla 13 Estadísticos descriptivos de los valores de pH en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100).....	57
--	----



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Principales componentes de la leche	20
Figura 2 Ubicación del distrito de Caracoto y sus comunidades.....	37



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Promedios del análisis físico-químico de la leche antes de la intervención del proyecto.....	66
ANEXO 2: promedios del análisis físico-químico de la leche durante la intervención del proyecto.....	67
ANEXO 3: Promedios del análisis físico-químico de la leche después de la intervención del proyecto.....	68
ANEXO 4: Análisis de varianza y prueba de tukey para grasa	69
ANEXO 5: Análisis de varianza y prueba de tukey para solidos no grasos (sng)	70
ANEXO 6: Análisis de varianza y prueba de tukey para densidad.....	71
ANEXO 7: Análisis de varianza y prueba de tukey para proteina.....	72
ANEXO 8: Análisis de varianza y prueba de tukey para lactosa.....	73
ANEXO 9: Análisis de varianza y prueba de tukey para agua	74
ANEXO 10: Análisis de varianza y prueba de tukey para solidos totales	75
ANEXO 11: Análisis de varianza y prueba de tukey para sales	76
ANEXO 12: Análisis De Varianza Y Prueba De Tukey Para pH.....	77
ANEXO 13: Declaración jurada de autenticidad	78
ANEXO 14: Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el Repositorio Institucional.....	79



ACRÓNIMOS

ANVA	: Análisis de varianza
°C	: Grados centígrados
g	: Gramos
mL	: Mililitros
NTP	: Norma Técnica Peruana
P	: Probabilidad
PNIA	: Programa Nacional de Innovación Agraria
SNG	: Sólidos no grasos
pH	: Potencial de hidrogeniones



RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Asociación de Productores Agropecuarios “La Cremosita” de Caracoto, cuyos pequeños productores se dedican a la crianza de vacunos de leche de raza Brown Swiss y cruces con Criollos, bajo un sistema de crianza tipo extensivo, con suplemento de pastos cultivados (alfa alfa). El objetivo fue evaluar el efecto de un programa de capacitaciones y mejoramiento de tecnologías productivas sobre la calidad físico-química de la leche. El programa de mejora incluyó capacitaciones a través de talleres y pasantías, dotación de materiales para la higiene y el buen ordeño y manejo de la leche, kit de medicamentos veterinarios y el uso de ordeñadoras mecánicas, para lo cual se contó con el financiamiento del Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA). Como indicadores de calidad se midieron parámetros químicos y físicos de la leche antes, durante y después de la de la aplicación del programa utilizando un medidor ultrasónico (Lactoscan SA). Las muestras de leche se tomaron directamente de los recipientes de entrega de los 25 productores de la asociación, en un volumen aproximado de 25 mL los que se conservaron en termo refrigerado (4°C) y transportados al laboratorio de la planta de procesamiento de Caracoto. Los datos fueron analizados en un diseño completo al azar (DCA) considerando como variable los momentos de la aplicación del programa (antes, durante y después). En cuanto a la composición química, los resultados muestran que se incrementaron los niveles de sólidos no grasos (de 8,44 a 8,81%), proteínas (de 3,08 a 3,21%), lactosa (de 4,64 a 4,84%) y sales (de 0,69 a 0,72%) ($P \leq 0,05$); no se modificaron el contenido de grasa (4,07%) y sólidos totales (12,63%) ($P > 0,05$); y, se redujo significativamente el contenido de agua (de 1,70 a 0,00%) ($P \leq 0,05$). En cuanto a los parámetros físicos, se logró un aumento de la densidad (de 1,028 a 1,030), pero no se modificó el pH (6,76) ($P > 0,05$). Se concluye que la aplicación del programa de mejora tuvo un efecto positivo y benéfico en la calidad físico-química de la leche.

Palabras clave: Buenas prácticas, Calidad físico-química, Leche, Manejo, Ordeño.



ABSTRAC

The present study was carried out in the Association of Agricultural Producers “La Cremosita” of Caracoto, whose small producers are dedicated to raising Brown Swiss dairy cattle and crosses with Criollos, under an extensive type breeding system, with a supplement of cultivated grasses (alpha alpha). The objective was to evaluate the effect of a training program and improvement of production technologies on the physical-chemical quality of milk. The improvement program included training through workshops and internships, provision of materials for hygiene and good milking and milk management, veterinary medication kit and the use of mechanical milking machines, for which the Program was funded. National Agricultural Innovation Center (PNIA). As quality indicators, chemical and physical parameters of the milk were measured before, during and after the application of the program using an ultrasonic meter (Lactoscan SA). The milk samples were taken directly from the delivery containers of the 25 producers of the association, in an approximate volume of 25 mL, which were preserved in a refrigerated thermos (4°C) and transported to the laboratory of the Caracoto processing plant. The data were analyzed in a complete randomized design (RCD) considering the moments of program application (before, during and after) as a variable. Regarding the chemical composition, the results show that the levels of non-fatty solids increased (from 8.44 to 8.81%), proteins (from 3.08 to 3.21%), lactose (from 4.64 to 4.84%) and salts (from 0.69 to 0.72%) ($P \leq 0.05$); The fat content (4.07%) and total solids (12.63%) were not modified ($P > 0.05$); and, the water content was significantly reduced (from 1.70 to 0.00%) ($P \leq 0.05$). Regarding the physical parameters, an increase in density was achieved (from 1.028 to 1.030), but the pH was not modified (6.76) ($P > 0.05$). It is concluded that the application of the improvement program had a positive and beneficial effect on the physical-chemical quality of the milk.

Keywords: Good practices, Physical-chemical quality, Milk, Management, Milking.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La leche de vaca es un alimento básico en la alimentación humana y ha formado parte de nuestra dieta durante. Por su contenido en nutrientes y su excelente relación entre la calidad nutricional y el aporte energético, es un alimento clave en la alimentación en todas las edades de la vida que se evidencia en sus componentes (Fernández et al, 2015).

En el Perú, la ganadería lechera es una de las actividades más importantes de pequeños y medianos productores, la cadena láctea representa el 12.3% del Valor Bruto de la Producción Pecuaria, realizándose la producción de leche en las 25 regiones del país. En el 2023, la producción nacional de leche fresca alcanzó las 2.241.136 toneladas, registrando un incremento de 2.57%. A nivel nacional, existen 452.218 productores de ganado vacuno lechero, de los cuales el 85.9% son pequeños productores con menos de 10 cabezas de ganado. Las 5 regiones con mayor producción de leche y que representan el 64.3% son: Cajamarca (17.6%), Lima (16.3%), Arequipa (15.9%), La Libertad (8.2%) y Puno con (6.3%) (León, 2023).

La tendencia de la producción lechera en la Región Puno se mantiene creciente como resultado de las prácticas de selección y mejoramiento genético, mejoras en la alimentación, manejo, uso de tecnologías, manejo y sanidad de los animales, habiéndose alcanzado una producción de 420,000 L/día (Proyecto Pradera, 2013).

La mayor parte de la leche producida en la Región de Puno, se destina a pequeñas industrias locales procesadoras de lácteos, queserías artesanales; y, otras a intermediarios para venta directa, sin ningún tratamiento previo. Sin embargo, estas pequeñas o medianas empresas encuentran evidencias de una inadecuada obtención y manejo de la



leche, presumiblemente por una mala manipulación de la leche, ya sea por deficiencias en los materiales y equipos de recolección y transporte, así como en las condiciones de asepsia necesarias para su manipulación (Brousett-Minaya et al, 2015). Por esto, es importante el establecimiento de un adecuado programa de buenas prácticas de ordeño y manejo de la leche; enfocándose en el manejo de variables como higiene, limpieza y almacenamiento de la leche.

Según el responsable del centro de acopio de la Asociación de Productores Agropecuarios La Cremosita de Caracoto, donde se realizó el presente estudio, las pérdidas por la mala calidad de leche eran significativas. La leche acopiada no era uniforme, habiendo incluso leche de muy mala calidad como resultado de la adulteración. Es importante indicar que la Asociación la conforman unidades familiares productoras de ganado Brown Swiss (PPC) y cruces con Criollo, con una alimentación basada en las pasturas naturales de la zona y suplementada con pastos cultivados (alfalfa) y heno de avena. El método de ordeño al inicio del estudio era el tradicional (manual) en un 100%.

En ese sentido, el propósito del presente estudio fue evaluar el efecto de la implementación de un programa de mejora en el manejo del hato, ordeño y almacenamiento de la leche sobre los parámetros físico-químicos de la leche. El programa incluyó un plan de capacitaciones, adquisición de materiales para la higiene y recepción de leche, implementación con ordeñadoras mecánicas, kit de medicamentos veterinarios y otros con financiamiento de PNIA.

Existen estudios donde los resultados obtenidos indican que la aplicación de prácticas correctas en el ordeño y manejo de la leche incide en la producción de leche con calidad, lo que a su vez tiene una relación directa con el pago por parte de las pasteurizadoras (Duran y Duarte, 2009).



En ese sentido el problema planteado el siguiente ¿De qué manera influye la aplicación de un programa de mejora sobre la composición química de la leche en la Asociación de Productores Agropecuarios La Cremosita de Caracoto?

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de un programa de capacitaciones y mejoramiento de tecnologías productivas sobre la calidad físico-química de la leche producida por la Asociación de Productores Agropecuarios La Cremosita de Caracoto, Puno.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición química (grasa, sólidos no grasos, lactosa, proteínas y agua añadida) de la leche de los productores de la Asociación de Productores Agropecuarios La Cremosita de Caracoto antes, en el intermedio y al final de la aplicación del programa.
- Determinar los parámetros físicos (pH y densidad) de la leche de los productores de la Asociación de Productores Agropecuarios La Cremosita de Caracoto antes, en el intermedio y al final de la aplicación del programa.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CONCEPTO DE LECHE Y CALIDAD

Leche “es la secreción mamaria normal de animales lecheros obtenidos a partir de uno o más ordeños sin ningún tipo de adición o extracción, destinados al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior” (FAO, 2008).

Leche “es el producto íntegro y fresco de la ordeña completa e ininterrumpida de la vaca, bien alimentada y en reposo, exenta de calostro”. La leche deberá presentar un aspecto normal, estar limpia; y, además deberá ser obtenida mediante un ordeño higiénico, completo e ininterrumpido (INEN, 2008).

La leche debe ser de calidad, al margen del uso al que se destine, sea para el consumo directo o para la elaboración de derivados lácteos; esto significa que además de un buen contenido de nutrientes, debe tener otras características especiales que aseguren al consumidor un producto inocuo (FAO, 2008).

Por ser la leche un alimento muy completo, es un medio adecuado para el crecimiento de microbios, los que, si no se eliminan, se convierten en un riesgo para los consumidores. De igual forma, la leche puede ser un vehículo de enfermedades que pueden afectar la salud humana, si es que no se realizan los controles de calidad necesarios en su obtención y procesamiento (Agudelo y Bedoya, 2005)

Para lograr una leche de calidad, se deben cumplir una serie de normas y procedimientos recomendados. Se debe empezar con producirla en buenas condiciones, conservarla adecuadamente en el hato mientras es recogida y transportarla a la planta

acopiadora o procesadora. Para producir una leche de calidad, se deben tener en cuenta cuatro principios básicos para una explotación pecuaria eficiente: animales de buena calidad, alimentación adecuada, estricta sanidad y buen manejo. Los tres primeros influyen directamente en la calidad nutricional o composicional; los dos últimos, en la calidad higiénica y sanitaria (Alais, 2003).

2.2. COMPOSICIÓN E IMPORTANCIA NUTRICIONAL DE LA LECHE

La composición de la leche de vaca ocupa un lugar preponderante desde el punto de vista comercial y de consumo humano, ya que de esto depende la calidad de los productos y sus precios. “La leche es un producto muy susceptible a las adulteraciones, por lo que su composición se determina en normas específicas de calidad e higiene, para de esta manera proteger al consumidor” (Franklin., 2011).

La leche es un producto de gran complejidad química y física constituida principalmente por agua y elementos nutritivos tales como grasa, glúcidos, proteínas, gran cantidad de minerales y una variedad de vitaminas (Tabla 1) (Colcha, 2011).

Tabla 1

Composición nutricional de la leche entera de vaca.

Componente	Valor
Agua %	88,3
Proteína %	3,2
Grasa %	3,2
Cenizas %	0,7
Carbohidratos %	4,5
Energía (kcal/100 g)	60
Colesterol (mg/100 g)	10
Acidos grasos, % total	
Saturados	64,9
Monoinsaturados	28,3
Poliinsaturados	6,8

Fuente: Colcha (2011)

La composición de la leche de vaca es la siguiente: Agua 88, proteína 3,2, grasa 3,4, lactosa 4,7 y minerales 0,72 g/100 g. Entre los factores que hacen variar su composición se encuentran la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca, entre otros (Agudelo y Bedoya, 2005)

La leche entera está constituida por alrededor de 88% de agua y un promedio de 12% de sólidos totales (Figura 1) (Jenkins, 2006).

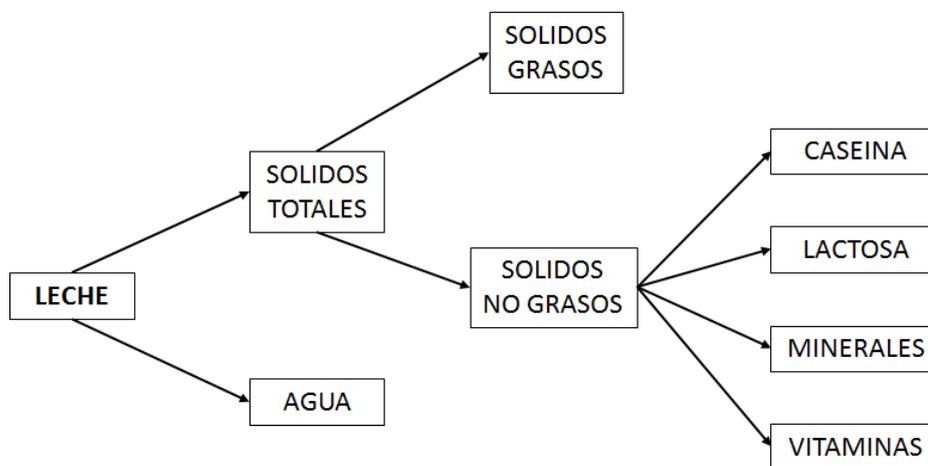


Figura 1

Principales componentes de la leche

La leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, ya sea en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera (Agudelo y Bedoya, 2005).

El valor nutricional de la leche es superior al de la suma de todos sus componentes, lo que se explica por su particular equilibrio o balance nutritivo. Proporciona una gran cantidad de proteínas fácilmente digeribles y de alto valor biológico, ya que aportan los aminoácidos para cubrir los requerimientos humanos, incluidos los esenciales (Fernández et al, 2015).



Existen varios factores que influyen en la composición de la leche, tales como, la genética, la raza, la etapa de lactancia, el número de parto, la dieta (cantidades de granos o forrajes), el estado nutricional de la vaca y la época de parto. Sin embargo, dicha condición se pierde al juntar diferentes leches en el tanque de recibo o cisternas de transporte, y durante el proceso de homogenización (Jenkis, 2006).

a) Agua

La leche contiene entre 86 y 90% de agua, el resto está integrado por sólidos disueltos o sólidos totales. Es el agua el disolvente de los compuestos solubles como son las vitaminas hidrosolubles, la lactosa y los minerales. El agua no es un componente nutricional, pero determina muchas de las características fisicoquímicas de la leche y sus derivados (viscosidad, propiedades termodinámicas, etc.); y es un factor clave en el crecimiento microbiano, palatabilidad, vida de anaquel de leche y derivados y punto de congelación de la leche (Roos, 2002).

El agua en la leche se puede encontrar en dos estados en relación con las proteínas: agua libre y agua ligada. El agua libre está en solución con sales minerales y lactosa, pero independiente de sustancias insolubles. El agua ligada es la que encontramos retenida en las fases de emulsión y suspensión, no tiene capacidad de disolver porque está unida a proteínas ocupando cerca del 70% del espacio dentro de las micelas de las proteínas.

El agua que se le agrega a la leche (adulteración) es fácilmente detectable por diversos métodos analíticos. Estos métodos están basados en el punto de congelamiento o punto de crioscopía de la leche o cambios en la refracción de la luz en el suero de la leche (Alais, 2003).



El punto de congelación se encuentra entre -0.54°C y -0.55°C en virtud de la lactosa y sales disueltas; la técnica de su determinación se llama crioscopía y ha sido también adoptada para determinar posibles adulteraciones por adición de agua (Agudelo y Bedoya, 2005).

b) Sólidos totales

Los sólidos totales en la leche se refieren en especial al contenido de grasa, lactosa, proteínas y minerales; o sea, a todos los componentes de la leche con excepción del agua; se calcula como la diferencia que hay entre el porcentaje de agua con respecto al 100% (Alais, 2003). Los sólidos totales representan aproximadamente entre 12 a 13% (Agudelo y Bedoya, 2005).

El valor económico y nutricional de la leche está directamente asociado a los sólidos totales; a mayor contenido de sólidos totales, mayor rendimiento al procesar la leche para obtención de queso u otros derivados (Shearer, 2003).

Existe una diferencia en la producción promedio de sólidos totales entre razas lecheras, indicando que la raza Jersey produce leche con 14.5% de sólidos totales, la raza Holstein con 11.93% y la Brown Swiss con 13.41% (Gasque, 2001).

Los sólidos totales varían por múltiples factores como la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente, el estado de salud del animal, entre otros (Agudelo y Bedoya, 2005).

c) Sólidos grasos

Se refiere a los lípidos presentes en la leche, entre los que se encuentran: mono, di y triglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos, esteroides, carotenoides, vitaminas liposolubles, componentes de sabor, entre otros. Se presentan en glóbulos



microscópicos en una fase de emulsión. Tienen el propósito fundamental de ser una fuente de energía para la cría recién nacida. Desde un punto de vista práctico los lípidos tienen una importancia fundamental, ya que, confieren valor nutricional, textura y las propiedades organolépticas características de la leche y sus derivados (crema, quesos, mantequilla, etc.) (Alais, 2003).

La grasa constituye cerca del 3% de la leche y se sintetiza en la glándula mamaria, se encuentra en forma de partículas emulsificadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos, rodeados de una capa de fosfolípidos. El contenido de grasa puede variar factores como la raza, la alimentación y el estado sanitario de la ubre, presentando disminuciones en procesos inflamatorios e infecciosos (Agudelo y Bedoya, 2005).

La grasa es el componente más variable de la leche, y determinante principal de sus propiedades físicas y organolépticas (Fernández et al, 2015).

d) Sólidos no grasos

Los sólidos no grasos en la leche se refieren a los elementos como proteínas, lactosa, vitaminas y minerales, con excepción del contenido de agua y de grasa (Alais, 2003).

Los sólidos no grasos que contiene la leche se encuentran casi siempre al 9% (Agudelo y Bedoya, 2005).

e) Proteínas

La leche de vaca es reconocida por ser una fuente excelente de proteína de alta calidad, elevado valor biológico y de fácil digestión. Alrededor del 3,5% del peso de la leche es proteína y representa el 38% del total de sólidos no grasos (Miller, 2007).



La leche aparte de ser un alimento, también apoya funciones fisiológicas; éstas son llevadas a cabo principalmente por las proteínas y péptidos, incluyendo inmunoglobulinas, enzimas, enzimas inhibidoras, factores de crecimiento, hormonas y agentes antibacteriales (Thompson, 2009).

El contenido proteico de la leche es heterogéneo ya que resulta de una mezcla de varias proteínas, enzimas y trazas de nitrógeno no proteico. El porcentaje de proteína varía según la raza de la vaca y está en relación directa con la cantidad de grasa en la leche: cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína (Tyler, 2006).

La caseína es la proteína principal dentro de la leche (80%), precipita a un pH de 4,6, propiedad que es utilizada para la fabricación de diversos quesos y derivados (Miller, 2007).

La proteína contenida en la leche es del 3.5% (2.9 a 3.9%). Contiene una mezcla de fracciones proteicas diferentes, que se pueden clasificar en dos grandes grupos: caseínas (89%) y proteínas séricas (20%) (Agudelo y Bedoya, 2005).

f) Lactosa

La lactosa es el carbohidrato con mayor presencia en la leche y representa la fuente de energía más importante para el neonato sin ser tan dulce como otros azúcares (sacarosa o fructosa). Representa alrededor del 54% de los sólidos no grasos en la leche y representa cerca del 30% de la energía aportada en la leche entera (Miller, 2007).

La lactosa es sintetizada en el epitelio de las células mamarias a partir de dos moléculas de glucosa que se absorben de la sangre. Una de las moléculas es



fosforilada y convertida en galactosa para luego condensarse por medio de la enzima lactosa-sintetasa formando así el disacárido lactosa (Thompson, 2009).

La lactosa tiene un rol básico en la síntesis de la leche ya que por sus características osmóticas aporta humedad. Gracias a la relación estrecha entre humedad y lactosa este elemento se convierte en el componente menos variable de la leche. La síntesis de lactosa extrae agua osmóticamente de las vesículas del aparato de Golgi de las células mamarias por lo que aumenta el volumen de leche y disminuye la concentración de caseína que hay dentro (Hurley, 2009).

La lactosa, además de ser fuente energética, participa en la síntesis de glucolípidos cerebrósidos (esenciales en el desarrollo neurológico temprano) y de glicoproteínas. También actúa facilitando la absorción de calcio. Además de la lactosa, la leche contiene otros hidratos de carbono no absorbibles, los oligosacáridos, que promueven la existencia de una flora bifidógena en el intestino. Constituyen la “fibra soluble” de la leche. Además de actuar como sustrato metabólico para las bacterias intestinales, actúan como receptores de patógenos, induciendo y reforzando la respuesta inmune frente a estos (Fernández et al, 2015).

g) Vitaminas

La leche bovina es una fuente importante de vitaminas en la dieta humana, sobre todo de riboflavina y cobalamina. Las concentraciones en leche de vitaminas como la A y E dependerán de las características de la dieta, la estación del año y del contenido de grasa de la leche. Las vitaminas liposolubles se asocian con la concentración de grasa en la leche mientras que las hidrosolubles o vitaminas del complejo B y la vitamina K son sintetizadas dentro del rumen por la flora bacteriana, por lo que su deficiencia es poco probable (Fox, 2002).



La absorción de las vitaminas liposolubles depende de la presencia y absorción de la grasa de la dieta y de acción de las sales biliares. La leche es una fuente importante de vitamina A y D para niños y adultos; por ejemplo, la leche contribuye entre el 10 y 30% del consumo de vitamina A y entre el 40 y 60% para el caso de la vitamina D, siendo la fuente más importante para la dieta de los consumidores (Morrissey, 2009).

La vitamina A es importante para la visión, la diferenciación celular, crecimiento y reproducción; es precursora de los carotenoides que juegan un papel importante en la pigmentación amarillenta de la leche y mantequilla. Su presencia, al igual que otros componentes, depende de la raza, la estación del año y la dieta. La vitamina D, es también una vitamina liposoluble que juega un papel importante en la absorción de calcio y fósforo a nivel intestinal; su deficiencia reporta desmineralización de los huesos en jóvenes y adultos. La vitamina E tiene características antioxidantes para las membranas celulares y lipoproteínas lo que probablemente se traduce en una más larga vida de anaquel de la leche y sus derivados (Miller, 2007).

La vitamina C es sintetizada en el hígado de las vacas y quizá en otros tejidos como el intestino o los riñones (Morrissey, 2009).

La tiamina o vitamina B1 se puede encontrar libre (50 a 70%), fosforilada (18 a 45%) o unida a proteínas (5 a 17%) (Jensen, 1995).

h) Minerales

Los minerales intervienen en todas las actividades químicas del cuerpo; pueden estar como iones inorgánicos, como sales o asociados a proteínas, grasas, carbohidratos y ácidos nucleicos. Se clasifican en macro y micro minerales (Tabla 2) según su concentración en la leche (Hurley, 2009).

Tabla 2*Contenido de macro y micro minerales en la leche entera de vaca*

Macromineral	mg/L	Micromineral	µg/100 g	Traza	µg/100 g
Sodio	350	Aluminio	46	Molibdeno	7.3
Potasio	1360	Boro	27	Níquel	2.7
Cloro	970	Bromo	60	Selenio	4.0
Calcio	1120	Estroncio	17	Cobalto	0.06
Fósforo	890	Flúor	15	Cromo	1.5
Magnesio	110	Cobre	13	Hierro	0.05
				Vanadio	0.001
				Yodo	4.3
				Zinc	0.038

Fuente: Hurley, 2009

La leche y los productos lácteos son una fuente importante de minerales, sobre todo de calcio, fósforo, magnesio, potasio y algunos minerales traza como zinc (Miller, 2007).

El contenido medio de calcio y fósforo en la leche de vaca es de 1120 y 890 mg/L, respectivamente. El calcio está más elevado en el calostro y al final de la lactancia pero varía según el consumo en la dieta o de la estación. El fósforo varía poco durante la lactancia, mientras que el magnesio llega a estar, incluso, al triple en el calostro para luego permanecer más o menos constante (110 mg/L) y no se afecta incluso cuando se remueve la grasa de la leche (Cashman, 2002).

2.3. PROPIEDADES DE LA LECHE

Todas las propiedades de la leche están determinadas por sus constituyentes, por lo que cualquier proceso y operación que altere a estos se refleja en ella (Revilla, 2008).

Las propiedades de la leche quedan definidas tanto por su composición química como por su estructura física (Barberis, 2002).



a) **Características generales**

La leche fresca de vaca deberá presentar aspecto normal, estará limpia y libre de calostro, preservadores, antibióticos, colorantes, materias extrañas y sabores u olores objetables o extraños. La leche se obtendrá de vacas acreditadas como sanas, es decir libres de toda enfermedad infectocontagiosa tales como tuberculosis, brucelosis y mastitis. A partir del momento de obtención de la leche se someterá a filtración y enfriamiento inmediato a 4°C, en el momento de a entrega podrá estar a una temperatura no mayor de 10°C) (Molina, 2010).

b) **Propiedades físicas**

La leche tiene una estructura física compleja con tres estados de agregación de la materia (Revilla, 2008):

- Emulsión, en la que se encuentran, principalmente, las grasas.
- Disolución coloidal de parte de las proteínas.
- Disolución verdadera del resto de las proteínas, la lactosa y parte de los minerales.

Por tanto, podemos definir la leche como una suspensión coloidal de partículas en un medio acuoso dispersante.

- **Densidad**

La densidad de la leche depende del contenido de grasa y proteínas. La densidad del agua es 1 g/mL, pero la densidad de la grasa es menor que la del agua y la de los sólidos no grasos es mayor que la del agua. Muchos factores pueden afectar la densidad de una muestra de leche (Revilla, 2008).



La densidad de la leche puede fluctuar entre 1,028 a 1,034 a una temperatura de 15°C, su variación con la temperatura es 0,0002 por cada grado de temperatura (Nasanovski, 2001).

- **pH**

Mide la concentración del ión hidrógeno. El valor del pH de la leche normal oscila entre 6,6 a 6,8. En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el paso del tiempo. Cuando el pH cae a 4,7, las proteínas precipitan (Meyer, 1990).

Las variaciones en el pH pueden producirse también por el deficiente estado sanitario de las glándulas mamarias, por la cantidad de CO₂ disuelto y por el desarrollo de microorganismos (Nasanovski, 2001).

- **Viscosidad**

La viscosidad de la leche está dada por el grado de resistencia a fluir, o sea, que es el coeficiente de frotamiento entre las moléculas. La viscosidad aumenta con la disminución de la temperatura, el incremento del contenido graso, la homogenización, fermentación, envejecimiento y altas temperaturas seguidas de enfriamiento (Revilla, 2008).

La leche fresca tiene una viscosidad entre 1,7 a 2,2 centi poise (cp), la cual disminuye en la leche descremada. También la viscosidad disminuye con la temperatura hasta alrededor de 70°C, por encima de esta temperatura aumenta su valor (Nasanovski, 2001).



- **Punto de congelación**

El punto de congelación de la leche se encuentra afectado por los sólidos disueltos, siendo la principal responsable la lactosa por que se encuentra presente en la cantidad más abundante. Debido a los líquidos disueltos, la leche se congela cerca de medio grado menos que el agua. Menores variaciones en este valor pueden ser utilizadas para evaluar el contenido acuoso de la leche (Cuéllar, 2008).

c) **Propiedades químicas**

La leche es un líquido de composición compleja, el agua es el soporte de los componentes sólidos de la leche y se encuentra presente en dos estados: como agua libre que es la mayor parte (intersticial) y como agua adsorbida en la superficie de los componentes. En lo que se refiere a los sólidos o materia seca la composición porcentual más comúnmente hallada es la siguiente (Molina 2010):

- Materia grasa (lípidos): 3.5% a 4.0%
- Lactosa: 4.7% (aprox.)
- Sustancias nitrogenadas: 3.5% (proteínas entre ellos)
- Minerales: 0.8%

A pesar de estos porcentajes en la composición de la leche se acepta como los más comunes, no es fácil precisar con certeza los mismos, pues dependen de una serie de factores (Celis, 2009).

d) **Propiedades organolépticas**

La palabra organoléptico significa que causa una impresión sobre uno de los sentidos en particular la vista, olfato, gusto y tacto. La percepción y la correlación de las



impresiones sensoriales determinan que un alimento se acepte o se rechace. Entre estas propiedades se tiene:

- **Aspecto**

Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas, como grumos, restos de calostro, hierba, fecas y demás materias que puedan cambiar el aspecto (Agraria, 2005)

- **Color**

El color normal de la leche varía de blanco porcelana a blanco amarillento. El color original se debe a la presencia de los glóbulos de grasa, caroteno y riboflavina. La riboflavina, los carotenoides (componentes de la grasa) y el tamaño de los glóbulos de grasa influyen en el color de la leche, por esta razón, cuando se deja la leche en reposo en la parte superficial aparece el cuello de nata de color amarillento. La leche descremada y la leche aguada son de color azulado. Si los alimentos tienen color pueden cederlo a la leche. Las sustancias medicamentosas y los conservadores químicos añadidos pueden transmitir su color a la leche (Agraria, 2005)

La leche es un líquido blanquecino amarillento y opaco, color característico que se debe principalmente a la dispersión de la luz por las micelas de fosfocaseinato de calcio. Los glóbulos grasos también contribuyen con el color blanquecino. El caroteno y la riboflavina contribuyen al color amarillento (Revilla, 2008).

Los microorganismos debido a los pigmentos que producen, pasadas las 24 horas después del ordeño, pueden proporcionar colores anormales (rojo o azul). Las heridas en las ubres y enfermedades mastíticas hacen que la leche se vuelva de color rojizo o amarillento, respectivamente (Celis, 2009).



- **Olor**

La leche recién ordeñada tiene un olor característico, que desaparece rápidamente con la manipulación y adquiere el olor de los recipientes que la contiene. Entre los olores ajenos de la leche están los que provienen de algunos alimentos ingeridos por el animal, del ambiente, de los utensilios y de los microorganismos (Revilla, 2008). Una pequeña acidificación ya le otorga un olor especial al igual que ciertos contaminantes (Nasanovski, 2001).

- **Sabor**

La leche fresca normal tiene un sabor ligeramente dulce debido principalmente a su alto contenido de lactosa; todos los elementos, e inclusive las proteínas que son insípidas, participan en forma directa o indirecta en la sensación del sabor que percibe el consumidor (Revilla, 2008). Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas (Nasanovski, 2001).

El sabor normal de la leche es dulzaina, pero a veces suele encontrarse sabores anormales por causas que luego se indicaran. El gusto puede informarnos en forma cualitativa sobre la composición de la leche, tales como: sales, lactosa, acidez, cantidad de grasa, etc (Agraria, 2005).

Una alteración del sabor puede deberse a un origen bacteriano, ya que al permanecer la leche almacenada por largo tiempo o cuando ha sido ordeñada en condiciones no higiénicas puede volverse de sabor agrio. También los diversos fermentos naturales o añadidos participan un sabor a cocido, metálico u oxidado. El *Bacillus faetidus lactis* puede proporcionar un sabor a podrido. Los microorganismos que contaminan a la paja de las camas en los establos producen en sabor jabonoso (Molina, 2010).



2.4. CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE Y SU IMPACTO SOBRE LA SALUD PÚBLICA

La leche, por ser un producto altamente perecedero, debe ser manejada adecuadamente desde el momento de su obtención. Después que la leche sale de la vaca, ya no se puede cambiar su composición fisicoquímica. Pero, en la cadena de producción, desde el hato lechero hasta la planta procesadora, es necesario cuidar todos aquellos factores que no se manejan adecuadamente y que van a provocar deterioro del mismo con pérdidas para el productor y disminución de volúmenes hábiles para la industria. (OPD, 2010)

La producción de leche de calidad higiénica, como todo sistema productivo, resulta sumamente complejo, más aún que otros ya que el producto a manejar es extremadamente delicado, afectándose mucho por la manipulación. En la producción de la leche interactúan innumerables factores y todos de una manera u otra se encuentran relacionados (Franklin, 2011).

2.5. ASISTENCIA TÉCNICA

a) Concepto de Asistencia Técnica

La asistencia técnica es un procedimiento técnico orientado a dinamizar los procesos productivos agropecuarios, que constituye en una estrategia potencial para gestionar procesos de desarrollo rural (O'Hara, 2010). Es un sistema dirigido a las comunidades y familias rurales en sus explotaciones que comprende asesorías técnicas especializadas de gestión agro empresarial presencial (Hernández, 2005).



La asistencia técnica es una proyección y propuesta de conocimiento a determinados sectores productivos, apuntando a un proceso de intercambio con la población rural para mejorar su capacidad de gestión de recursos para su desarrollo. (González, 2.004),

b) Ventajas de la Asistencia Técnica

El principal objetivo de la asistencia técnica permite promover actividades de asistencia técnica y capacitación con la finalidad de elevar el nivel tecnológico de las actividades en las pequeñas y media empresa agrícola, ganaderas, acuiculturas y demás actividades de servicios, transformación y comercialización (Huertas, 2002). A continuación, se detallan las ventajas que otorga la asistencia técnica:

- La asistencia técnica permite mejorar la productividad.
- Identifica nuevos productos para su comercialización.
- Mejora la comercialización, distribución, rendimiento y la calidad de lo ya existente.
- Refiere asesorías especializadas y técnico-productivas con fines comerciales.
- Permite el acceso de tecnología disponible a los pequeños productores.
- Otorgado por el Estado o alguna organización no gubernamental.

Con la instrucción en el desarrollo de asistencia técnica, se contemplan dos propósitos (Huertas, 2002):

- Formación de carácter general que mejora las capacidades técnicas y de desarrollo humano.



- Formación que procure el desarrollo de competencias técnicas y laborales para el mejor aprovechamiento de los recursos en el medio rural.

2.6. ANTECEDENTES

Se realizó un programa de buenas prácticas de ordeño para medianos productores (100 vacas en ordeño constante) en la Sabana de Bogotá. Se seleccionaron fincas como modelos representativos, en las que se realizaron visitas de caracterización donde se observaron las rutinas de ordeño para evaluar la calidad higiénica de la leche producida. Teniendo definidas las principales problemáticas, se hicieron visitas a las fincas donde se realizaron capacitaciones constantes, insistiendo en el manual “obtener una leche de buena calidad”. Se hizo un seguimiento estratégico donde se evaluó el impacto del programa por medio de los resultados facilitados por las plantas pasteurizadoras (células somáticas y UFC). Se utilizó análisis de varianza y estadística descriptiva, observando que las capacitaciones en finca tienen un impacto positivo al ver resultados con disminuciones significativas de células somáticas y UFC; las cuales se reflejan en mejoras en la calidad higiénica de la leche y por ende obtener beneficios económicos. Los resultados obtenidos indican que la adopción de prácticas correctas en el ordeño incide en la producción de leche con calidad higiénica que a su vez tiene una relación directa con el pago por parte de las pasteurizadoras, las cuales se rigen por normas establecidas y estándares de calidad (Duran y Duarte, 2009).

En la Región Puno, se evaluaron la calidad de la leche cruda en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y toxicológicas en siete cuencas representativas. Los resultados fueron comparados con los estándares establecidos en la Norma Técnica Peruana para leche y productos lácteos NTP 200.001-2003 y con la Norma oficial mexicana NOM-155-SCFI-2012 para los parámetros de proteína y lactosa



en ausencia de parámetros peruanos. Para la caracterización fisicoquímica se determinó pH, acidez, densidad, contenido de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos; también se realizaron análisis microbiológicos de *E. Coli* y mesófilos. Las determinaciones fisicoquímicas en más del 50% de las cuencas (a excepción de acidez y pH) se encontraron dentro de los estándares de la NTP y la NOM. La presencia de mesófilos en su mayoría fueron encontrados dentro de los parámetros establecidos a excepción de dos cuencas lecheras y en cuanto a *E. Coli* ninguna cuenca cumplió con las normas establecidas encontrándose una leche de baja calidad higiénica (Brousett-Minaya et al, 2015).

En Ecuador, se analizó la calidad composicional fisicoquímica e higiénica de la leche cruda acopiada por dos empresas, Los resultados en cuanto a composición, indican que las variables acidez, materia grasa, densidad relativa, color, olor y aspecto no presentaron diferencias significativas entre las empresas receptoras ($P > 0,05$) y cumplían la normativa ecuatoriana. En cambio, el contenido de grasa y pH fueron diferentes entre empresas ($P \leq 0,05$). Concluyendo que la mayoría de parámetros de calidad físico-química y composicional de la leche proveniente de las unidades de producción familiar se ajustan a la normativa nacional, a excepción de la temperatura y calidad microbiológica, resultados que se le atribuye a la inadecuada práctica de ordeño y almacenamiento de la leche (Guevara-Freire et al, 2019).

CAPÍTULO III

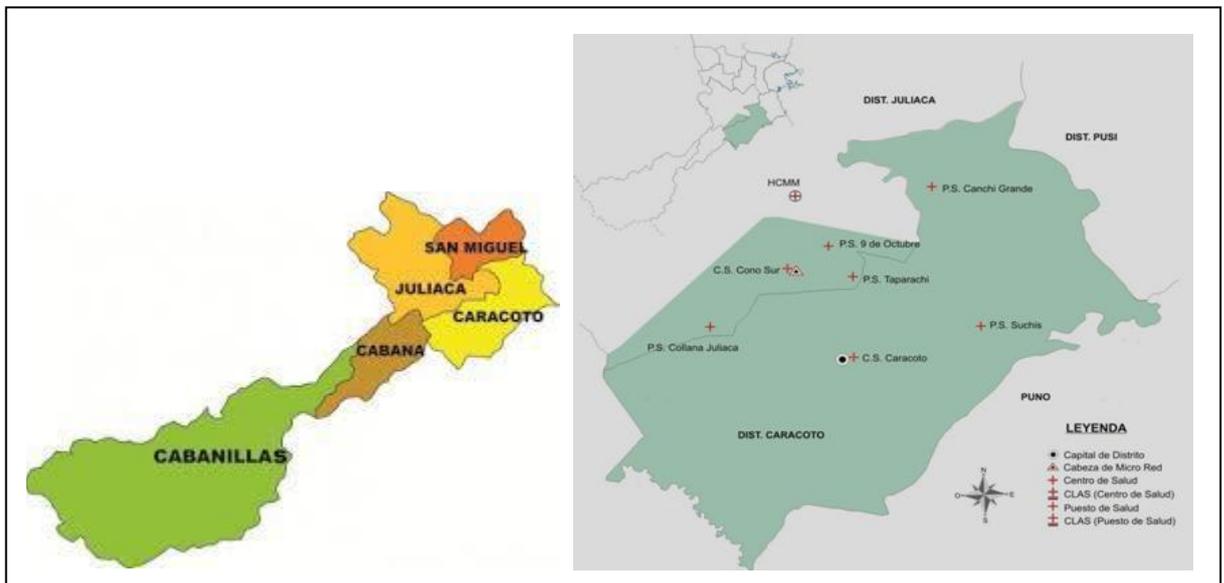
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN, CONTEXTO Y CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la Asociación de Productores Agropecuarios “La Cremosita” del distrito de Caracoto, San Román, Puno (Fig. 2). La asociación cuenta con 25 socios-productores distribuidos en distintas comunidades del distrito, cuya capital se encuentra a una altitud de 3825 m. La zona presenta dos estaciones: una estación húmeda o lluviosa (de setiembre a abril) y una seca (de mayo a agosto).

Figura 2

Ubicación del distrito de Caracoto y sus comunidades.



Las Comunidades Campesinas de Caracoto en donde radican los productores son: Canchi Chico, Canchi grande, Collana Chillora, Collana Pucará-Vizcachani, Collana Segunda, San Antonio de Chujura, San Francisco de Buena Vista y Suchis. La topografía



del distrito de Caracoto es de relieve plano, con amplias llanuras cubiertas de pastizales, por lo que las actividades económicas predominantes son la ganadería y la agricultura.

La principal actividad pecuaria está orientada a la crianza de vacunos, el mismo que afronta una serie de problemas vinculados al clima, sanidad, mercado, alimentación. La escasez de alimentos para animales en ciertas épocas del año, es una característica del área rural, derivado de las variaciones climáticas. Es precisamente, durante los meses que dura el invierno, los periodos más críticos para el ganado en lo que representa a disponibilidad de alimento y a las bajas temperaturas que afectan la actividad, disminuyendo en peso (carne) y producción de leche.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Unidades productivas

El estudio incluyó a los 25 jefes de familia (unidades productivas) que representan a los beneficiarios del proyecto; de los cuales, el 67% son mujeres. Por otro lado, más del 47% son adultos mayores de 40 años, lo que expresa una ausencia de jóvenes a cargo de las unidades productivas. Cada familia, en promedio, está integrado por 4 personas. Con respecto al nivel educativo de los beneficiarios, el 55% tiene secundaria y carrera técnica y el 45% primaria. No se registra analfabetos. En relación a la ocupación o trabajo principal de los beneficiarios, se destaca que el 81% reconoce dedicarse a la ganadería de vacunos.

3.2.2. Caracterización del ganado

En cuanto al capital pecuario, cada unidad productiva tiene en promedio 8 vacunos, 12 ovinos y 3 porcinos. En relación al hato de vacunos, el 61% son madres, el 30% crías y 8% toros. La raza que predomina en más de 95%, es el



Brown Swiss, puro por cruce (PPC), el resto son Criollos. El número de vacas en producción por productor es de tres, con extremos de 1 y 5 vacas. Más del 80% de los productores poseen cobertizos, cercos o corrales para el manejo.

En cuanto a la comercialización de la leche, el 98% de los productores, venden a plantas queseras artesanales de la zona, que se constituyen en centros de acopio.

La alimentación de las vacas en producción está dada a base de pasturas naturales de la zona y pastos cultivados (alfalfa y avena forrajera). En el 100% de los casos, las vacas no reciben alimento balanceado comercial.

Según el Censo Nacional Agropecuario, el distrito de Caracoto cuenta con 7129 vacunos (INEI, 2012).

3.2.3. Equipos y materiales

- Analizador de leche Lactoscan SA (Milkotronic)
- Frascos estériles de polietileno de boca ancha
- Caja térmica conteniendo hielo (cooler con ice pack)
- Vaso de precipitados
- Agua destilada
- Soluciones de lavado (ácida y alcalina)
- Cámara fotográfica
- Registros



3.3. MÉTODOS

3.3.1. Muestreo y transporte de la leche

Se tomaron muestras de leche fresca directamente de los contenedores (porongos o baldes) de cada unidad productora, en un volumen aproximado de 25 mL en vasos de polietileno estériles, las que se colocaron en caja térmica refrigerada para su transporte hasta la planta quesera de Caracoto, lugar donde se tenía instalado el equipo de medición. El muestreo se realizó en horas de la mañana, hasta las 10:00 a.m., aproximadamente.

El muestreo y transporte se realizó siguiendo las recomendaciones de Alltech (recolección y preparación de muestras de leche para cultivos microbiológicos) (https://www.alltech.com/sites/default/files/2019-11/US_DA_OnF_po8.1.pdf).

3.3.2. Determinación de la composición físico-química de la leche

El análisis físico-químico de la leche se realizó utilizando el medidor ultrasónico LACTOSCAN SA® de procedencia húngara previamente calibrado, cuyo principio de medición se basa en que la velocidad de propagación de los ultrasónicos depende de la concentración de las sustancias en suspensión.

Los parámetros físicos y químicos que se determinaron se muestran en la Tabla 3, incluyendo los rangos de medición del equipo (Milkotronic Ltd, 2012).

Tabla 3

Parámetros físicos-químicos determinados en leche de vaca y rangos de medición por el lactoscan

Parámetro	Unidad de medición	Rango de medición del Lactoscan
Grasa	g/100	0,01 a 25 g/100
Sólidos no grasos (SNG)	g/100	3 a 4 g/100
Proteína	g/100	2 a 7 g/100
Lactosa	g/100	0,01 a 20 g/100
Agua añadida	g/100	0 a 70 g/100
Sales	g/100	0,4 a 4 g/100
Densidad	g/mL	1 a 1,150
pH	Unidades de pH	0 a 14

Fuente: Elaboración propia del autor

La determinación de la composición físico-química de la leche de los 25 productores se realizó antes, durante y después de la intervención del programa de mejora de calidad de leche. La medición fue realizada inmediatamente después del arribo con las muestras al centro de análisis.

3.3.3. Aplicación del programa de mejora

El programa de mejora de calidad de leche establecido en el proyecto del PNIA incluyó desde dotación de materiales y medicamentos hasta cursos de capacitación y pasantías.

a) Dotación de materiales y medicamentos

A cada productor, con fondos del PNIA, se le dotó de los siguientes materiales o aditamentos para la mejora de la calidad de leche:

- Porongo de 30 L



- Balde de 25 L
- Coladores de plástico y metálico
- Tela para filtrar
- Mandil, botas, tapaboca, gorro
- Kit de medicamentos veterinarios: Ungüento para las ubres, antibióticos para mastitis,
- Vitaminas y minerales
- Ordeñadora mecánica, sólo a algunos productores, por ser parte de la contrapartida del proyecto.

b) Capacitaciones

Se realizó un programa de capacitación tanto en todos los aspectos implicados en la producción de ganado (alimentación, manejo, mejoramiento genético y sanidad del ganado) como en el ordeño y manejo de la leche. La Tabla 4, incluye un resumen del programa.

Tabla 4

Programa de capacitaciones ejecutado por el PNIA

Objetivo	Taller
Promover la aplicación de buenas prácticas de manejo de ganado para mejorar la calidad de leche (alimentación, sanidad, mejoramiento)	- Alimentación de ganado lechero (Nutrición y preparación de alimentos balanceados)
	- Sanidad I: enfermedades parasitarias (Prevención, control y tratamiento)
	- Sanidad II: enfermedades infecciosas (Prevención, control y tratamiento)
	- Mejoramiento genético y manejo reproductivo



genético, mejora de infraestructura)	- Infraestructura productiva y manejo de ganado lechero por clases.
Promover la aplicación de buenas prácticas de manejo de la leche: ordeño, almacenamiento, traslado, acopio y comercialización.	- Preparación para el ordeño (higiene, utensilios, etc.)
	- Almacenamiento de leche (temperatura, higiene, utensilios, etc.)
	- Traslado y acopio de la leche.
	- Características físico químicas y organolépticas de la leche, identificación de leche de buena calidad
	- Cadena de valor de la leche, identificación de eslabones débiles
	- Estrategias para mejorar precios, comercialización y marketing.

Fuente: Elaboración propia del autor

Los talleres fueron realizados por personal especializado en cada uno de los temas, utilizando equipo multimedia para la proyección de video, audio y fotografías; y las demostraciones prácticas utilizando la metodología participativa de las ECAs (escuela de campo para agricultores). También se empleó la dinámica participativa de los “carros chocones” para diagnosticar el grado de organización de la asociación y del “armado de los rompecabezas” para diagnosticar el grado de coordinación y liderazgo de los participantes.

Además de los talleres, se realizaron visitas a unidades productivas y establos modelo en donde se tenían implementados el ordeño manual y el mecánico con la finalidad de demostrar las buenas prácticas de ordeño, higiene y manejo de la leche.

Como resultado de los talleres de capacitación, se logró fortalecer las



capacidades de los 25 productores (jefes de familia).

3.4. ANÁLISIS DE DATOS Y DISEÑO ESTADÍSTICO

El estudio fue conducido en un diseño completamente al azar (DCA), cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta.

μ : Media general

α_i : Efecto de la aplicación del programa de mejora (inicio, durante y final)
($i=1, 2$ y 3)

ε_{ij} : Error experimental ($j=1, 2, 3, \dots, 25$)

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de significancia de Tukey con un nivel de significancia del 0.05.

Los resultados fueron organizados y almacenados en una hoja Excel y analizados estadísticamente mediante el software InfoStat 2020.

Para cada parámetro físico-químico se realizó una estadística descriptiva que incluye el promedio, el error estándar de la media, el coeficiente de variación y los valores mínimos y máximos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los distintos parámetros físico-químicos encontrados en el presente estudio, antes, durante y después de la intervención del programa se encuentran en los Anexos 1, 2 y 3. Asimismo, en los Anexos 4 al 12 se encuentran los análisis de varianza y las pruebas de significancia para cada parámetro analizado.

4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

4.1.1. Grasa

Los niveles de grasa encontrados en el estudio en función a los momentos de la aplicación del programa de mejora de la calidad de leche en la Asociación de Productores “La Cremosita” de Caracoto se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Estadísticos descriptivos de los niveles de grasa en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100)

Momento	N	Meda ± ESM	C.V. (%)	Mínimo	Máximo
ANTES	7	4,08 ± 0,07 ^a	4,65	3,84	4,29
DURANTE	9	4,15 ± 0,07 ^a	5,08	3,82	4,58
DESPUES	3	3,84 ± 0,15 ^a	6,71	3,54	4,00
Total	19	4,07 ± 0,05	5,54	3,54	4,58

(a,b) medias con letras diferentes, indican diferencias estadísticas significativas.

El análisis de varianza (ANVA) para los niveles de grasa (Anexo 4) indica que no existe diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los diferentes momentos de



la aplicación del programa de mejora, lo que significa que el porcentaje de grasa permanece constante, siendo el promedio general de 4,07 g/100.

Como se aprecia, los valores de grasa permanecieron constantes durante el periodo del experimento. Como se sabe, la grasa de la leche depende de la genética y de la alimentación, siendo la primera la de mayor peso. Entonces, se puede deducir que la razón por la que no se encontró variaciones en este parámetro fueron debió a que los animales de la zona de estudio son de la misma raza (Brown Swiss, PPC) y la alimentación que reciben son también casi las mismas (pastos naturales).

Comparando este promedio con el encontrado por Broucett-Minaya et al (2015) otros realizados en zonas aledañas a Caracoto, podríamos señalar que es superior a éstos: 3,49, 3,34 y 3,10 g/100 para Vilque, Mañazo y Cabanillas, respectivamente.

Otros estudios también reportan menores valores, como el de Hernández y Ponce (2002) que reportan 3,62% para vacas Holstein.

Los resultados de grasa están por encima del valor establecido por la Norma Técnica Peruana (NTP) (mínimo 3,20%) para la leche cruda, lo que demuestra que la leche producida en Caracoto es alta en grasa. Tal vez, este alto contenido en grasa también esté relacionada con el nivel de producción de leche. Al respecto, Linn (1989) indica que, a mayor producción de leche, hay una mayor tendencia a la dilución de sus componentes, incluyendo la grasa. En presente caso, el promedio de producción oscila entre 5 y 8 L/día, cifra que se considera baja, lo que estaría tendiendo a la concentración de sus componentes.

4.1.2. Sólidos no grasos (SNG)

Los SNG encontrados en el estudio en función a los momentos de la aplicación del programa de mejora de la calidad de leche en la Asociación de Productores “La Cremosita” de Caracoto se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6

Estadísticos descriptivos de los niveles de sólidos no grasos en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100 g)

Momento	N	Media \pm ESM	C.V. (%)	Mínimo	Máximo
ANTES	7	8,44 \pm 0,08 ^b	2,44	8,07	8,66
DURANTE	9	8,56 \pm 0,03 ^b	0,89	8,47	8,70
DESPUES	3	8,81 \pm 0,02 ^a	0,33	8,79	8,84
Total	19	8,56 \pm 0,04	2,10	8,07	8,84

(a,b) medias con letras diferentes, indican diferencias estadísticas significativas.

El análisis de varianza (ANVA) para los niveles de sólidos no grasos (SNG) (Anexo 5) indica que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los diferentes momentos de la aplicación del programa de mejora. La prueba de Tukey, indica que los SNG incrementaron al final de la aplicación del programa de mejora.

Como se sabe, los SNG de la leche están constituidos por la lactosa y la proteína, los cuales también incrementaron al término del programa. Este aumento se debería, fundamentalmente, a la disminución o nulidad de agua añadida a la leche por parte de los pequeños productores.

El promedio general de SNG del estudio fue de 8.56 g/100, resultado que es ligeramente superior al encontrado por Brousett-Minaya et al (2015), quienes reportan medias de 8.26, 8,24 y 7.68 g/100 para leche proveniente de Vilque,

Mañazo y Cabanillas, respectivamente. Sin embargo, los mismos autores, encontraron una media de 8,74 g/100 para leche proveniente de la cuenca de Ilave, valor ligeramente superior al del presente estudio.

4.1.3. Proteínas

Los niveles de proteínas totales encontrados en el estudio en función a los momentos de la aplicación del programa de mejora de la calidad de leche en la Asociación de Productores “La Cremosita” de Caracoto se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7

Estadísticos descriptivos de los niveles de proteínas en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100)

Momento	N	Media \pm ESM	C.V. (%)	Mínimo	Máximo
ANTES	7	3,08 \pm 0,03 ^b	2,47	2,94	3,16
DURANTE	9	3,12 \pm 0,01 ^b	0,85	3,09	3,17
DESPUES	3	3,21 \pm 0,00 ^a	0,18	3,21	3,22
Total	19	3,12 \pm 0,02	2,12	2,94	3,22

(a,b) medias con letras diferentes, indican diferencias estadísticas significativas.

Como se aprecia, los niveles de proteínas en la leche fueron mayor después de la aplicación del programa de mejora. Al igual que en el caso de SNG y densidad, este aumento se atribuye, sobre todo, a la nulidad de agua añadida a la leche, al término de estudio, como producto de la concientización a los productores y del control establecido por parte del centro acopiador de leche.



Tyler (2006), señala que el contenido proteico de la leche es heterogéneo ya que resulta de una mezcla de varias proteínas, enzimas y trazas de nitrógeno proteico, variando su contenido en función a la raza del animal y que está en relación directa con la cantidad de grasa, cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteínas, hecho que se encontró en el presente estudio, indicador que la leche producida en Caracoto es de buena calidad.

Se debe mencionar que la NTP establece que la leche cruda de vaca debe contener un mínimo de 3,2% de proteína como requisito para que sea considerada de buena calidad en proteínas. Como se aprecia en la Tabla 7, antes y durante el experimento, los valores proteicos eran inferiores al establecido por la NTP, pero al final del estudio el valor de proteínas llegó a 3,21%, por lo que el programa de mejora, tuvo un efecto positivo en la calidad de leche.

Al comparar la media general de proteínas del estudio, que fue de 3,12 g/100, encontramos que es superior al encontrado por Brousett-Minaya et al (2015), en las cuencas de Vilque y Cabanillas, 2,95 y 2,81 g/100, respectivamente. Pero, similar al de la cuenca de Mañazo (3,13 g/100). Es superior a los reportados por Hernandez y Ponce (2002), quienes indican en su estudio un contenido de 2,9 a 3,05%. Pero, se encuentra dentro del rango del estudio de Bernal et al (2007) quienes encontraron valores entre 2,9 y 3,19% de proteína.

Otro autor que estudió el contenido de proteínas fue Mamani (2009), encontrando valores entre 3,06 y 3,39% en la cuenca de Majes, variando estas concentraciones según la época del año, resultado que es superior al de Caracoto, quizá debido a que en Majes los animales son suplementados con concentrados proteicos derivados de harina de pescado, soya, alfalfa y maíz, mientras que en

Caracoto, el ganado es pastoreado en praderas nativas y suplementados con pastos cultivados y ensilados elaborados por los mismos productores.

4.1.4. Lactosa

Los niveles de lactosa encontrados en el estudio en función a los momentos de la aplicación del programa de mejora de la calidad de leche en la Asociación de Productores “La Cremosita” de Caracoto se presentan en la Tabla 8

Tabla 8

Estadísticos descriptivos de los niveles de lactosa en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100)

Momento	N	Media \pm ESM	C.V. (%)	Mínimo	Máximo
ANTES	7	4,64 \pm 0,04 ^b	2,46	4,43	4,76
DURANTE	9	4,70 \pm 0,01 ^b	0,92	4,65	4,78
DESPUES	3	4,84 \pm 0,01 ^a	0,36	4,83	4,86
Total	19	4,70 \pm 0,02	2,13	4,43	4,86

(a,b) medias con letras diferentes, indican diferencias estadísticas significativas.

Al igual que en los casos anteriores, el ANVA (Anexo 8) indica que existe diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los diferentes momentos de la aplicación del programa de mejora. La prueba de Tukey, indica que la lactosa en la leche fue mayor después de la aplicación del programa de mejora; a su vez, antes y durante son similares ($P > 0,05$).

De forma similar al de los otros sólidos en leche, esta diferencia se debería a la disminución en la cantidad de agua que se añadía a la leche por parte de algunos propietarios, cuestión que fue superada al final del programa; y, obviamente, la concentración de los solutos en una solución (leche) aumentarán, como es el caso

de la lactosa. Es más evidente este aumento en la lactosa debido a que este azúcar representa alrededor del 54% de los sólidos no grasos en la leche, tal como lo manifiesta Miller (2007).

El promedio general de lactosa del estudio fue de 4,70 g/100, resultado que es superior al encontrado por Brousett-Minaya et al (2015), en las cuencas de Vilque, Mañazo y Cabanillas, en donde encontraron 4.54, 4.62 y 4,59 g/100, respectivamente. También es superior al encontrado por Bernal et al (2007), quienes encontraron valores entre 4,5 y 4,6% de lactosa.

4.1.5. Agua añadida

Los niveles de agua añadida a la leche del presente estudio en función a los momentos de la aplicación del programa de mejora de la calidad de leche en la Asociación de Productores “La Cremosita” de Caracoto se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9

Estadísticos descriptivos de los niveles de agua añadida en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100)

Momento	N	Media \pm ESM	C.V. (%)	Mínimo	Máximo
ANTES	7	1,70 \pm 0,43 ^a	67,72	0,61	3,41
DURANTE	9	0,69 \pm 0,23 ^{a, b}	99,40	0,09	1,95
DESPUES	3	0,00 \pm 0,00 ^b	0,00	0,00	0,00
Total	19	0,95 \pm 0,24	107,50	0,00	3,41

(a,b) medias con letras diferentes, indican diferencias estadísticas significativas.

El ANVA para el contenido de agua (Anexo 9) muestra que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los diferentes momentos de la aplicación

del programa de mejora. La prueba de Tukey, indica que la cantidad de agua durante y después de la aplicación del programa de mejora disminuyó significativamente, en relación al momento antes de iniciar el programa.

El alto contenido de agua antes de la aplicación del programa, se debe a que algunos productores, acostumbraban adicionar agua a la leche hasta en un 25%, adulteración que fue disminuyendo a medida que los productores recibían la capacitación y se les indicaba que su producto contenía agua añadida, el cual era detectado por el lactoscan. Al final del programa, ningún productor adicionó agua, razón por la cual el resultado fue de cero.

4.1.6. Sólidos totales

Los niveles de sólidos totales encontrados en el estudio en función a los momentos de la aplicación del programa de mejora de la calidad de leche en la Asociación de Productores “La Cremosita” de Caracoto se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10

Estadísticos descriptivos de sólidos totales en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100)

Momento	N	Media \pm ESM	C.V. (%)	Mínimo	Máximo
ANTES	7	12,53 \pm 0,11 ^a	2,22	12,15	12,87
DURANTE	9	12,71 \pm 0,08 ^a	1,81	12,29	13,15
DESPUES	3	12,64 \pm 0,16 ^a	2,17	12,33	12,84
Total	19	12,63 \pm 0,06	2,02	12,15	13,15

(a,b) medias con letras diferentes, indican diferencias estadísticas significativas.



El ANVA para sólidos totales (Anexo 10) indica que no existe diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los diferentes momentos de la aplicación del programa de mejora, lo que significa que el porcentaje de sólidos totales permanece constante, siendo el promedio general de 12,63 g/100.

Como se sabe, los sólidos totales se refiere todos los componentes de la leche con excepción de agua y que, según Agudelo y Bedoya (2005) representan entre el 12 y 13%, rango en el que se encuentra el promedio de sólidos totales del presente estudio (12,63%).

De manera similar, según la NTP, el mínimo de sólidos totales es de 11,40 g/100, estando el encontrado en el presente estudio, muy por encima de este valor. El alto contenido de sólidos totales podría atribuirse a los bajos rendimiento de leche que tienen los productores de la zona de estudio, que en promedio rinden 6 a 8 L/día. Preston (1987) y Phillips (2010), señalan que, a menores rendimientos de leche, la concentración de grasa y proteínas es mayor, lo que se evidencia en la mayor cantidad de sólidos, tal como se encontró en el presente estudio.

Comparando este promedio con el encontrado por Broucett-Minaya et al (2015), es inferior al de las cuencas de Vilque y Mañazo que tienen 12,82 y 12,65 g/100, respectivamente; mientras que es superior al de la cuenca de Cabanillas que tiene 11,68 g/100 de sólidos totales.

La FEPALE (2011), señala que la grasa y la proteína son los dos componentes sólidos utilizados mundialmente para determinar el valor de la leche, ya que son los dos compuestos que realmente tienen valor para la industria. Bajo este concepto, podríamos manifestar que la leche producida en Caracoto es de muy buena calidad para la industria y para el consumo directo.

4.1.7. Sales o minerales

Los niveles de sales encontrados en el estudio en función a los momentos de la aplicación del programa de mejora de la calidad de leche en la Asociación de Productores “La Cremosita” de Caracoto se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11

Estadísticos descriptivos de sales en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100)

Momento	N	Media \pm ESM	C.V. (%)	Mínimo	Máximo
ANTES	7	0,69 \pm 0,01 ^b	2,90	0,65	0,70
DURANTE	9	0,70 \pm 0,00 ^b	1,01	0,69	0,71
DESPUES	3	0,72 \pm 0,00 ^a	0,00	0,72	0,72
Total	19	0,70 \pm 0,00	2,45	0,65	0,72

(a,b) medias con letras diferentes, indican diferencias estadísticas significativas.

El ANVA para el contenido de sales (Anexo 11) indica que existe diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los diferentes momentos de la aplicación del programa de mejora. La prueba de Tukey, indica que las sales en la leche fue mayor después de la aplicación del programa de mejora; a su vez, antes y durante son similares ($P > 0,05$).

Como los minerales constituyen parte de los sólidos totales y se encuentran en solución, su contenido dependerá del nivel de dilución en la leche; de modo que, el hecho de haber disminuido el agua añadida a la leche, hizo que su concentración aumentara al final del periodo experimental del estudio.

Según Agudelo y Bedoya (2005), el contenido de minerales en leche de vaca es de aproximadamente 0,72%, valor al que se aproxima el resultado del presente estudio (0,72 g/100).

4.2. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA LECHE

4.2.1. Densidad

La densidad de la leche encontrada en el estudio en función a los momentos de la aplicación del programa de mejora de la calidad en la Asociación de Productores “La Cremosita” de Caracoto se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12

Estadísticos descriptivos de densidad de grasa en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (Kg/m³)

Momento	N	Media ± ESM	C.V. (%)	Mínimo	Máximo
ANTES	7	1,028 ± 0,00030 ^b	2,77	1,027	1,029
DURANTE	9	1,029 ± 0,00011 ^b	1,16	1,028	1,030
DESPUES	3	1,030 ± 0,00011 ^a	0,62	1,030	1,030
Total	19	1,029 ± 0,00017	2,57	1,027	1,030

(a,b) medias con letras diferentes, indican diferencias estadísticas significativas.

El análisis de varianza (ANVA) para densidad (Anexo 6) indica que existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los diferentes momentos de la aplicación del programa de mejora. La prueba de Tukey, señala que la densidad es mayor después de la aplicación del programa de mejora; a su vez, antes y durante son similares ($P > 0,05$).



Al igual que en los SNG, la baja densidad antes y durante la aplicación del programa de mejora, podría atribuirse a la adición de agua a la leche por parte de algunos productores, cuestión que se fue anulada al final del programa. La densidad de la elche está directamente relacionada con su contenido de grasa, proteína, lactosa y agua, si el contenido de agua aumenta disminuye la densidad y a la inversa, tal como lo indica Revilla (2008).

La media general de densidad del estudio fue de 1,029 g/mL, resultado que se encuentra en el límite inferior del rango establecido por la NTP (1,029 a 1,034 g/L). Comparando con otros estudios de la Región Puno, el valor se encuentra por debajo del estudio de Cahuascanho-Quispe et al (2019), quienes hallaron un rango de 1,030 a 1,031 en vacas Brown Swiss de una ganadería del distrito de Santa Rosa. Sin embargo, es similar al encontrado por Brousett-Minaya et al (2015), quienes para la cuenca de Vilque reportan un valor de 1,029, pero inferior al de Mañazo (1,031) y superior que en Cabanillas (1,027).

4.2.2. pH

Los pH encontrados en el estudio en función a los momentos de la aplicación del programa de mejora de la calidad de leche en la Asociación de Productores “La Cremosita” de Caracoto se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13

Estadísticos descriptivos de los valores de pH en leche de vacunos según momento de aplicación del programa de mejora (g/100)

Momento	N	Media \pm ESM	C.V. (%)	Mínimo	Máximo
ANTES	7	6,75 \pm 0,03 ^a	1,28	6,65	6,92
DURANTE	9	6,78 \pm 0,02 ^a	0,76	6,68	6,83
DESPUES	3	6,75 \pm 0,05 ^a	1,27	6,66	6,83
Total	19	6,76 \pm 0,02	1,01	6,65	6,92

(a,b) medias con letras diferentes, indican diferencias estadísticas significativas.

El ANVA para pH (Anexo 12) indica que no existe diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los diferentes momentos de la aplicación del programa de mejora, lo que significa que el porcentaje de pH permanece constante, siendo el promedio general de 6,76.

Broucett-Minaya et al (2015), también determinaron el pH en diferentes cuencas del departamento de Puno, encontrando valores de pH desde 6,40 hasta 6,82, rango en el que se encuentra el hallado en el presente estudio.

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana (NTP 201.001.2003), la leche producida por los productores de la Asociación, se encuentra dentro de los valores considerados como aceptable para la leche cruda de vaca.



V. CONCLUSIONES

La aplicación del programa de capacitaciones y mejoramiento de tecnologías tuvo un efecto benéfico en la calidad físico-química de la leche producida por los socios de la Asociación de Productores Agropecuarios “La Cremosita” de Caracoto:

PRIMERO: En la composición química se incrementaron los niveles de sólidos no grasos (de 8,44 a 8,81%), proteínas (de 3,08 a 3,21%), lactosa (de 4,64 a 4,84%) y sales (de 0,69 a 0,72%) ($P \leq 0,05$). No se modificaron los contenidos de grasa (4,07%), sólidos totales (12,63%). En cambio, se redujo significativamente el contenido de agua (de 1,70 a 0,00%) ($P \leq 0,05$).

SEGUNDO: En cuanto a los parámetros físicos, se logró un aumento de la densidad (de 1,028 a 1,030), pero no se modificó el pH (6,76) ($P > 0,05$).



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERO: Realizar acciones de promoción del proyecto antes de su ejecución para tener una participación más activa de los actores directos, por cuanto algunos de ellos se resisten a ser partícipes, si no es a cambio de algo.

SEGUNDO: Disponer de una movilidad propia para el traslado de las muestras desde el lugar de acopio hasta el centro de análisis a fin de no incurrir en variaciones por efecto del tiempo.

TERCERO: Realizar el mismo estudio, pero considerando las variables microbiológicas y toxicológicas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria, D. P. (2005). Aspectos nutricionales y tecnológicos de la leche. Disponible en: http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Biologia%20y%20fisiologia%20de%20la%20lactacion/agroin_doc2.pdf.
- Agudelo D. y Bedoya O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista Lasallista de Investigación, Vol 2, núm 1, pp 38-42.
- Alais, C. (2003). Ciencia de la leche. Principios de Técnica Lechera. Cuarta Edición, Editorial Reverté. Barcelona, España.
- Analís, C. (1988). Ciencia de la leche. Continental S.A. México.
- Barberis, S. (2002). Bromatología de la leche. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur, S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Bernal, L.R.; Rojas, M.Á.; Vázquez, C.; Espinoza, A.; Estrada, J.; Castelán, O.A. 2007. Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Veterinaria México* 38: 395-407.
- Brousett-Minaya M., Torres A., Chambí A., Mamani B y Gutiérrez H. (2015). Calidad físico-química, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno-Perú. *Scientia Agropecuaria* 6(3): 165-178.
- Brousett-Minaya M., Torres A., Chambí A., Mamani B. y Gutiérrez H. (2015). Calidad físico-química, microbiológica y toxicológica de leche cruda en las cuencas ganaderas de la región Puno-Perú. *Scientia Agropecuaria* 6 (3): 165-176.
- Cahuascano-Quispe B., Rodríguez-Huanca F., Aranibar M. (2019). Efecto de la suplementación de proteína y energía sobre la producción láctea, densidad, sólidos totales, grasa y nitrógeno ureico en la leche de vacas Brown Swiss en condiciones hipobáricas naturales. *Rev Inv Vet Perú* 30(4): 1504-1514.
- Cashman, K. (2002). Minerals in dairy products In: Encyclopedia of Dairy Sciences. Oxford, Elsevier Science, Gran Bretaña.



- Celis, M. (2009). Microbiología de la leche. Disponible en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf.
- Chacón F. (2017). Evaluación de los análisis físico-químicos de la leche bovina. Tesis para obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Ecuador.
- Colcha, C. (2011). Revisión de literatura de la leche. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/390/3/03%20AGI%20259%20REVISI%C3%93N%20DE%20LITERATURA.pdf>.
- Cuéllar, N. (2008). Ciencia, tecnología e industrias de alimentos. Primera edición. Grupo Latino, Bogotá, Colombia.
- Duran J. y Duarte S. (2009). Diseño y aplicación de un programa de buenas prácticas de ordeño para mejorar la calidad higiénica de la leche en hatos de La Sabana de Bogotá. Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Salle, Bogotá.
- FAO. (2008). Código de principios referentes a la leche y los productos lácteos. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/meeting/005/w2198s/W2198S11.htm>
- FEPALE - Federación Panamericana de Lechería. (2011). Curso de capacitación “Calidad e inocuidad en finca Lecheras”. FEPALE-Uruguay.
- Fernández E., Martínez J., Martínez V., Moreno J., Collado L., Hernández M. y Morán F. (2015). Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche. Nutr Hosp. 31(1):92-101. DOI:10.3305/nh.2015.31.1.8253.
- Fox, P. (2002). Milk. In: Encyclopedia of Dairy Sciences. Oxford. Gran Bretaña: Elsevier Science & Technology.
- Franklin., B. (2011). El libro Blanco de la leche y los productos lácteos. Obtenido de <http://www.yumpu.com/es/document/view/16270502/el-libro-blanco-de-la-leche-y-los-productos-lacteos-canilec-fepale>.
- Gasque, G. (2001). Zootecnia en Bovinos Productores de Leche. Disponible en: <http://fmvzenlinea.fmvz.unam.mx/login/index.php>.



- González, H. (2004). La asistencia técnica y los servicios de apoyo a la agricultura y al desarrollo rural. FODEPAL.
- Guevara-Freire D., Montero-Recalde M., Rodríguez A., Valle L., y Avilés-Esquivel. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Inv Vet Perú* 30(1): 247-255.
- Hernández, T. (2005). Gestión de la asistencia técnica para una nueva ruralidad. Un Enfoque Sistémico. *Revista INCADES*. 1(6), 9-17.
- Hernández, R.; Ponce, P. (2002). Composición de la leche en las condiciones actuales del trópico en cuba. *Rev. Salud Animal* 24: 111-114.
- Huertas, G. (2002). Extensión Rural. Editorial de la Universidad Santo Tomás. Colombia.
- Hurley, W. (2009). Milk Composition and synthesis. Disponible en: <http://classes.ansci.Illinois>.
- INEN. (2008). Requisitos de leche cruda. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0009.2008.pdf>.
- Jenkis, T. a. (2006). Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science* 89: 1302 - 1310.
- León, J. C. (2023). Producción nacional de leche fresca alcanzó las 2.241.136 toneladas en 2022, registrando un incremento de 2.57%. Noticia de Agraria.pe. Disponible en <https://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-leche-fresca-alcanzo-las-2-241-136-to-32013>
- Linn J.G. (1989). Altering the composition of milk, through management practices. *Feedstuffs* 17:16.
- Mamani, J. (2009). Calidad de leche: Resultados de análisis de muestras de leche en Majes. Laboratorio de calidad de leche cruda COZOPROPLE-PIMS.
- Meyer, M. (1990). Elaboración de productos láteos. Primera edición. Editorial Trillas, México.
- Milkotronic Ltd. (2012). Lactoscan SA, Manual de Operaciones. Nova Zagora, Bulgaria.



- Miller, G. J. (2007). *Handbook of Dairy Food and nutrition*. Third Edition. USA: CRC Pres.
- Molina B, C. R. (2010). Calidad de la leche cruda. Disponible en: <http://www.uv.mx/agronomia/documents/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf>
- Morrissey, P. (2009). Vitaminas y vitaminas liposolubles en la leche y los productos lácteos. En: *Advanced Dairy Chemistry: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*. New York. USA: P.F. Fox.
- Nasanovski, M. (2001). Lechería. Disponible en <http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>.
- Norma Técnica Peruana - NTP 202.001. (2003). Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI. Lima, Perú.
- O'Hara, P. (2010). Mejorando la participación de las partes interesadas en los programas forestales nacionales. Manual de Capacitación. España.
- OPD, S. (2010). Tecnología productiva de lácteos. Calidad de la leche. Primera Edición, Perú.
- Phillips, C.J.C. (2010). *Principles of cattle production*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge. p 170-187.
- Preston, T.R.; Leng, RA. (1987). Matching Ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. New South Wales (Australia): Penambul Books Armidale.
- Proyecto Pradera (2013). Programa Nacional del Apoyo al Desarrollo Andino. Gobierno Regional Puno.
- Revilla, A. (2008). Tecnología de la leche. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Roos, Y. (2002). Agua en productos lácteos. En: Enciclopedia de Ciencias Lácteas. Oxford, Gran Bretaña.
- Shearer J.K. (2003). La producción de leche de calidad. Florida, USA.: IFAS.



Thompson, A. M. (2009). Milk Proteins from Expression to Food. First Edition. Elsevier, USA.

Tyler, H. M. (2006). Ciencia de ganado lechero. Cuarta Edición. Ohio, Estados Unidos: Person Pretencie Hall.



ANEXOS

ANEXO 1: Promedios del análisis físico-químico de la leche antes de la intervención del proyecto

GRASA (g/100)	SOL NO GRASOS (g/100)	DENSIDAD (Kg/m3)	PROTEÍNA (g/100)	LACTOSA (g/100)	AGUA (g/100)	SOLIDOS TOTALES (g/100)	SALES (g/100)	pH
4,13	8,07	27,01	2,94	4,43	3,41	12,20	0,65	6,92
4,27	8,42	28,19	3,07	4,62	1,32	12,69	0,68	6,77
3,87	8,28	28,02	3,02	4,55	3,25	12,15	0,67	6,72
3,96	8,66	29,35	3,16	4,76	0,61	12,61	0,70	6,79
3,84	8,56	29,10	3,12	4,70	0,87	12,41	0,70	6,72
4,21	8,54	28,70	3,11	4,69	1,43	12,75	0,70	6,70
4,29	8,58	28,78	3,13	4,71	0,99	12,87	0,70	6,65
4,08	8,45	28,45	3,08	4,64	1,70	12,53	0,69	6,75
0,19	0,20	0,79	0,08	0,11	1,15	0,28	0,02	0,09
4,67	2,42	2,78	2,47	2,43	67,75	2,22	2,50	1,27

ANEXO 2: promedios del análisis físico-químico de la leche durante la intervención del proyecto

GRASA (g/100)	SOL NO GRASOS (g/100)	DENSIDAD (Kg/m3)	PROTEÍNA (g/100)	LACTOSA (g/100)	AGUA (g/100)	SOLIDOS TOTALES (g/100)	SALES (g/100)	pH
3,82	8,48	28,80	3,09	4,66	1,76	12,29	0,69	6,68
4,08	8,49	28,62	3,10	4,66	1,95	12,57	0,69	6,81
4,19	8,64	29,10	3,15	4,75	0,16	12,83	0,70	6,83
4,18	8,47	28,46	3,09	4,65	0,40	12,65	0,69	6,77
4,15	8,57	28,86	3,12	4,71	0,31	12,72	0,70	6,73
4,16	8,56	28,81	3,12	4,70	0,75	12,71	0,70	6,81
4,22	8,59	28,88	3,13	4,72	0,58	12,81	0,70	6,74
3,93	8,70	29,54	3,17	4,78	0,09	12,63	0,71	6,83
4,58	8,56	28,47	3,12	4,70	0,25	13,15	0,69	6,79
4,14	8,56	28,84	3,12	4,70	0,70	12,71	0,70	6,78
0,21	0,08	0,33	0,03	0,04	0,69	0,23	0,01	0,05
4,67	2,42	2,78	2,47	2,43	67,75	2,22	2,50	1,27

ANEXO 3: Promedios del análisis físico-químico de la leche después de la intervención del proyecto

GRASA (g/100)	SOL NO GRASOS (g/100)	DENSIDAD (Kg/m ³)	PROTEÍNA (g/100)	LACTOSA (g/100)	AGUA (g/100)	SOLIDOS TOTALES (g/100)	SALES (g/100)	pH
3,97	8,79	29,85	3,21	4,83	0,00	12,76	0,72	6,83
3,54	8,79	30,22	3,21	4,83	0,00	12,33	0,72	6,66
4,00	8,84	30,01	3,22	4,86	0,00	12,84	0,72	6,76
3,83	8,81	30,03	3,21	4,84	0,00	12,64	0,72	6,75
0,26	0,03	0,18	0,01	0,02	0,00	0,28	0,00	0,09
6,76	0,33	0,61	0,28	0,32	--	2,19	0,26	1,27
PROMEDIO								
D.E.								
C.V.								



ANEXO 4: Análisis de varianza y prueba de tukey para grasa

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,215	2	,108	2,453	,118
Intra-grupos	,703	16	,044		
Total	,918	18			

HSD de Tukey^a

MOMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
DESPUES	3	3,8367
ANTES	7	4,0814
MEDIO	9	4,1456
Sig.		,076

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,108.



ANEXO 5: Análisis de varianza y prueba de tukey para solidos no grasos (sng)

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,276	2	,138	7,287	,006
Intra-grupos	,303	16	,019		
Total	,579	18			

HSD de Tukey^a

MOMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ANTES	7	8,4443	
MEDIO	9	8,5622	
DESPUES	3		8,8067
Sig.		,380	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,108.



ANEXO 6: Análisis de varianza y prueba de tukey para densidad

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5,255	2	2,627	8,962	,002
Intra-grupos	4,691	16	,293		
Total	9,945	18			

HSD de Tukey^a

MOMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ANTES	7	28,4500	
MEDIO	9	28,8378	
DESPUES	3		30,0267
Sig.		,502	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,108.



ANEXO 7: Análisis de varianza y prueba de tukey para proteína

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,038	2	,019	7,548	,005
Intra-grupos	,040	16	,003		
Total	,079	18			

HSD de Tukey^a

MOMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ANTES	7	3,0786	
MEDIO	9	3,1211	
DESPUES	3		3,2133
Sig.		,388	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,108.



ANEXO 8: Análisis de varianza y prueba de tukey para lactosa

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,087	2	,043	7,402	,005
Intra-grupos	,094	16	,006		
Total	,180	18			

HSD de Tukey^a

MOMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ANTES	7	4,6371	
MEDIO	9	4,7033	
DESPUES	3		4,8400
Sig.		,372	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,108.



ANEXO 9: Análisis de varianza y prueba de tukey para agua

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7,202	2	3,601	4,910	,022
Intra-grupos	11,736	16	,733		
Total	18,938	18			

HSD de Tukey^a

MOMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
DESPUES	3	,0000	
MEDIO	9	,6944	,6944
ANTES	7		1,6971
Sig.		,418	,179

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,108.



ANEXO 10: Análisis de varianza y prueba de tukey para solidos totales

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,130	2	,065	,999	,390
Intra-grupos	1,038	16	,065		
Total	1,168	18			

HSD de Tukey^{a,b}

MOMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
ANTES	7	12,5257
DESPUES	3	12,6433
MEDIO	9	12,7067
Sig.		,507

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,108.



ANEXO 11: Análisis de varianza y prueba de tukey para sales

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,002	2	,001	7,132	,006
Intra-grupos	,003	16	,000		
Total	,005	18			

HSD de Tukey^a

MOMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ANTES	7	,6857	
MEDIO	9	,6967	
DESPUES	3		,7200
Sig.		,400	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,108.



ANEXO 12: Análisis De Varianza Y Prueba De Tukey Para pH

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,003	2	,001	,287	,754
Intra-grupos	,081	16	,005		
Total	,084	18			

HSD de Tukey^{a,b}

MOMENTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
DESPUES	3	6,7500
ANTES	7	6,7529
MEDIO	9	6,7767
Sig.		,822

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 5,108.



ANEXO 13: Declaración jurada de autenticidad



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Fidel Wilson Caso Uilcapaza
identificado con DNI 29658399 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Medicina Veterinaria y Zootecnia

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
"Capacitación y mejoramiento de tecnologías productivas
y su efecto en la calidad físico-química de la leche en
Caracoto, Puno."

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 22 de enero del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 14: Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el Repositorio Institucional.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Fidel Wilson caso Vilcapaza,
identificado con DNI 29658399 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Medicina Veterinaria y Zootecnia

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" Capacitación y mejoramiento de tecnologías Productivas
y su efecto en la calidad Física - Química de la leche
en Caracoto, Puno "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 22 de enero del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella