



Universidad del Mar

Campus Puerto Escondido

EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE UN QUESO UNTABLE ELABORADO CON LECHE DE CABRA EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA LACTANCIA

TESIS

Que para obtener el Grado de
Maestro en Producción y Sanidad Animal

Presenta
Luis Antonio Galindo Limón

Director
Dr. José Guadalupe Gamboa Alvarado

Co-Director
Dr. Serafín Jacobo López Garrido

Puerto Escondido, Oaxaca 2025

DEDICATORIA

A mi madre María Eugenia Limón Sagal y a mi padre Sergio Antonio Galindo Colín, gracias por brindarme la oportunidad de poder estudiar y conocer lo maravilloso que es el universo.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca otorgada para la realización de este proyecto.

A la Universidad del Mar por su apoyo para cumplir un objetivo más en mi vida.

Al Dr. José Guadalupe Gamboa Alvarado por su tiempo, confianza, apoyo y la paciencia durante el camino.

Al Dr. Serafín Jacobo López Garrido por la motivación a estudiar y recordarme que sé cosas, sólo tengo que aplicarme.

Al Dr. Narciso Ysac Ávila Serrano por la paciencia y toda su ayuda para la realización de este proyecto.

A la Dra. Mónica Marcela Galicia Jiménez por la dedicación y por recordarme que tengo que comer adecuadamente.

Al Dr. Marco Antonio Camacho Escobar por el conocimiento y su visión de la ciencia.

Al L. Z. Santos Abigail Pérez Vázquez por ser un gran ser humano y ser mi otro 50%.

Al M. C. Guillermo de Jesús González Crespo, por su apoyo en este proyecto.

A la L. Z. Zitlaly Verano Paz por todo su apoyo durante el trabajo de laboratorio, la motivación y las comidas.

A San Juan Alimentos Naturales y en especial al señor José Guadalupe Martínez López y su esposa Ana Luisa Maldonado Vázquez, ya que sin sus cabritas no se podría haber llevado a cabo esta investigación, pero más

que nada por su amistad, la amabilidad con la que me trataron, por su paciencia, por todas las enseñanzas que compartieron, por brindarme un plato en su mesa, de todo corazón muchas gracias.

RESÚMEN

La producción caprina es una actividad económica de significativa importancia social en diversas regiones del mundo. La leche de cabra y sus derivados son alimentos reconocidos por sus propiedades nutracéuticas, alta digestibilidad, menor contenido de lactosa y su riqueza en vitaminas y minerales, además de contener proteínas de elevado valor biológico. Oaxaca se destaca como uno de los estados más relevantes en la producción de cabras a nivel nacional. No obstante, carece de registros específicos sobre la producción de leche de cabra. Por esta razón, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar un queso untable elaborado con leche de cabra proveniente de Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca, y realizar un análisis sensorial del producto en distintos días de lactancia. Asimismo, se determinaron las propiedades fisicoquímicas de la leche utilizada para la elaboración del queso. Se realizaron muestreos en diferentes días de lactancia, llevando a cabo análisis de regresión y correlación con los datos recopilados. Durante la investigación se estandarizó el proceso de elaboración del queso untable y se evaluaron sus características fisicoquímicas y sensoriales. Los resultados promedio de la composición de la leche de cabra fueron: grasa (3.48%), proteína (2.94%), sólidos no grasos (8.04%), lactosa (4.42%) y sales minerales (0.66%). En cuanto al queso untable, los valores obtenidos fueron: pH de 4.05, luminosidad del 95%, humedad del 59%, proteína del 21.43%, grasa del 28.83% y contenido de cenizas del 2.7%. La información generada en este estudio permitió describir el queso untable de cabra desde una perspectiva fisicoquímica y sensorial. Este conocimiento brinda a los productores la posibilidad de optimizar su proceso de elaboración, realzar las características sensoriales y destacar el potencial bioactivo de sus productos.

Palabras clave: Aceptación, *Capra hircus*, derivados lácteos, Oaxaca, tecnología, textura.

ABSTRACT

Goat production is an economic activity of significant social importance in various regions of the world. Goat milk and its derivatives are recognized for their nutraceutical properties, high digestibility, low lactose content, and richness in vitamins and minerals, in addition to containing proteins of high biological value. Oaxaca stands out as one of the most important states in goat production nationwide. However, there are no specific records on goat milk production. Therefore, the present study aimed to characterize a spreadable cheese made with goat milk from Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca, and conduct a sensory analysis of the product on different days of lactation. The physicochemical properties of the milk used for cheesemaking were also determined. Sampling was carried out on different days of lactation, and regression and correlation analyses were performed on the collected data. During the research, the process of making spreadable cheese was standardized and its physicochemical and sensory characteristics were evaluated. The average results of the composition of goat milk were: fat (3.48%), protein (2.94%), non-fat solids (8.04%), lactose (4.42%) and mineral salts (0.66%). As for the spreadable cheese, the values obtained were: pH 4.05, luminosity 95%, humidity 59%, protein 21.43%, fat 28.83% and ash content 2.7%. The information generated in this study allowed us to describe spreadable goat cheese from a physicochemical and sensory perspective. This knowledge gives producers the opportunity to optimize their production process, enhance sensory characteristics, and highlight the bioactive potential of their products.

Keywords: Acceptance, *Capra hircus*, dairy derivatives, Oaxaca, technology, texture.

ÍNDICE

1.-INTRODUCCIÓN	1
2.-MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Caprinocultura	3
2.1.1 Caprinocultura en México.....	3
2.1.2 Caprinocultura en Oaxaca	5
2.2 Importancia de la producción caprina.....	6
2.3 Leche de cabra.....	7
2.4 Producción de leche de cabra	7
2.5 Curva de lactancia	8
2.6 Factores que afectan la producción de leche de cabra	8
2.6.1 Genéticos.....	8
2.6.2 Edad y Número de partos	9
2.6.3 Tamaño de la camada.....	9
2.6.4 Época de parto.....	10
2.6.5 Alimentación.....	10
2.7 Composición de la leche de cabra	11
2.7.1 Grasa	11
2.7.2 Proteína	12
2.7.3 Carbohidratos	13
2.7.4 Vitaminas.....	13
2.7.5 Minerales	14
2.8 Principales factores que influyen en la composición de la leche de cabra.....	14
2.8.1 Nutrición y alimentación	14
2.8.2 Genéticos.....	15
2.8.3 Etapa de lactancia	16
2.8.4 Salud de la ubre.....	16
2.9 Desafíos y oportunidades en el consumo y procesamiento de leche de cabra en México	17
2.9.1 Yogur.....	18
2.9.2 Kéfir	18
2.9.3 Cajeta.....	18

2.9.4 Quesos	19
2.10 Queso untable	20
2.11 Evaluación sensorial.....	20
3.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
4.-HIPÓTESIS.....	24
5.-OBJETIVOS	25
5.1. Objetivo general.....	25
5.2. Objetivos específicos.....	25
6.-MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
6.1 Localización geográfica de Piedras Negras, Tonameca	26
6.2 Material biológico (Recolección de leche)	26
6.3 Muestreo en diferentes días de lactancia	27
6.4 Análisis fisicoquímico de la leche	27
6.5 Proceso de elaboración del queso untable.....	28
6.6 Caracterización física del queso untable.....	29
6.7 Análisis químico proximal del queso untable	30
6.8 Evaluación sensorial	31
7.-RESULTADOS	32
8.-DISCUSIÓN	43
8.1 Duración de lactancia y producción láctea.....	43
8.2 Características físicas leche de cabra	44
8.3 Composición química leche de cabra	46
8.4 Características físicas queso untable	47
8.5 Composición química del queso untable.....	48
9.-CONCLUSIONES	51
10. CONTRIBUCIÓN.....	53
12.-ANEXOS	73
Anexo 1. Declaratoria de originalidad y posesión de derechos de autor	73
Anexo 2. Declaratoria de Bioética y Bienestar Animal	74
Anexo 3. Encuestas evaluación sensorial.....	75

INDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Duración de lactancia, producción total láctea y 33
composición promedio de leche en cabras criollas¹ de la región
Costa de Oaxaca.
- Cuadro 2.** Características físicas promedio en leche de cabras 34
criollas¹ en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.
- Cuadro 3.** Correlación entre producción láctea y composición de 35
leche de cabras criollas¹ en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.
- Cuadro 4.** Características físicas promedio del queso untable 36
elaborado con leche de cabra de Piedras Negras, Tonameca,
Oaxaca.
- Cuadro 5.** Coeficientes de correlación entre días de lactancia y 37
características físicas del queso untable elaborado con leche de
cabra de Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.
- Cuadro 6.** Composición química promedio del queso untable 38
elaborado con leche de cabra de Piedras Negras, Tonameca,
Oaxaca.
- Cuadro 7.** Coeficientes de correlación entre días de lactancia, 39
producción de leche y características químicas del queso untable
elaborado con leche de cabra de Piedras Negras, Tonameca,
Oaxaca.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales productores nacionales de carne de cabra.	6
Figura 2. Principales productores nacionales de leche de cabra.	6
Figura 3. Cabras criollas de Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.	27
Figura 4. Análisis fisicoquímico de la leche.	28
Figura 5. Cuajada antes de elaborar el queso untable.	29
Figura 6. Salado y amasado de la cuajada.	29
Figura 7. Medición de pH en muestras de queso untable.	30
Figura 8. Medición de color en muestras de queso untable.	30
Figura 9. Efecto de los días de lactancia sobre la producción (a), composición de grasa (b) y proteína de leche (c) de cabras criollas en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.	37
Figura 10. Prueba de afectividad.	40
Figura 11. Atributos de textura.	41
Figura 12. Atributos de aroma y sabor.	42

1.-INTRODUCCIÓN

Hace alrededor de 10,000 años, los caprinos fueron de las primeras especies domesticadas por el hombre; desde entonces ha sido utilizada debido a su aporte de carne, leche y piel (Delgado, 2016). Fueron introducidos en México por los españoles hace más de 500 años y actualmente se encuentran distribuidos por todo el mundo gracias a su adaptación al medio ambiente y a sus características de rusticidad, precocidad y fácil manejo (Hernández *et al.*, 2021).

La producción caprina es una actividad económica de gran importancia social en muchas regiones del mundo; en la actualidad los derivados de las cabras continúan siendo parte importante de la alimentación del hombre (Hernández *et al.*, 2021).

En México la producción caprina se realiza principalmente en sistemas de producción de subsistencia, ubicados en áreas rurales de baja productividad que se caracterizan por el aprovechamiento extensivo de los recursos forrajeros nativos (Abarca-Vargas *et al.*, 2020).

En el año 2022, el inventario caprino nacional superó los 8 millones de cabezas, de acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024). Oaxaca se posicionó como uno de los principales estados productores de cabras, ocupando el segundo lugar a nivel nacional con más de un millón de cabezas en pie.

Los sistemas de producción de cabras en Oaxaca están enfocadas principalmente a la producción de carne; sin embargo, la producción de leche no figura dentro del inventario nacional.

La leche de cabra y sus derivados son alimentos que causan mucho interés en los consumidores por sus características nutritivas, su alta

digestibilidad y su menor potencial alergénico comparada con la leche de vaca (Dome *et al.*, 2024).

Los quesos artesanales de leche de cabra forman parte de la cultura de las comunidades rurales, es por ello que su caracterización incluye no solamente el aspecto tecnológico de su elaboración si no también análisis en el ámbito social (Villegas de Gante & Cervantes, 2011).

El consumo y elaboración de quesos de leche de cabra en los últimos años ha tenido cambios en la manera en cómo se presentan al consumidor, debido a sus características y a sus atributos, como son su sabor característico, su textura y los beneficios que aporta a la salud humana (Raynal, Le Pape, Gaborit & Barrucand, 2011).

Por lo anterior el objetivo general de esta investigación fue evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de un queso untable elaborado con leche de cabra de Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca, durante los días de lactancia.

La aportación del presente estudio busca resaltar las características fisicoquímicas y sensoriales de un queso elaborado con leche de cabra en la comunidad de Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca, donde los productores con los cuales se trabajó aprendieron la técnica de elaboración y lograron comercializar su producto, siendo pioneros en la región.

2.-MARCO TEÓRICO

2.1 Caprinocultura

Las cabras fueron domesticadas hace más de 10,000 años en la antigua Mesopotamia; actualmente se encuentran distribuidas en todo el mundo debido a su rusticidad, precocidad, docilidad y adaptación a distintos ambientes; es considerada una de las especies más útiles para el hombre; como proveedoras de leche, carne y piel (Hernández *et al.*, 2021).

La producción caprina es una actividad económica de gran importancia social en muchas regiones del mundo, para el año 2022 de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), del total población caprina a nivel mundial, el 95 % se encuentra en países en desarrollo, teniendo como objetivo principal la producción de carne y leche. Sólo el 5% restante se encuentra en los países desarrollados, utilizando razas especializadas para la producción de leche (FAO, 2024).

2.1.1 Caprinocultura en México

Las cabras fueron introducidas a México en el siglo XVI por los españoles, siendo las primeras razas Murciano-Granadina, Blanca Celtibérica y Castellana de Extremadura cuya función zootécnica principal era la producción de carne, las cuales dieron origen a la cabra criolla mexicana (Mellado, 1997). Se formaron grandes rebaños en Coahuila, el altiplano Zacatecano-Potosino y en la Sierra Madre del Sur que comprende los estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero. Debido a los diferentes tipos de ecosistemas que tiene México la cabra se ha adaptado y ha logrado generar variedad de razas como la cabra de la Sierra Tarahumara o la cabra Mixteca Oaxaqueña (Alejandre-Ortiz, Rubio-Tabárez, Pérez-Eguía, Zaragoza-Martínez & Rodríguez-Galván, 2016).

En México existen 494,000 unidades de producción caprina y aproximadamente 1.5 millones de mexicanos tienen como actividad productiva primaria o complementaria a la caprinocultura (Aréchiga *et al.*, 2008).

Los sistemas de producción caprina varían de acuerdo con la región del país en la que se encuentren, siendo los estados del norte donde se encuentra la mayor producción y diversificación de estos sistemas. El 42% se dedican a la producción de carne y el 72% son productores de leche. El tipo de sistema de producción en estos estados suele ser de tipo extensivo o semi intensivo; donde la producción de carne se enfoca en el "cabrito" que es consumido en la misma región, los productores venden los cabritos y ordeñan a las madres durante periodos de 2-3 meses para producción de quesos o vender la leche a empresas locales. Los animales más grandes o viejos se comercializan en platillos como barbacoa o birria (Alejandre-Ortiz *et al.*, 2016).

En los estados del centro del país los sistemas de producción caprina son de tipo intensivo y tienen como objetivo la producción de leche. Cuentan con razas especializadas en la producción láctea como Alpina, Nubia, Saanen, Toggenburg con sistemas de producción intensivos. Además, cuentan con programas de mejoramiento genético y evaluación de la producción lechera (Echavarría & Gómez, 2013).

En el sur del país la situación es totalmente diferente, los sistemas de producción son de tipo extensivo tradicionales; los productores son adultos mayores que poseen rebaños de 60 animales en promedio. La mayoría son animales criollos o cruza de razas poco especializadas en la producción de leche, que son comercializados en plazas regionales o con acopiadores que pueden ser locales o de otros estados, dependiendo la

época del año o según las necesidades de los productores (Martínez, Torres & Martínez, 2013).

2.1.2 Caprinocultura en Oaxaca

Entre 2013 y 2022, el inventario caprino nacional superó los 8 millones de cabezas, según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Oaxaca se consolidó como uno de los principales estados productores de cabras, ocupando el segundo lugar a nivel nacional en 2022, por debajo del estado de Puebla, con más de un millón de cabezas en pie, lo que representó el 12% del inventario nacional (SIAP, 2024). Mas del 60% de estos animales son criollos cuyas características fenotípicas varían de acorde a la región geográfica del estado, además este tipo de ganado es resistente a las enfermedades y no poseen estacionalidad como en otras regiones del país; por ello representan fuente de alimento, ingresos y satisfacen necesidades culturales de ciertas comunidades rurales (Fuentes-Mascorro, Martínez, Alejandre, Chirinos & Ricardi, 2013).

El propósito de las producciones caprinas en Oaxaca es la producción de carne, encontrándose en sexto lugar a nivel nacional (Figura 1); sin embargo, la producción de leche no figura dentro del inventario nacional (Figura 2), salvo por algunas iniciativas particulares que la utilizan para elaborar queso fresco (Ortiz-Morales *et al.*, 2021).

Las tradiciones culturales, el sistema de producción de tipo extensivo, las prácticas de manejo, alimentación, sanidad y el tipo de genética pueden explicar el porqué de la baja producción láctea en el estado de Oaxaca respecto a otras entidades que, con menor inventario caprino, producen mayor volumen de leche (Rodríguez, Gamboa, García & Rivera, 2011).

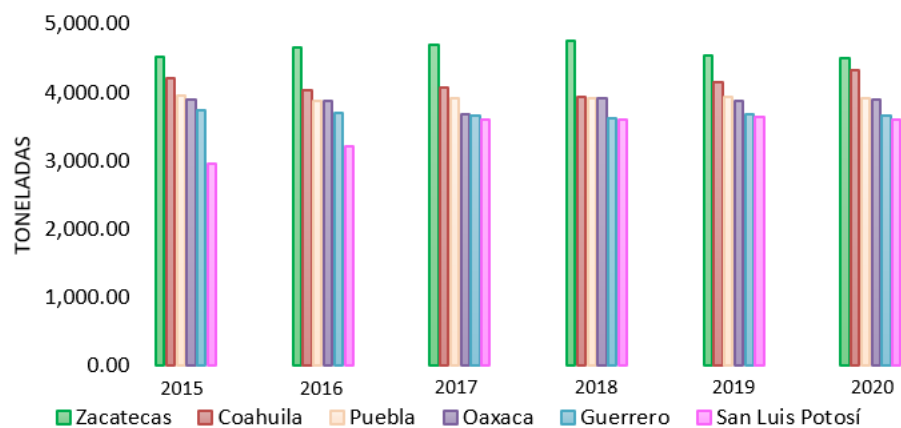


Figura 1. Principales productores nacionales de carne de cabra. (SIAP, 2024).

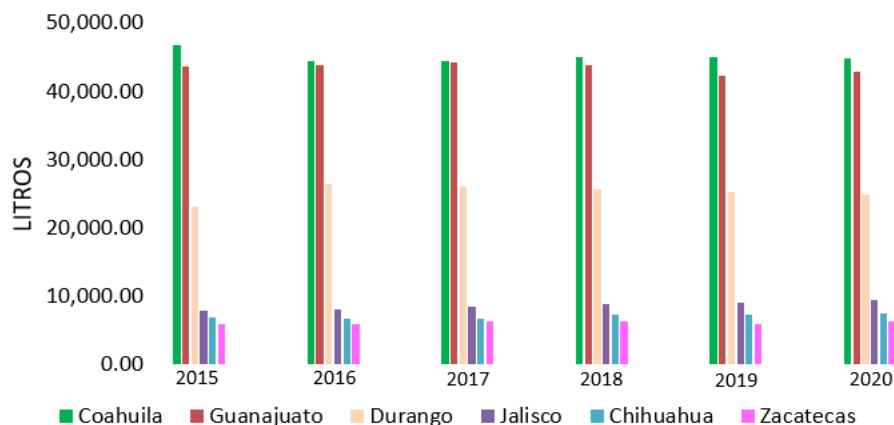


Figura 2. Principales productores nacionales de leche de cabra. (SIAP, 2024).

2.2 Importancia de la producción caprina

La cría de pequeños rumiantes es una actividad que el ser humano ha practicado desde los albores de la historia para obtener carne, leche y pieles. En la actualidad, los productos derivados de la producción caprina continúan siendo una parte esencial de la alimentación en diversas regiones del mundo. De las cabras se obtiene el 6% de la carne, el 2% de la leche y el 4% de las pieles a nivel mundial. La mayor parte de esta producción es consumida por los mismos criadores, lo que otorga a las cabras un papel de subsistencia mucho más relevante que el de las

especies bovinas y ovinas. En total, las cabras proporcionan más de 280,000 toneladas de carne y 7.2 millones de toneladas de leche, constituyéndose como una fuente indispensable de alimentos en numerosos países. Los países subdesarrollados generan el 64% de la producción mundial de leche de cabra, mientras que los países desarrollados, producen el 25% del total mundial (Aréchiga *et al.*, 2008).

2.3 Leche de cabra

La leche de cabra es un líquido de consistencia ligeramente viscosa, de color blanco mate debido a la ausencia de carotenos. Posee un sabor dulce y un pH ácido que oscila entre 6.5 y 6.7. Este alimento se considera una emulsión de materia grasa en una solución acuosa compuesta principalmente por proteínas, lactosa y sales minerales. La composición y características fisicoquímicas pueden variar debido a factores tanto extrínsecos como intrínsecos, tales como la alimentación, genética, época del año, condiciones ambientales, manejo del ordeño, número de partos, días de lactancia y la salud de la ubre (Park, Juárez, Ramos & Haenlein, 2007). Es un alimento con propiedades nutraceuticas que ofrece mejor digestibilidad, un menor contenido de lactosa y altos niveles de minerales como el calcio, además de vitaminas y proteínas de alto valor biológico (Bidot-Fernández, 2017).

2.4 Producción de leche de cabra

Es el resultado del proceso de síntesis y secreción de compuestos orgánicos e inorgánicos y procesos activos y pasivos de filtración de sangre por células epiteliales especializadas de la glándula mamaria (Cedeño *et al.*, 2022).

La producción de leche de cabra contribuye a la seguridad alimentaria de las familias y es una fuente de ingresos diarios; representa el 2% de la

leche consumida a nivel mundial, su producción se encuentra en aumento y se concentra principalmente en Asia (52.7%) y África (25.7%); Europa (16.6%) y América (4.9%) contribuyen a menor escala (Scano & Caboni, 2022). De acuerdo con datos del SIAP 2022 México ocupó el segundo lugar en Hispanoamérica con una producción de leche de 168,000 litros (SIAP, 2024).

2.5 Curva de lactancia

Permite predecir el desempeño futuro de los animales, la persistencia de la producción, el tiempo en alcanzar el pico de producción, y efectuar ajustes por días en leche de hembras que no han terminado la lactancia. Está caracterizada por una fase de ascenso y un periodo de producción máxima seguido por una fase de descenso continuo en la producción; Estas fases que determinan la forma de la curva están afectadas por factores genéticos, nutricionales y ambientales (Ángel, Agudelo, Restrepo, Cañas & Cerón-Muñoz, 2009).

2.6 Factores que afectan la producción de leche de cabra

Estos repercuten directamente en el rebaño y su estudio representa una primera etapa para la valoración genética de los reproductores; se dividen en factores intrínsecos: genéticos, edad y número de parto, días de lactancia y tipo de parto; y factores extrínsecos: época de parto, manejo del ordeño, salud de la ubre y alimentación (Romero *et al.*, 2008).

2.6.1 Genéticos

La producción de leche de cabra presenta variaciones entre sus razas, aunque a menudo existen más diferencias entre individuos de la misma raza, esto es en parte por los procesos de selección como por los efectos

acumulados en sus frecuencias genéticas al azar (Salvador & Martínez, 2007).

La raza que más se utiliza en los países menos desarrollados es la Criolla, aunque casi siempre existe algún grado de cruzamiento con razas más especializadas como la Anglo Nubian, Alpina y Saanen; la producción láctea de una cabra Criolla es de 0.5 litros/día en 100 a 120 días de lactancia. No obstante, con razas especializadas en sistemas intensivos se obtienen 2.5 litros/día en 8 meses de lactancia (Bidot, 2013).

2.6.2 Edad y Número de partos

La mayoría de las cabras paren en su primer año, lo cual se asocia a una baja producción de leche debido a que el cuerpo de la cabra aún está en desarrollo y las ubres aun juveniles no alcanzarán la máxima producción de leche, aumentando esta hasta el tercer o cuarto periodo de lactancia. Posteriormente el volumen de leche comienza a disminuir con la edad de la cabra, siendo la vida productiva en promedio de 12 años (Scopinich-Cisternas & Strahsburger, 2020).

2.6.3 Tamaño de la camada

Las cabras que tienen partos gemelares producen más leche en comparación con las de parto sencillo. Hay dos teorías que explican lo anterior, una sugiere que durante las gestaciones de partos múltiples hay una mayor secreción de lactógeno placentario, lo cual promueve la lactogénesis en la glándula mamaria. La otra teoría es debido al estímulo que ejercen dos crías al succionar mayor cantidad de leche que solamente una cría. La primera teoría es más factible, ya que, cuando no succionan las crías, las cabras de parto múltiple producen más leche que las cabras de parto sencillo (Goetsch, Zeng & Gipson, 2011).

2.6.4 Época de parto

La temperatura, la humedad, las prácticas de manejo y alimentación tienden a variar con la estación (lluviosa o seca), por lo cual se afecta la producción de leche. Las cabras con altas demandas de producción son susceptibles de sufrir estrés calórico, depresión en el consumo de alimento y reducción de la producción. La temperatura óptima para cabras en producción oscila entre 25 C a 30 C (Salvador & Martínez, 2007).

2.6.5 Alimentación

La lactancia requiere de una adecuada alimentación para permitir una mejor producción y evitar que la cabra tenga malnutrición. En tal caso es necesario aumentar el contenido de proteína en la dieta, utilizando complementos alimenticios como bloques multinutricionales que contienen urea, sales minerales y vitaminas para que el animal pueda satisfacer adecuadamente sus requerimientos nutricionales (Bidot, 2013).

La baja productividad de las cabras se debe a una ineficiente utilización de los recursos alimenticios causado por una deficiencia de nutrientes en la dieta. Alimentos de alto valor nutritivo ricos en nitrógeno y minerales tienen alta digestibilidad; cuando estos se utilizan como suplemento pueden incrementar la eficiencia de utilización de pasturas de baja calidad al incrementar, no sólo la eficiencia de la síntesis de proteína microbiana, sino que contribuyen con proteína de sobre paso con aminoácidos de elevada calidad hacia intestino delgado (Clavero, 2011).

En el inicio de la lactación y en el pico de producción, las cabras lecheras muestran una gran sensibilidad a la cantidad y calidad de la proteína aportada en la dieta. Debido a la menor capacidad de ingestión de las cabras en esta fase, se recomienda formular dietas con una elevada

concentración energética y proteica que permita mantener una adecuada producción láctea (Salvador & Martínez, 2007).

2.7 Composición de la leche de cabra

Los componentes de la leche de cabra se sintetizan a partir de precursores presentes en el plasma sanguíneo, como glucosa, acetato y ácidos grasos no esterificados captados por las células de la glándula mamaria (Murillo-Amador *et al.*, 2015).

Los valores promedio para los componentes de la leche de cabra son de 11.70% a 15.21% para sólidos totales, 2.90% a 4.60% de proteína, 3% a 6.63% de grasa, 3.80 a 5.12 de lactosa, y 0.69% a 0.89% de cenizas (Boza & Sanz Sampelayo, 1997; Hammam, Salman, Elfaruk & Alsaleem, 2022).

La densidad de la leche de cabra oscila entre 1.026-1.042 g mL⁻¹, variación que en su mayor parte la explica el contenido de lípidos; el punto de congelación de la leche es más bajo que el de la leche de vaca -0.59 C esto como consecuencia del contenido mayor de solutos (Park, 2017).

2.7.1 Grasa

El contenido y la composición de la grasa es la variable más importante, referente a costo, características nutritivas y físicas. Aproximadamente el 98% está constituido por los triglicéridos; además de fosfolípidos, diglicéridos, monoglicéridos y ésteres de colesterol (Bedoya, Rosero & Posada, 2011; Haenlein, 2004).

Los glóbulos de grasa de la leche de cabra se encuentran en mayor concentración (80%) y tienen menor tamaño (3 µm) en comparación con la leche de vaca, que tiene (60%) y (5 µm), respectivamente; esto le confiere una condición de homogenización y una mayor digestibilidad. La

presencia de ácidos grasos de cadena corta como el butírico (C4:0) y caproico (C6:0), así como los de cadena media como el caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0) que se encuentran en altas concentraciones aumenta la eficiencia metabólica que facilita la acción hidrolítica de las enzimas digestivas lipasas. Además, a estos ácidos grasos se le atribuyen propiedades conservadoras, antibacterianas y antivirales (Vélez-Ruiz, 2018).

2.7.2 Proteína

Las proteínas desde el punto de vista nutritivo son los componentes más importantes de la leche; contienen dos fracciones, la primera constituida por las caseínas que constituyen más del 80% de la proteína total; la segunda corresponde a las suero-proteínas que constituyen el 13% al 17%. El tamaño de las micelas de caseína es más pequeño en la leche de cabra (50 nm) en comparación con la leche de vaca (75 nm) lo cual le confiere una mayor digestibilidad debido a que forman una cuajada compacta y suave durante su acidificación en el estómago, lo que facilita la acción hidrolítica de las proteasas (Park, 2017).

Hay cinco proteínas principales en la leche de cabra: β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, κ caseína, β -caseína y caseína α_2 ; estas se caracterizan por contener más glicina, así como menos arginina y aminoácidos sulfurados. La composición de caseína en la leche de cabra está influenciada por el polimorfismo genético en los loci de caseína (Bidot-Fernández, 2017; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008).

Las proteínas y los péptidos bioactivos derivados de la leche de cabra proporcionan defensa no inmune contra algunas enfermedades y pueden controlar infecciones microbianas; la actividad antimicrobiana de la leche se atribuye principalmente a las inmunoglobulinas y proteínas no

inmunes, como la lactoferrina, la lactoperoxidasa y la lisozima. los péptidos antibacterianos son activos contra una amplia gama de organismos patógenos, por ejemplo, *Escherichia*, *Helicobacter*, *Listeria*, *Salmonella* y *Staphylococcus*, levaduras y hongos filamentosos (Atanasova & Ivanova, 2010).

2.7.3 Carbohidratos

La lactosa es el principal carbohidrato en la leche de cabra, como ocurre en cualquier leche de mamífero. Representa aproximadamente el 44% de los sólidos, aunque su concentración total (4.1%) es menor en comparación con la de la leche de vaca (4.7%). Además, la leche de cabra contiene oligosacáridos, tanto ácidos como neutros, muchos de los cuales son estructuralmente similares a los oligosacáridos presentes en la leche humana, caracterizados por su riqueza en galactosilactosas. Se han reportado concentraciones de estos compuestos en la leche de cabra madura que varían entre 60 y 350 mg/L, mientras que en el calostro las concentraciones superan los 2.4 g/L (van der Toorn *et al.*, 2023). La importancia de los oligosacáridos en la leche radica en su actividad prebiótica (Silanikove, Leitner, Merin & Prosser, 2010).

2.7.4 Vitaminas

Contiene mayor cantidad de vitamina A (2.074 UI por litro) en comparación con la leche de vaca (1.560 UI por litro), lo cual se debe a que los caprinos convierten todo el caroteno en vitamina A. Además, es una fuente rica de riboflavina, que actúa como factor de crecimiento, también contiene niacina. En contraste, es deficiente en ácido fólico y vitamina B12, comparada con la leche de vaca, que son necesarias para la síntesis de hemoglobina, su deficiencia puede causar anemia en

infantes que consumen esta leche. La leche de cabra también es deficiente en piridoxina (B6) y vitaminas C y D (Park *et al.*, 2007; Vélez-Ruiz, 2018).

2.7.5 Minerales

Contiene cerca de 134 mg de calcio (Ca) y 121 mg de fósforo (P) por cada 100 g de leche, alto contenido de cloro (Cl), potasio (K) y bajos niveles de sodio (Na) además posee altas concentraciones de selenio (Se) (2.89 mg) que es un micronutriente esencial para la enzima glutatión peroxidasa que actúa para neutralizar los radicales libres. Las concentraciones de macrominerales varían dependiendo de la raza, dieta, animal individual, etapa de lactancia y estado de salud de la ubre (Park *et al.*, 2007).

2.8 Principales factores que influyen en la composición de la leche de cabra

La calidad nutritiva de la leche de cabra, sus propiedades, así como su valor como materia prima para fabricar productos lácteos, está determinada por su composición química; esta puede variar por múltiples factores, algunos de estos son el tipo de alimentación, genéticos, etapa de lactancia, época del año, sistema de producción, edad, salud de la ubre (Getaneh, Mebrat, Wubie & Kendie, 2016).

2.8.1 Nutrición y alimentación

El consumo de materia seca, contenido de proteína, carbohidratos presentes en la ración, tamaño de partícula, uso de aditivos, probióticos y suplementos energéticos, así como la interacción entre cada uno de estos elementos son los principales puntos que afectan la composición de la leche en el plano nutricional. El contenido de grasa es el componente más sensible a los cambios nutricionales en la dieta, el cual es

fundamental para optimizar el rendimiento de los derivados de la leche y mejorar su calidad organoléptica (Mejía *et al.*, 2012).

La calidad nutricional de la leche depende de factores asociados a la composición química de los forrajes; la hemicelulosa y celulosa son los carbohidratos estructurales que son degradados y posteriormente fermentados por las bacterias ruminales para producir ácidos grasos volátiles, en mayor proporción ácido acético que es precursor de la grasa de la leche. El forraje verde contribuye a la producción de ácidos grasos de la leche de cadena corta como el butírico (C4:0), caproico (C6:0) y de cadena media como caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0); esto se debe a un aumento de los ácidos grasos poliinsaturados e incrementos de ácido linoleico conjugado (ALC 18:2, 9*cis*-12*cis*), mediante la biohidrogenación o saturación por las bacterias en el rumen (Morand-Fehr, 2005).

2.8.2 Genéticos

La composición de la leche de cabra varía significativamente según la raza. El porcentaje de grasa en la leche oscila entre 2.3% y 6.9%, con un promedio de 3.3%, mientras que el porcentaje de proteína se encuentra entre 2.2% y 5.1%, con un promedio de 3.4%. Existe una correlación negativa entre el volumen de producción de leche y su composición: una menor producción de leche está asociada a un mayor contenido de sólidos, y viceversa. Por ejemplo, la raza Saanen es conocida por producir grandes cantidades de leche con bajos niveles de grasa, mientras que la raza Nubia genera menos leche, pero con un alto contenido de grasa. Entre estos extremos, se encuentran razas con características intermedias como Toggenburg, La Mancha, Alpina y Murciano-Granadina (Salvador & Martínez, 2007).

Dentro de una misma raza pueden observarse marcadas diferencias en la composición de la leche, atribuibles al polimorfismo genético de las proteínas que esta contiene. Este polimorfismo tiene un impacto comercial significativo en la producción de queso, ya que afecta factores clave como la rentabilidad, el rendimiento, el sabor y el valor nutricional potencial del producto final. Los mayores niveles de grasa y proteína, vinculados al polimorfismo genético, optimizan las propiedades de coagulación de la leche, lo que a su vez mejora su rendimiento en la fabricación de quesos. En el caso específico de la leche de cabra, dichas propiedades de coagulación están influenciadas por el polimorfismo de la *as1*-caseína (Dayenoff *et al.*, 2021).

2.8.3 Etapa de lactancia

La etapa de lactancia, independientemente de la especie o de la raza que se trate tiene una gran influencia en la composición de la leche. Al inicio de la lactancia se produce una gran cantidad de calostro, entre la segunda y cuarta semana de lactancia se da el pico de producción, y posteriormente ocurre una disminución gradual, a medida que avanza la lactancia, aumenta el porcentaje de grasa, proteína (caseína), minerales (Na, Ca, P, Mg), sólidos totales, sólidos no grasos. En contraste el contenido de lactosa, potasio (K) y citrato disminuyen significativamente. La etapa de la lactancia también afecta el diámetro del coagulo de la grasa de la leche, el cual normalmente disminuye a medida que avanza la lactancia (Bustamante, 2022).

2.8.4 Salud de la ubre

La calidad sanitaria de la leche está directamente influenciada por el estado de salud de los animales del rebaño lechero, particularmente por la salud de la ubre. Este aspecto es crucial para llevar a cabo un control

exhaustivo de los parámetros que determinan la calidad de la leche, entre ellos: higiénicos (coliformes totales y fecales), fisicoquímicos (acidez, pH, densidad, punto crioscópico) y sanitarios (células somáticas y microorganismos causantes de mastitis). La secreción de leche en las cabras es de tipo apocrino, lo que explica el elevado contenido de células somáticas en su leche, especialmente al final de la lactancia o en las últimas porciones extraídas al ordeñar, sin que esto necesariamente indique la presencia de mastitis. Por otro lado, en casos de mastitis, se observan incrementos en las concentraciones de proteínas del suero, lactosa, lipasa, sodio y cloro. En contraste, disminuyen los niveles de grasa, sólidos, caseína, calcio, fósforo y potasio, afectando también el rendimiento en la producción de queso (Marín, Fuenzalida, Burrows & Gecele, 2010).

2.9 Desafíos y oportunidades en el consumo y procesamiento de leche de cabra en México

El procesamiento de la leche caprina se suele realizar en pequeñas plantas con poca tecnificación y con limitada diversificación. Además, existen prejuicios sensoriales y culturales que producen el rechazo de su consumo. El desconocimiento, así como la poca disponibilidad y la variable calidad de la leche de cabra han sido determinantes para que la leche y sus derivados tengan limitada demanda comercial por los consumidores (Álvarez-Figueroa, Pineda-Castro, Chacón-Villalobos & Cubero-Castillo, 2022).

Actualmente los consumidores buscan alimentos de alta calidad, consideran aspectos organolépticos y sensoriales, propiedades nutricionales y funcionales, especialmente derivados lácteos fermentados como son el yogur y kéfir (Vásquez-Villalobos, Aredo, Velázquez & Lázaro, 2015).

En México, la demanda de derivados de leche caprina se ha incrementado a través del consumo de algunas variedades de quesos y confites como cajetas y dulces. De la producción total anual, el 70% de la leche se consume cruda o se utiliza para elaborar quesos artesanales y su comercialización es local, el 30% restante se procesa en la industria de derivados lácteos (Hernández *et al.*, 2021).

2.9.1 Yogur

El yogur es un alimento obtenido mediante fermentación bacteriana de la leche y se consume en todo el mundo. Las bacterias utilizadas para la producción de yogur se conocen como cultivos iniciadores. *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* son los dos microorganismos implicados en la fermentación del yogur; estas bacterias provocan la fermentación de la leche y producen ácido láctico, el cual cambia la textura y el sabor del yogur. Para la elaboración de yogur se utilizan diferentes tipos de leche (cabra, vaca, oveja) (Dushkova *et al.*, 2023).

2.9.2 Kéfir

El kéfir es un producto lácteo fermentado que se elabora por la acción de diversos microorganismos que incluyen bacterias lácticas, levaduras y otros compuestos, que son aquellos que fermentan los azúcares de la leche, transformándola en una bebida con una textura similar a la del yogur, pero con un sabor ácido efervescente. El kéfir tiene varios beneficios para la salud debido a su contenido probiótico, que son microorganismos que mejoran el equilibrio de las bacterias en el sistema digestivo y, además, es una buena fuente de calcio, proteínas y complejo B (Sánchez, Alvaracin & Simbaña, 2024).

2.9.3 Cajeta

Se denomina cajeta al producto que contiene 28% agua, 7.5% grasa de leche, 2% cenizas y 63% o más de azúcar; se elabora con leche de cabra o mezcla de leches (cabra y vaca), con características muy particulares que se consume en México y que tiene presentaciones análogas en América Latina. Se le da un tratamiento térmico que contribuye a darle el color y posteriormente se concentra por evaporación. En México, se consume como dulce solo, como endulzante y relleno de pasteles, o bien como saborizante de otros alimentos (Vélez-Ruiz, 2018).

2.9.4 Quesos

Los quesos elaborados con leche de cabra presentan en términos generales sabores muy característicos, generados principalmente por ácidos grasos como el caprílico, caproico y cáprico, los cuales pueden conferirle al producto sabores demasiado intensos para consumidores no habituados a este tipo de productos (Chacón-Villalobos & Pineda-Castro, 2009).

Se puede clasificar según su textura, muy duro, duro, semiduro y blando. El queso blando puede describirse por su textura, composición química, apariencia, sabor y métodos de procesamiento; una de las ventajas de este producto es que se elabora en poco tiempo y tiene una textura suave y cremosa. La textura del queso está asociada principalmente con el contenido de humedad. Los tipos de queso, según el porcentaje de humedad se clasifican como sigue: muy duro <25%, duro 25%-36%, semiduro 36%-40% y blando >40% (Lapidakis & Fragkiadakis, 2022).

Los quesos de leche de cabra aportan proteínas de alta calidad, se ha determinado que contienen 50% de aminoácidos esenciales. Dependiendo del porcentaje de materia seca del queso, puede contener de 3 g a 6 g de proteína por una porción de 30 g; el contenido de grasa del queso de

cabra varía entre 12 g y 26 g por 100 g (Raynal-Ljutovac, Le Pape, Gaborit & Barrucand, 2011).

2.10 Queso untable

Los quesos untables se elaboran realizando una coagulación mixta (ácida y enzimática); la coagulación ocurre en valores de pH cercanos al punto isoeléctrico de la caseína; este proceso otorga ciertas características al queso como una humedad del 60% al 80% y un pH promedio de 4.5 (Lapidakis & Fragkiadakis, 2022). Las propiedades reológicas de estos quesos desempeñan un papel fundamental en su aceptación por parte del consumidor. A través de la reología, es posible analizar la textura y el cuerpo de estos productos, aspectos que se ven significativamente influenciados por los parámetros utilizados durante su procesamiento. Además, las características viscoelásticas de los quesos están directamente vinculadas con su calidad y nivel de aceptabilidad (Frau, 2013).

2.11 Evaluación sensorial

El análisis sensorial se basa en la ejecución de diversas pruebas diseñadas para evaluar, mediante los sentidos, diferentes propiedades o atributos de un producto. Estas pruebas se llevan a cabo siguiendo procedimientos rigurosos, confiables y alineados con objetivos claramente establecidos; existen tres tipos principales de pruebas utilizadas para conformar un panel de análisis sensorial: afectivas, evalúan la reacción subjetiva del juez hacia el producto, indicando si le gusta o lo prefiere en comparación con otros; por lo general, se aplican a paneles inexpertos o directamente a consumidores e incluyen pruebas como las de satisfacción y aceptación. Discriminatorias, enfocadas en identificar diferencias entre dos o más muestras, sin necesidad de evaluar la respuesta subjetiva del juez.

Descriptivas, diseñadas para identificar y cuantificar las características sensoriales de un producto; los jueces describen atributos como color, sabor integral y detalles individuales, analizando aspectos como el orden de aparición de los atributos, intensidad, sabor residual, amplitud del sabor y olor (Cárdenas-Mazón *et al.*, 2018).

La vida útil de un producto alimenticio suele estimarse a través de evaluaciones sensoriales, ya que las características sensoriales son fundamentales para determinar la aceptación del consumidor. Un análisis sensorial realizado de manera metódica permite identificar las preferencias, el nivel de aceptación y la satisfacción de los consumidores (Agudelo-López, Cesín-Vargas, Espinoza-Ortega & Ramírez-Valverde, 2019).

Las características sensoriales que caracterizan un queso están condicionadas por factores relacionados con su proceso de elaboración. Estas características son percibidas por los consumidores cuando observan, manipulan y consumen una porción de queso y son expresadas usando términos descriptivos (Burgos, Pece & Maldonado, 2017).

3.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los alimentos funcionales actualmente representan una buena oportunidad para el desarrollo de nuevos productos. La leche de cabra tiene los atributos que pueden influir en su aceptación y consumo. Aunado a lo anterior, se ha propuesto como una excelente alternativa para los consumidores que tienen algún problema con el consumo de la leche de vaca. Dentro de los derivados de la leche de cabra, se encuentra el queso, que mundialmente es considerado como un producto de alto valor nutricional. (Jiménez-Colmenero, 2013).

Los productos derivados de la leche forman parte de la dieta diaria de la mayoría de los mexicanos, por ello es necesario que los productores cuenten con los conocimientos adecuados y puedan tener acceso a tecnologías de fácil aplicación que se adecuen a sus diferentes necesidades y situaciones socioeconómicas, de modo que puedan elaborar sus productos lácteos y se abran oportunidades de mercado (Villamil *et al.*, 2020).

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2022 el inventario de ganado caprino en pie en el estado de Oaxaca fluctúa arriba de un millón, por lo que es un estado de gran importancia productiva a nivel nacional. Desafortunadamente no se cuenta con registros de producción de leche de cabra en el estado, sólo se cuenta con datos de producción de carne (SIAP, 2024).

En zonas más tecnificadas la leche de cabra tiene algún grado de industrialización, en áreas rurales menos desarrolladas se consume y comercializa en forma líquida. Por ello es importante un área de estudio en la evaluación de las características fisicoquímicas de leche caprina como materia prima para la generación de productos que representen una

innovadora propuesta de valor, si se consideran sus propiedades nutricionales particulares como lo es el queso untable (Malavassi-Conejo *et al.*, 2023).

4.-HIPÓTESIS

Los días de lactancia en las cabras afecta la producción y composición de la leche, así como las características fisicoquímicas y sensoriales del queso untable.

5.-OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de un queso untable elaborado con leche de cabra en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca, durante los días de lactancia.

5.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la producción y determinar la composición fisicoquímica de la leche de cabra.
- Estimar la correlación entre la producción y composición fisicoquímica de la leche de cabra en los días de lactancia.
- Evaluar y estandarizar las características fisicoquímicas de un queso untable de cabra elaborado a escala de laboratorio en los diferentes días de lactancia.
- Estimar la correlación de las características fisicoquímicas del queso untable de cabra en los diferentes días de lactancia.
- Realizar un análisis sensorial del queso untable de cabra en los diferentes días de lactancia.

6.-MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Localización geográfica de Piedras Negras, Tonameca

El trabajo de campo se realizó en la comunidad de Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca, México, se ubica en la región costa, coordenadas 15°39' y 15°55' latitud norte; los meridianos 96°30' y 96°52' longitud oeste. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura media de 24 C a 26 C y precipitación de 800 mm – 1500 mm (INEGI, 2010).

El trabajo de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Productos Pecuarios de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, que se encuentra ubicado en el municipio de San Pedro Mixtepec, Juquila, en la costa de Oaxaca. Coordenadas geográficas 15°53'21.5" N, 97°04'4 O y altitud de 83 msnm (García-Alavez & Guerrero-Arenas, 2012).

6.2 Material biológico (Recolección de leche)

La leche se obtuvo de 13 cabras criollas en distintos días de lactancia (Figura 3), la alimentación de las cabras se basó en un sistema extensivo, lo que combinó ramoneo y pastoreo libre, ocasionalmente se suministró rastrojo de cacahuete con maíz molido, las cabras consumían principalmente especies arbóreas y arbustivas como *Acacia farnesiana* (huizache), *Guazuma ulmifolia* (cuailote), *Pithecellobium dulce* (guamúchil), *Leucaena leucocephala* (guaje), *Morus alba* (morera), *Gliricidia sepium* (cacaguanano) y *Tithonia diversifolia* (botón de oro).

Se colectaron muestras de leche de 50 mL en frascos estériles tres veces por mes durante abril a septiembre 2023. La producción láctea por cabra comenzó a medirse a partir del día 60 de lactancia, debido a que los primeros 2 meses de lactación se dedicaron exclusivamente al

amamantamiento de las crías. La producción se determinó al momento de la ordeña en horario de 07:00 h, mediante un recipiente graduado. La leche y muestras fueron transportadas en hielera con refrigerantes al Laboratorio de Tecnología de Productos Pecuarios, posteriormente se conservó mediante refrigeración hasta su análisis.



Figura 3. Cabras criollas de Piedras Nebras. Tonameca. Oaxaca.

6.3 Muestreo en diferentes días de lactancia

Se realizó un muestreo en diferentes días de lactancia, para la obtención de los estadísticos más importantes y necesarios; así como la relación entre las variables de interés utilizando los procedimientos PROC MEANS, PROC CORR y para el análisis sensorial se utilizó el procedimiento PROC FREQ del programa Statistical Analysis System (SAS 2003).

6.4 Análisis fisicoquímico de la leche

Se realizó el análisis fisicoquímico de las muestras a una temperatura controlada de 23 C, con el analizador de leche cruda ultrasónico (Lacti-check™ Mini, Estados Unidos de América) para medir grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa, sales minerales, densidad, punto crioscópico y con un potenciómetro portátil (HANNA® mod. HI 99163) se midió el pH (Figura 4).



Figura 4. Análisis fisicoquímico leche de cabra.

6.5 Proceso de elaboración del queso untable

Una vez realizada la caracterización de la leche se procedió a su pasteurización mediante baño María a una temperatura de 63 C durante 30 min. Se añadió el 2% de cloruro de calcio (CaCl_2) disuelto en 15 mL de agua potable a una temperatura de 40 C, al llegar a 37 C se agregaron 0.047 g de cultivos lácticos *Lactococcus lactis* y *Lactococcus cremoris* (Alcatraz®), se dejó reposar durante 1 h para después añadir 2 mL de cuajo (Cuamex®) disuelto en 15 mL de agua potable, inmediatamente se procedió a tapar con una manta y se dejó en reposo durante 24 h para obtener la cuajada. Una vez transcurrido ese tiempo la cuajada se colocó en una manta fina de pellón para iniciar el proceso de desuerado por gravedad durante 24 h (Figura 5). Al finalizar el desuerado se tomaron los datos de peso de la cuajada, posteriormente se colocó en un recipiente y se le añadió sal a razón de 1.3% y se amasó durante 10 min para después ser moldeada en cuatro muestras de queso untable con peso de 150 g cada una (Figura 6).



Figura 5. Cuajada antes de elaborar el queso untable.



Figura 6. Salado y amasado de la cuajada.

6.6 Caracterización física del queso untable

Se determinó el pH de las muestras de queso untable de cabra con el potenciómetro, calibrándose al inicio del trabajo con buffer de pH 7.0 y pH 4.0 en temperatura controlada de 23 C (Figura 7).

Las variables medidas de color fueron L^* , a^* y b^* ; el parámetro L^* indica variación en la luminosidad (variando desde 0% para negro y 100 % para blanco), a^* indica del mismo modo variación entre el verde (-a) y rojo (+a), b^* señala variación entre el azul (-b) y el amarillo (+b) (Kaczyński *et al.* , 2023), con el espectrofotómetro de esfera (X-rite modelo HI SP60, intervalo espectral 400 nm a 700 nm, longitud de onda 10 nm), calibrándose al inicio bajo las condiciones ambientales de trabajo en el

laboratorio, las determinaciones de este estudio se realizaron tomándose las mediciones en diferentes zonas del queso por cuadruplicado. Una vez terminado el análisis físico se procedió a congelar las muestras a una temperatura de -10 C hasta su posterior análisis (Figura 8).



Figura 7. Medición de pH en muestras de queso unttable.



Figura 8. Medición de color en muestras de queso unttable.

6.7 Análisis químico proximal del queso unttable

Las muestras de queso unttable de cabra se enviaron al laboratorio de Nutrición Animal del Centro Universitario del Sur, de la Universidad de Guadalajara para realizar el análisis químico proximal para determinar el contenido de humedad, proteína cruda, fibra cruda, grasa cruda y cenizas totales de acuerdo con el manual de técnicas A.O.A.C (AOAC, 2006).

6.8 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo con alumnos de la Licenciatura en Zootecnia (mujeres y hombres que fluctuaban entre 17 y 25 años) de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Los jueces no entrenados fueron seleccionados conforme a los criterios de la norma internacional ISO standard 8586-1 (ISO 1993) e ISO standard 11035 (ISO 1994).

A todos los participantes se le entregó al inicio de la evaluación una encuesta (Anexo 4) donde se especificaban los criterios a evaluar (gusto, textura, olor y sabor), posteriormente se realizó la entrega de muestras, después de la degustación de cada muestra se les proporcionó agua natural para eliminar resabios de la muestra anterior.

Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos donde 1= me disgusta muchísimo y 9= me gusta muchísimo para medir el grado de aceptación de las muestras de queso untable.

7.-RESULTADOS

En el Cuadro 1 se muestra la producción y composición de la leche de cabras criollas durante la lactancia. La producción total por lactancia promedio fue de 789.16 ± 17.09 mL dia^{-1} con duración de 196.52 ± 3.31 días; el periodo estudiado muestra una producción diaria considerable de leche, pero con alta variabilidad (51.81%), reflejando diferencias individuales entre las cabras. El promedio de 196 días de lactancia indica buena adaptabilidad en las cabras criollas para este periodo de lactancia extendida. La composición promedio de leche de cabra para grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa y cenizas fue de 3.48%, 2.94%, 8.04%, 4.42% y 0.66% respectivamente; los componentes tienen coeficientes de variación bajos (<5%), lo que sugiere consistencia en la calidad nutricional de la leche.

Cuadro 1. Duración de lactancia, producción láctea y composición promedio de leche en cabras criollas¹ en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.

Valor	Días en lactancia	Producción diaria (mL)	Grasa (%)	Proteína (%)	SNG (%)	Lactosa (%)	Cenizas (%)
Media ± EE	196.52±3.31	789.16±17.09	3.48±0.05	2.94±0.01	8.04±0.02	4.42±0.01	0.66±0.01
CV (%)	40.29	51.81	36.10	4.83	4.82	4.76	4.78

¹Determinado a partir del 3er mes de lactancia. La producción láctea de los primeros 60 días se destinó a la crianza de cabritos y no fue considerada durante el muestreo.

SNG: sólidos no grasos, EE: error estándar, CV: coeficiente de variación.

En el Cuadro 2 se muestran los valores promedio de las características físicas de la leche de cabra obtenida en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.

Cuadro 2. Características físicas promedio en leche de cabras criollas¹ en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.

Valor	pH	Densidad (g*mL⁻¹)	Punto crioscópico (C)
Media ± EE	6.58±0.03	1.0286±0.07	-0.510±0.01
CV (%)	1.93	5.55	5.71

¹Determinado a partir del 3^{er} mes de lactancia. La producción láctea de los primeros 60 días se destinó a la crianza de cabritos y no fue considerada durante el muestreo.
EE: error estándar, CV: coeficiente de variación.

El valor promedio de 6.58 está dentro del rango típico para la leche de cabra, que generalmente es ligeramente ácido. La baja variación indica consistencia en la acidez de la leche entre diferentes cabras. Un promedio de 1.0286 g/mL es normal para la leche, lo que asegura la calidad y el balance de componentes. El punto crioscópico promedio de -0.510 °C está acorde a lo esperado, y el CV de 5.71% indica una ligera variación en la concentración de dichos sólidos entre las cabras.

En el Cuadro 3 se muestran las correlaciones entre los días de lactancia, producción y composición de la leche de cabra bajo condiciones tropicales, en donde se aprecia una correlación negativa ($P < 0.05$) entre los días de lactancia y la producción de leche, lo que sugiere que a medida que avanzan los días de lactancia, disminuye la cantidad de leche producida. En contraste la grasa mostró correlación positiva ($P < 0.05$) con los demás componentes, excepto con densidad donde hubo correlación negativa

($P < 0.05$). La proteína mostró correlación negativa ($P < 0.05$) sólo con producción de leche. En cuanto a los demás componentes se determinaron correlaciones positivas ($P < 0.05$) en sólidos no grasos, lactosa y cenizas, las cuales mostraron correlaciones positivas ($P < 0.05$) con los demás componentes, excepto con producción de leche con la cual mostraron una correlación negativa ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Correlación entre producción láctea y composición de leche de cabras criollas¹ en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.

VARIABLES	PL	G	SNG	DEN	LAC	PC	C
DL	-0.56*	0.63*	0.23*	-0.19*	0.22*	0.20*	0.19*
PL	1.00	-0.57*	-0.15*	0.22*	-0.14*	-0.13*	-0.12*
G		1.00	0.26*	-0.40*	0.24*	0.21*	0.20*
SNG			1.00	0.78*	0.99*	0.99*	0.99*
DEN				1.00	0.79*	0.81*	0.81*
LAC					1.00	0.99*	0.99*
PC						1.00	0.99*
C							1.00

*: significativo $P < 0.05$.

DL: días lactancia, PL: producción leche, G: grasa, SNG: sólidos no grasos, DEN: densidad, LAC: lactosa, PC: proteína cruda, C: cenizas.

¹Determinado a partir del 3^{er} mes de lactancia. La producción láctea de los primeros 60 días se destinó a la crianza de cabritos y no fue considerada durante el muestreo.

En el Cuadro 4 se presentan las características físicas promedio del queso untable elaborado en este estudio donde se obtuvo un pH de 4.05 y en cuanto al color, se obtuvo una luminosidad (L^*) alta de 95.42, un valor negativo de a^* lo que nos indica que es casi imperceptible la coloración verde, y un valor bajo de b^* lo que incida una ligera coloración amarilla.

Cuadro 4. Características físicas promedio del queso untable elaborado con leche de cabra e Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.

Valor	pH	L^*	a^*	b^*
Media \pm EE	4.05 \pm 0.01	95.42 \pm 0.17	-1.36 \pm 0.02	14.43 \pm 0.19
CV (%)	1.99	1.39	12.72	10.38

L^* : variación en la luminosidad (variando desde 0% para negro y 100 % para blanco), a^* : variación entre verde (-a) y rojo (+a), b^* : variación entre azul (-b) y amarillo (+b).

La acidez promedio refleja el proceso de fermentación típico del queso untable, asegurando buena conservación y un sabor ligeramente ácido, característico de este tipo de producto. La alta luminosidad (95.42%) sugiere una apariencia muy blanca y homogénea, lo cual es atractivo visualmente y alineado con las expectativas para quesos elaborados con leche de cabra; la baja variabilidad en luminosidad y pH refleja un control adecuado durante el proceso de elaboración.

En la Figura 9 se muestran las gráficas de dispersión entre los días de lactancia con respecto a producción de leche, y la composición porcentual de grasa y proteína, destacando que a medida de avanzan los días de lactancia disminuye la producción de leche, aumentando el contenido porcentual de grasa y proteína.

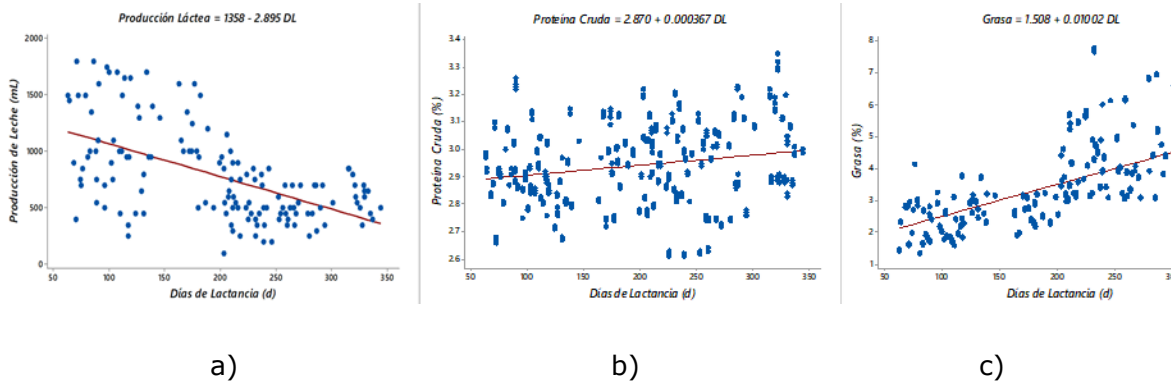


Figura 9. Efecto de los días de lactancia sobre la producción de leche (a), concentración de grasa (b) y concentración de proteína (c) de leche de cabras criollas en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.

Los coeficientes de correlación obtenidos entre los días de lactancia y las variables físicas del queso untable se muestran en el Cuadro 5, donde los días de lactancia mostraron correlación positiva ($P < 0.05$) con las variables pH y L^* y una correlación negativa ($P < 0.05$) con las variables a^* y b^* , pH se correlacionó negativamente ($P < 0.05$) con la variable a^* , y luminosidad se correlaciono de manera negativa con las variables a^* y b^* .

Cuadro 5. Coeficientes de correlación entre días de lactancia y características físicas del queso untable elaborado con leche de cabra de Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.

Variables	pH	L^*	a^*	b^*
DL	0.37*	0.46*	-0.31*	-0.33*
pH	1.00	0.05	-0.24	0.15
L^*		1.00	-0.30*	-0.24
a^*			1.00	-0.49*
b^*				1.00

*: significativo $P < 0.05$.

DL: días lactancia, L^* : luminosidad, a^* : variación entre verde y rojo, b^* : variación entre azul y amarillo.

Las características químicas promedio obtenidas para el queso untable en los diferentes días de lactancia se muestran en el Cuadro 6, donde se obtuvo una humedad de 58.83% característica de este tipo de quesos, se obtuvo un promedio de 21.43% y 28.83% para proteína y grasa respectivamente y un contenido de cenizas de 2.73% mostrando así la calidad nutricional del producto.

La humedad mostro relativa estabilidad lo que sugiere un control adecuado durante el proceso de elaboración del queso. Aunque el contenido promedio de proteína es adecuado para un queso untable, la alta variabilidad podría deberse a factores como diferencias en la composición de la leche utilizada o las técnicas de elaboración.

Cuadro 6. Composición química promedio del queso untable elaborado con leche de cabra de Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.

Valor	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Cenizas (%)
Media ± EE	58.83±0.63	21.43±2.33	28.83±3.82	2.73±0.31
CV (%)	4.57	46.08	56.26	47.84

EE: error estándar, CV: coeficiente de variación.

En cuanto a las características químicas del queso untable (Cuadro 7), se obtuvo correlación negativa ($P < 0.05$) entre días de lactancia y el contenido de proteína cruda, grasa y cenizas. Se obtuvo correlación positiva ($P < 0.05$) entre el contenido de proteína cruda, grasa y cenizas entre sí.

Humedad obtuvo correlaciones negativas con la proteína cruda y la grasa lo que indica que, a mayor contenido de humedad, disminuyen estos componentes.

Cuadro 7. Coeficientes de correlación entre días de lactancia y características químicas del queso untable elaborado con leche de cabra de Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca.

Variab les	HUM	PC	G	C	DL
HUM	1.00	-0.41	-0.41	-0.32	0.18
PC		1.00	0.98*	0.98*	-0.66*
G			1.00	0.95*	-0.61*
C				1.00	-0.70*
DL					1.00

*: significativo $P < 0.05$.

HUM: humedad, PC: proteína cruda, G: grasa, C: cenizas, DL: días lactancia.

En la Figura 10 se muestran los resultados de las pruebas hedónicas realizadas a jueces no entrenados para medir el grado de afectividad de los quesos elaborados en los diferentes días de lactancia. El queso elaborado con la leche de 217 días de lactancia promedio tuvo la mejor aceptación por los participantes. En contraste, se encuentra el queso elaborado con la leche de 165 días de lactancia promedio con el menor agrado.

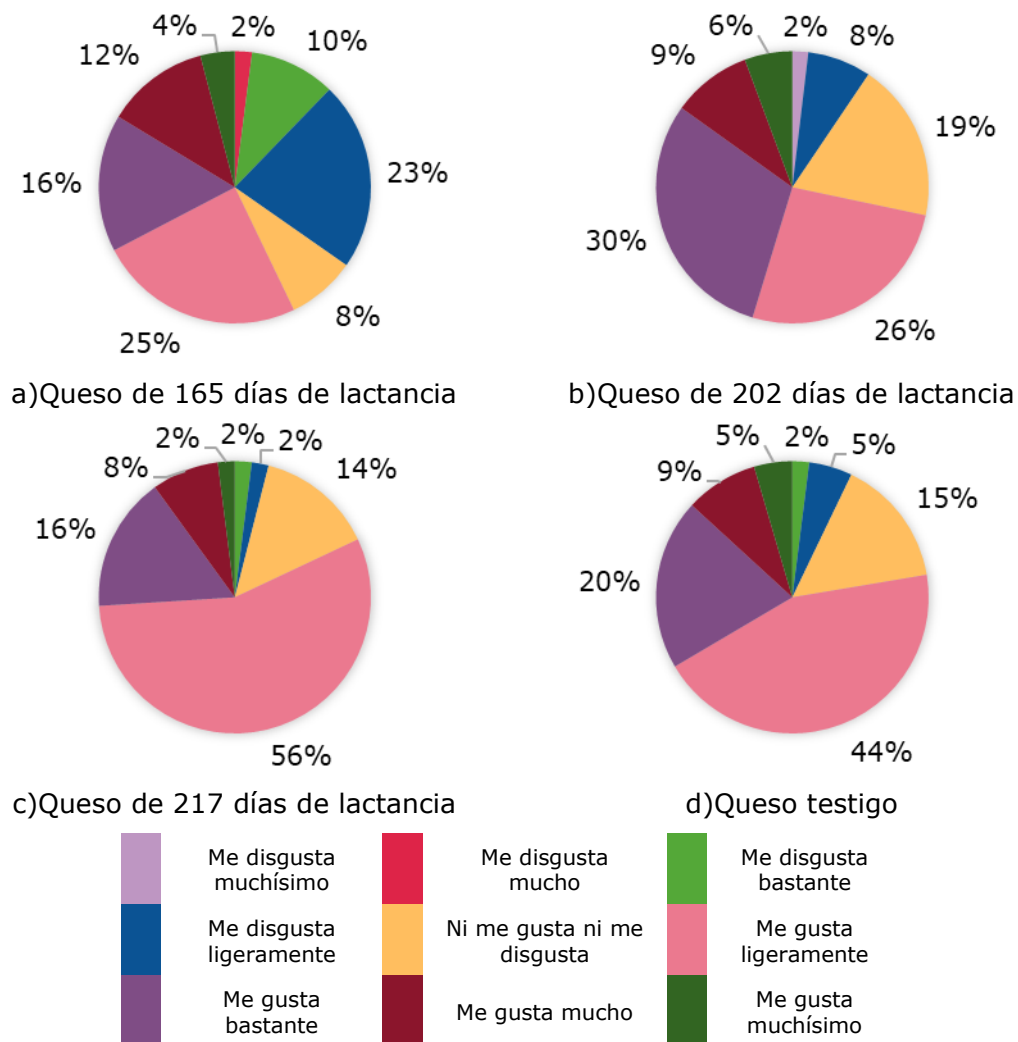
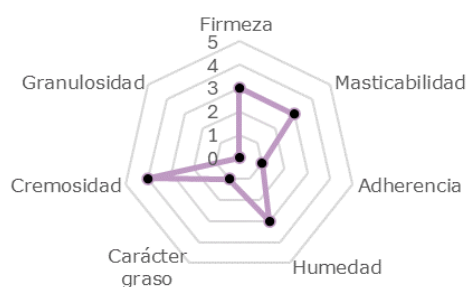
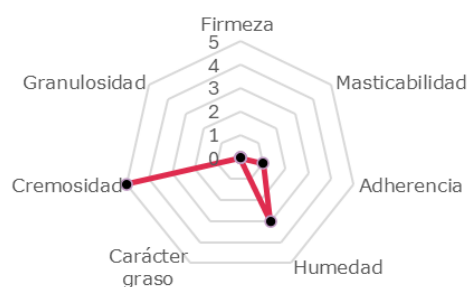


Figura 10. Prueba de afectividad.

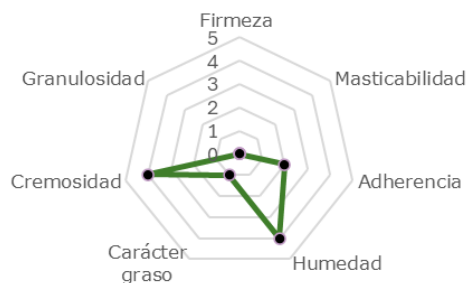
Los atributos de textura se muestran en la Figura 11 donde la mayor firmeza y masticabilidad la obtuvo el queso elaborado con 165 días de lactancia promedio, en cuanto a humedad y adherencia el queso de 217 días de lactancia promedio obtuvo los mejores resultados, el queso de 202 días de lactancia promedio obtuvo el mejor resultado en cuanto a cremosidad y no presentó carácter graso.



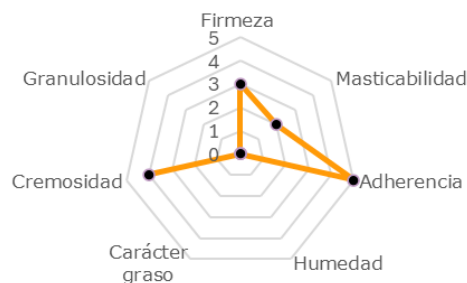
a) Queso de 165 días de lactancia



b) Queso de 202 días lactancia



c) Queso de 217 días de lactancia



d) Queso testigo

Figura 11. Atributos de textura.

Respecto a los atributos de aroma, en la Figura 12 se muestran los resultados de las pruebas donde se obtuvieron resultados similares en cuanto a intensidad y aroma láctico. Por otra parte, la rancidez fue imperceptible en todos los quesos, solamente el queso de 165 días de lactancia promedio obtuvo una ligera percepción de olor a cabra. El sabor ácido fue similar en el queso de 165 y 217 días de lactancia promedio con un valor bajo, el sabor salado fue perceptible en los quesos de 165 y 202 días lactancia promedio, y los participantes no percibieron el sabor amargo en ninguno de los quesos.



a) Queso de 165 días lactancia



b) Queso de 202 días lactancia



c) Queso de 217 días de lactancia



d) Queso testigo

Figura 12. Atributos de aroma y sabor.

8.-DISCUSIÓN

8.1 Duración de lactancia y producción láctea

El promedio de duración de lactancia observado en las cabras de este estudio fue de 196.5 ± 3.31 días, un resultado similar a los reportados por Dickson Urdaneta *et al.*, (2001) y Dickson *et al.*, (2008). Estos autores registraron promedios de 192.4 ± 37.67 días y 197.5 ± 75.6 días, respectivamente, en cabras mestizas del trópico seco de Venezuela. Cabe destacar que las condiciones ambientales en ambas regiones son comparables, lo que podría explicar la similitud en los resultados.

Factores como el número de parto, la época del año, el tipo de parto y el año de producción han sido identificados como elementos que influyen significativamente en la duración de la lactancia (Marete *et al.*, 2014). En este estudio, se considera que estos factores desempeñaron un papel importante, especialmente debido a las variaciones en las condiciones climáticas, como lluvias abundantes o sequías, que afectaron directamente la disponibilidad de alimento y las condiciones generales para la lactancia. Este hallazgo coincide con los reportados por Pala & Savaş (2005) en cabras lecheras en Turquía, y por Pesántez *et al.*, (2014) en cabras Anlgo Nubia x Criolla en Ecuador.

La producción promedio de leche en las cabras evaluadas en este estudio fue de $789.16 \text{ mL día}^{-1}$, resultado comparable con los reportados por Martínez Rojero *et al.*, (2013) en cabras criollas de la Sierra de Guerrero. Dichos autores identificaron una correlación negativa entre la producción de leche y todos los componentes de esta. De manera similar Salvador *et al.*, (2006) obtuvieron resultados equivalentes en cabras mestizas bajo condiciones tropicales. Es importante resaltar que ambos estudios, al igual que el presente, utilizaron cabras sin especialización genética.

En sistemas de pastoreo, las cabras en producción suelen enfrentar limitaciones en cuanto a la cantidad y calidad nutricional de los forrajes, las cuales varían a lo largo del año. Esto afecta su estado corporal, provocando pérdida de peso y reduciendo la producción de leche en comparación con cabras estabuladas (Morand-Fehr *et al.*, 2007). Por otro lado, Maldonado-Jaquez *et al.*, (2017) demostraron que, al suplementar cabras criollas en sistemas extensivos con un alimento integral en la Comarca Lagunera, México, se puede incrementar la producción de leche, evidenciando así el potencial lechero de estas cabras. En el presente estudio, se observó que la transición de la temporada de secas a lluvias generó un aumento en la producción de leche debido a la mayor disponibilidad de alimentos, reforzando la influencia directa de las condiciones climáticas sobre el rendimiento productivo.

8.2 Características físicas leche de cabra

Para la industria láctea caprina es necesario conocer la calidad de la leche enviada por sus proveedores durante todo el año, y medir sistemáticamente parámetros físicos que sirvan para aceptar o rechazar la materia prima y pagar a los productores (Vega *et al.*, 2007).

El rango de densidad en leche de cabra oscila entre 1.029–1.039 g·mL⁻¹ (Park *et al.*, 2007). En el presente estudio, se obtuvo una densidad promedio de 1.028 ± 0.07 g·mL⁻¹, resultado que coincide con los reportados por Junco *et al.*, (2023), quienes trabajaron con cabras criollas en La Paz, Baja California Sur. La densidad de la leche está estrechamente relacionada con su contenido graso, el cual mostró variaciones a lo largo de los días de lactancia. Esto se reflejó en un coeficiente de correlación de 0.63 (P < 0.05), lo que sugiere que los patrones de variación en el contenido de grasa de la leche son similares entre ambos estudios. Por otro lado, Frau *et al.*, (2012) determinaron que los promedios de densidad

reportados en este estudio cumplen con los estándares necesarios para el procesamiento de la leche y su transformación en diversos subproductos, reafirmando la calidad y viabilidad de esta leche para fines industriales.

El pH es una característica de importancia tecnológica para el procesamiento del queso, ya que leche con pH cercano a la neutralidad tiene tiempo de coagulación más prolongado (Barlowska *et al.*, 2020); en el presente estudio se obtuvo pH promedio de 6.58, encontrándose dentro del intervalo adecuado reportado por Park *et al.*, (2007) quienes reportan valores de 6.50 a 6.80.

El punto crioscópico de la leche es una medida para la determinación de la adición de agua a la leche; representa la composición de la leche y proporción de sus componentes; su valor tiene una relación inversa con los componentes de la leche (Strzałkowska *et al.*, 2009). Para la leche de cabra Polychroniadou (2008) establece un rango de -0.597 C a -0.542 C; el valor promedio para el punto crioscópico en el presente estudio fue de -510 ± 0.01 C, menor a lo reportado por Kljajevic *et al.*, (2018) quienes trabajaron con cabras Saanen en distintas etapas de lactancia reportando valores de -0.462 y -0.490 C, pero mayor a los resultados obtenidos por Torres Ruda *et al.*, (2021) al trabajar con cabras mestizas en Colombia, obtuvieron resultados de -0.561 ± 0.06 C. Las diferencias pueden ser debidas a la temporada del año, debido a que el forraje consumido presenta diferentes porcentajes de humedad, lo cual impacta directamente en el contenido de sólidos (Sala, Morar, Morvay, Nichita & Jorz, 2010).

8.3 Composición química leche de cabra

El contenido de grasa en leche es considerado como medida estándar para estimar la calidad total de la leche cruda; el porcentaje de grasa reportado en el presente estudio fue menor a los resultados reportados por Salinas-González *et al.*, (2015) quienes trabajaron con cabras criollas en sistema extensivo en la comarca lagunera y por Oliszewski *et al.*, (2002) con cabras criollas serranas. Estas diferencias en el contenido de grasa pueden deberse a la composición química de los forrajes disponibles en cada región, la época del año y la duración de la lactancia. La celulosa y hemicelulosa son carbohidratos estructurales aprovechados por las bacterias ruminales para producir ácidos grasos volátiles principalmente ácido acético (Sánchez-Santillán & Cobos-Peralta, 2016), el cual es un precursor de la grasa en la leche (Carro, Evan & González, 2018). En un estudio realizado por Jockers *et al.*, (2016) trabajaron con cabras criollas estabuladas en Bariloche, Argentina suministrando heno de alfalfa pelletizado obteniendo resultados de $3.36 \pm 0.74\%$ de grasa inferiores a los del presente estudio, pero al utilizar una dieta de heno de alfalfa pelletizado, grano de maíz y pasta de soja que contiene de 5% a 8% de grasa, obtuvieron en promedio $4.68 \pm 0.87\%$ de grasa en la leche, comprobando que, una suplementación de la ración mejora el contenido de grasa en la leche de cabra.

El porcentaje de proteína obtenido en el presente estudio es ligeramente más bajo que los reportados por Torres-Hernández *et al.*, (2022) para cabras criollas en diferentes países de América Latina; lo cual puede ser indicativo de mala calidad nutricional de los forrajes que consumen las cabras en la costa de Oaxaca. Barlowska *et al.*, (2020) reportan que el grupo genético influye en la variación del porcentaje de proteína en la leche. Por su parte Mendoza Avendaño *et al.*, (2023) en Colombia

analizaron la composición de proteína en la leche en cabras de diferente raza, Alpina, Anglo Nubia, Lamancha y Criolla, obtuvieron valores de 3.66%, 4.11%, 3.42% y 3.38 % respectivamente; demostrando así la variabilidad de la leche obtenida de diferentes razas.

Se ha determinado que la composición de leche de cabra criolla varía durante los días de lactancia, a mayor producción láctea es menor su contenido en sólidos totales. Otros investigadores como Pedauye Ruiz (1989) en un estudio con cabras de raza Murciano-Granadina y Romero *et al.*, (2008) con cabras de raza Payoya reportaron resultados similares a los obtenidos en el presente estudio. Estos resultados de sólidos totales son indicativos que la variación de sólidos totales es independiente del tipo o raza de cabras con las que se trabaje.

Toyes-Vargas *et al.*, (2013) reportaron que en sistemas de producción extensivos la composición de la leche se ve influenciada por la disponibilidad y calidad de los alimentos acorde a la época del año. Never (2015) enfatiza que, al mejorar la nutrición de las cabras, es mayor la producción de leche, grasa y proteínas de la leche. Salvador *et al.*, (2009) reportaron que, al enriquecer dietas de cabras mestizas en condiciones tropicales, con grasa sobre pasante, se obtuvo un aumento en la duración de la lactancia, producción láctea y la composición química sin afectar las características físicas de la leche.

8.4 Características físicas queso untable

El pH obtenido en el queso del presente estudio fue de 4.05, el cual fue similar al obtenido por Masotti, Battelli & De Noni, (2012) en quesos frescos elaborados con leche de cabra de la raza Alpina y Saanen en el norte de Italia. En contraste los resultados del presente estudio fueron, inferiores a los reportados por Pappa, Kondyli, Bosnea, Malamou &

Vlachou, (2022) que utilizaron cultivos iniciadores y obtuvieron un pH con un intervalo de 4.39 - 4.86; las diferencias se pueden atribuir a la composición química de la leche y las tecnologías utilizadas durante la elaboración del queso.

El queso evaluado del presente experimento tuvo una alta luminosidad (L^*) 95.42, un valor de negativo de a^* -1.36 lo que nos indica una imperceptible coloración verde y un valor bajo de b^* 14.43 lo cual indica una ligera coloración amarilla. Resultados similares fueron obtenidos por Chacón-Villalobos & Pineda-Castro (2009) quienes elaboraron un queso tipo "crottin" con leche de cabra de raza Lamancha en Costa Rica. Lo anterior puede explicarse debido al bajo contenido de carotenoides de la leche de cabra, además al desarrollo del proceso de envejecimiento o maduración del queso, el color interior pierde blancura tendiendo a adquirir una coloración marfil como lo reportaron en su investigación Fresno, Torres, Capote & Álvarez, (2020).

8.5 Composición química del queso untable

La humedad en el queso untable elaborado en el presente estudio fue de 58.83%, al tratarse de un queso blando se encuentra dentro de los parámetros establecidos (Lapidakis & Fragkiadakis, 2022). Los porcentajes promedio de proteína y grasa fueron 21.43% y 28.83% respectivamente, cuyos valores son ligeramente mayores a los obtenidos por Duran *et al.*, (2010) quienes elaboraron queso de leche de cabras mestizas en Venezuela.

Sumarmono, Setyawardani & Santosa (2019) en una investigación elaboraron queso fresco de cabra con cultivos iniciadores, en condiciones similares al presente estudio, y reportaron resultados de humedad de 56.96%, proteína de 15.98%, grasa de 22.03% y 2.5% de cenizas. Es

importante resaltar que el porcentaje de proteína y grasa obtenido en la anterior investigación fue menor a lo reportado en el presente estudio. Por lo anterior se enfatiza que la composición del queso de cabra se ve afectada por el tiempo de almacenamiento y en menor medida por la temperatura de almacenamiento.

Parámetros como la humedad y contenido graso, definen la variedad a la que pertenece un queso; duros (humedad 20%-42%), semiduros (humedad 44%-55%) y blandos o suaves (humedad >55%). Además, existe otra clasificación de acuerdo al contenido de grasa que son considerados como semigrasos (25%-45%), grasos (45%-60%) y extragrasos (>60%) (McSweeney, Ottogalli & Fox, 2017). De acuerdo al contenido de humedad y grasa el queso obtenido en el presente estudio se clasifica como blando y semigraso.

En la presente investigación el contenido de proteína, grasa y cenizas del queso untable se correlacionaron de manera negativa con los días de lactancia, lo anterior se puede atribuir a que las micelas de caseína aumentan de tamaño al final de la lactancia, también existe mayor contenido de urea en leche en la etapa tardía de lactancia, la cual afecta la coagulación y la firmeza de la cuajada (Coulon, Verdier, Pradel & Almena, 1998).

Las características fisicoquímicas y estructurales de las micelas de caseína láctea (tamaño, proporción de caseínas, concentración de fosfato cálcico coloidal, variantes genéticas) influyen en la capacidad para retener los constituyentes de la leche (Padilla & Zambrano, 2021).

8.6 Análisis sensorial del queso untable

Un pH cercano al punto isoelectrico (4.6), provoca fuerzas iónicas e hidrófobas, que resultan en una red de caseína compacta típica de los

quesos duros, en contraste con un pH más alto la caseína presenta una carga negativa, lo que genera repulsión entre los agregados proteicos, generándose un queso con mayor humedad, más elástico y menos compacto (Ramírez-López & Vélez-Ruiz, 2012). Las características del queso untable elaborado en el presente estudio, presentó un pH promedio de 4.05 obtuvo valores nulos de firmeza y masticabilidad, a excepción del queso untable de 165 días de lactancia, que obtuvo valores medios de firmeza y masticabilidad, lo cual se puede deber a que este tipo de queso fue el que presentó los porcentajes más altos de proteína y grasa (34% y 50%) respectivamente.

9.-CONCLUSIONES

La leche de cabra producida en Piedras Negras, Tonameca, Oaxaca, tiene una composición de grasa y proteína dentro de los parámetros en condiciones tropicales, por lo cual es un producto atractivo para la elaboración de quesos que puede otorgar un valor agregado.

En la medida que avanzan los días de lactancia disminuye la producción de leche, en contraste el porcentaje de los componentes sólidos aumentan.

El queso elaborado en esta investigación durante los diferentes días de lactancia presentó características fisicoquímicas dentro parámetros para quesos blandos elaborados con leche cabra.

Conforme avanzan los días de lactancia la composición química del queso untable presenta diferentes características, ya que disminuye el porcentaje de proteína, grasa y cenizas.

Los resultados obtenidos permiten tener evidencia de que existe una fracción de consumidores que perciben el queso untable de cabra agradable, lo cual representa buenas opciones para la comercialización de ese tipo de queso.

La textura suave y la baja cantidad de sal son las propiedades preferidas por los consumidores, lo cual indica la importancia en la elaboración del queso de cabra, buenas prácticas y homogeneidad en la elaboración permitirá mantener y satisfacer las condiciones del queso que demandan los consumidores.

La información generada en la presente investigación permitió caracterizar al queso untable de cabra, desde un ámbito fisicoquímico y sensorial. Esta información abre la posibilidad a los productores para

mejorar su proceso de elaboración, resaltar las características sensoriales y el potencial bioactivo de su producto, además justificaría los esfuerzos de caracterización y estandarización realizados durante esta investigación.

10. CONTRIBUCIÓN

La contribución del presente estudio busca resaltar las características fisicoquímicas y sensoriales de un queso elaborado con leche de cabra en el estado de Oaxaca, el cual es un importante productor de cabras a nivel nacional.

Se recopiló información sobre la producción de leche en cabras criollas de la región costa de Oaxaca, estableciendo una base sólida para investigaciones futuras.

Aportar conocimiento respecto a las cualidades y composición de la leche de cabra y poder así generar líneas de investigación a partir del presente estudio, ya que aún es muy poca la información que se tiene actualmente.

Se contribuyó con los productores enseñando la técnica de elaboración del queso untable para que se produzca en la región costa de Oaxaca.

11.-REFERENCIAS

- Abarca-Vargas, D., Macedo-Barragán, R., Arredondo-Ruiz, V., Valencia-Posadas, M., Ayala-Valdovinos, M., & Hernández-Rivera, J. A. (2020). Análisis de la morfología de la cabra mestiza de la subprovincia fisiográfica Volcanes de Colima, México. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*, 31(3). <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V31I3.16935>
- Agudelo-López, M., Cesín-Vargas, A., Espinoza-Ortega, A., & Ramírez-Valverde, B. (2019). Consumer evaluation and sensory analysis of queso bola de ocosingo (Mexico). *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 10(1), 104–119. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4739>
- Alejandre-Ortiz, M. E., Rubio-Tabárez, E., Pérez-Eguía, E., Zaragoza-Martínez, L., & Rodríguez-Galván, G. (2016). Los recursos caprinos de México. En *Biodiversidad caprina iberoamericana* (pp. 95–112). Universidad Cooperativa de Colombia. <https://doi.org/10.16925/9789587600629>
- Álvarez-Figueroa, M. L., Pineda-Castro, M. L., Chacón-Villalobos, A., & Cubero-Castillo, E. (2022). Características fisicoquímicas y sensoriales de leches caprina y bovina enteras, descremadas y deslactosadas. *Agronomía Mesoamericana*, 33(2). <https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47039>
- Ángel Marín, P. A., Agudelo Gómez, D. A., Restrepo, L. F., Cañas Álvarez, J. J., & Cerón-Muñoz, M. F. (2009). Curvas de lactancia de cabras mestizas utilizando modelos matemáticos no lineales. *Revista Lasallista de Investigación*, 6(1), 43–49.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-44492009000100006&script=sci_arttext

AOAC. (2006). Official methods of analysis of AOAC international (W. Horwitz & G. Latimer Jr, Eds.; 18th ed.). AOAC International.

Aréchiga, C. F., Aguilera, J. I., Rincón, R. M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V. R., & Meza-Herrera, C. A. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9(1), 1–14. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911227001>

Atanasova, J., & Ivanova, I. (2010). Antibacterial Peptides from Goat and Sheep Milk Proteins. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 24(2), 1799–1803. <https://doi.org/10.2478/V10133-010-0049-8>

Barlowska, J., Pastuszka, R., Król, J., Brodziak, A., Teter, A., & Litwinczuk, Z. (2020). Differences in physico-chemical parameters of goat milk depending on breed type, physiological and environmental factors. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44, 720–728. <https://doi.org/10.3906/vet-1912-102>

Bedoya Mejía, O., Rosero Noguera, R., & Posada, S. L. (2011). Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/111453527/7._2093-110-libre.pdf?1707900308=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DComposicion_de_la_leche_de_cabra_y_facto.pdf&Expires=1715975501&Signature=FyXVw8QkkmqaersIuObeMgCTqgX7Coxh7RhLBYvBAZKxVKbZf4xePFKgjI CWSTlawoPTPx0FzOBnY-AxYk0RJ7wSGa6c3B2lqhK0aTv4y576Q-

0ZzEM3jo~K2fL0H00tRLD1P1-
aB6b~wBWtoZ8eNel3o86rzYjib2EIeM-
~Ktb3bf923avhiFL8zY3RsXmmfhjhOJg7WbyV23S-m-4fG-
OUtREI3~E6NvSnrXvKNzBgxGLGYxkwI8WioGlaZMkuMP57omh5k
V1AF2uHrTHYUGDY1iYP4aCaQePtpiPoTB567955YW09IRoy~9fVB
CBPPbKXcdEmXa9rPz7AMCwweg__&Key-Pair-
Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Bidot Fernández, A. (2013). Producción de leche de cabra y duración de la lactancia de los genotipos Nubia, Saanen y Toggenburg en condiciones de pastoreo restringido y suplemento con concentrado. *Abanico Veterinario*, 3(1), 30–35.

Bidot-Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de producción animal*, 29(2), 32–41.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202017000200005&lng=es&tlng=pt

Boza, J., & Sanz Sampelayo, M. R. (1997). Aspectos nutricionales de la leche de cabra.

Burgos, L., Pece, N., & Maldonado, S. (2017). Caracterización organoléptica de queso procesado untable de cabra. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 22(101), 46–51.
<http://www.publitech.com.ar/contenido/categorias/TLL101web.pdf>

Bustamante Pérez, M. J. (2022). Sistemas de producción lechera, composición e importancia de la leche caprina implementada en Colombia. *Cultura Científica*, 1(20), 7–23.
<https://doi.org/10.38017/1657463x.799>

- Cárdenas-Mazón, N. V., Cevallos-Hermida, C. E., Salazar-Yacelga, J. C., Romero-Machado, E. R., Gallego-Murillo, P. L., & Cáceres-Mena, M. E. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *4(3)*, 253–263.
- Carro, M. D., Evan, T. de, & González, J. (2018). Emisiones de metano en los animales rumiantes: influencia de la dieta. *Albéitar*, *220*, 32–35.
- Cedeño, H., Rivas, B., Montes, K., Espinosa, M., Pimente, T., Saavedra, R., Arjona, M., Guerra, R., & Remy, G. (2022). Influencia de la raza y el número de lactancia sobre el desempeño productivo y la composición nutricional de leche en cabras (*Capra hircus*) bajo condiciones tropicales. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, *5(1)*, 74–84. <https://orcid.org/0000-0002-2308-883X>;
- Chacón-Villalobos, A., & Pineda-Castro, M. L. (2009). Características químicas, físicas y sensoriales de un queso de cabra adaptado del tipo "Crottin de Chavignol". *Agronomía Mesoamericana*, *20(2)*, 297–309. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43713059010>
- Clavero, T. (2011). Agroforestería en la alimentación de rumiantes en América Tropical. *Revista de la Universidad del Zulia*, *2(2)*, 11–35.
- Coulon, J.-B., Verdier, I., Pradel, P., & Almena, M. (1998). Effect of lactation stage on the cheesemaking properties of milk and the quality of Saint-Nectaire-type cheese. *Journal of Dairy Research*, *65*, 295–305.

- Delgado Fernández, R. (2016). Caracterización de los sistemas de producción caprina en la provincia Ciego de Ávila. *Pastos y Forrajes*, 39(1), 64–71.
- Dickson, L., Gamarra, I., Salvador, A., & Monasterio, L. (2008). Producción de leche y duración de la lactancia en cabras mestizas de la raza Canaria en Venezuela. *Archivos Zootecnia*, 57(217), 63–66. <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/5537/1/Dickson.pdf>
- Dickson Urdaneta, L., Torres Hernández, G., Becerril Pérez, C. M., González Cossío, F., Rangel Santos, R., & García Betancourt, E. (2001). Evaluación productiva y reproductiva de dos grupos de cabras triple mestizas bajo condiciones de confinamiento en el trópico seco de Venezuela. *Veterinaria México*, 32, 33–38. <http://redalyc.uaemex.mx>
- Dome, C. B., Mignino, L., Carrión Sad, Y., Medici, S., Cabezas, D., & Pereyra, M. A. (2024). Aptitud tecnológica de leche de cabra enriquecida en ácidos grasos poliinsaturados obtenida en una granja comercial de General Pueyrredón en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 123(1), 138. <https://doi.org/10.24215/16699513e138>
- Duran, L., Sánchez, C., Palmero, J., Chaparro, L., García, T., & Sánchez, E. (2010). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de quesos de cabra en Carora, estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 28(4), 467–475. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000400003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Dushkova, M., Kodinova, S., Yanakieva, V., Simitchiev, A., Denkova, Z., & Menkov, N. (2023). Microbiological, Physicochemical, Organoleptic, and Rheological Properties of Bulgarian Probiotic Yoghurts Produced by Ultrafiltered Goat's Milk. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/app13137986>
- Echavarría Cháirez, F., & Gómez Ruiz, W. (2013). Los sistemas de producción de rumiantes menores en México y sus limitantes productivas. En L. Iñiguez Rojas (Ed.), *La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de latinoamerica* (Embrapa, pp. 95–113).
- Frau, F., Font, G., Paz, R., & Pece, N. (2012). Composición físico-química y calidad microbiológica de leche de cabra en rebaño bajo sistema extensivo en Santiago del Estero (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 111(1), 1–7. <http://revista-vieja.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/view/65>
- Frau Silvia, F. (2013). Rheology of spreadable goat cheese made with autochthonous lactic cultures differing in their ability to produce exopolysaccharides. *Food Science and Technology*, 33(2), 233–238. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612013005000034>
- Fresno, M., Torres, A., Capote, J., & Álvarez, S. (2020). Effect of breed on physicochemical and sensory characteristics of fresh, semihard and hard goat's milk cheeses. *Journal of Applied Animal Research*, 48(1), 425–433. <https://doi.org/10.1080/09712119.2020.1815751>
- Fuentes-Mascorro, G., Martínez, J. M. S., Alejandre, O. M. E., Chirinos, Z., & Ricardi, C. L. C. (2013). Zoometría y distribución de partos de la cabra criolla de los valles centrales de Oaxaca. *Actas*

Iberoamericanas de Conservación Animal, 3, 150–154.
<https://www.researchgate.net/publication/264721938>

García-Alavez, R., & Guerrero-Arenas, R. (2012). La educación ambiental en una institución de educación superior de la costa de Oaxaca, México. Un estudio de caso: residuos sólidos. *Gestión Ambiental*, 23, 35–49.

Getaneh, G., Mebrat, A., Wubie, A., & Kendie, H. (2016). Review on Goat Milk Composition and its Nutritive Value. *Journal of Nutrition and Health Sciences*, 3(4). <https://doi.org/10.15744/2393-9060.3.401>

Goetsch, A. L., Zeng, S. S., & Gipson, T. A. (2011). Factors affecting goat milk production and quality. En *Small Ruminant Research* (Vol. 101, Números 1–3, pp. 55–63). <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.025>

Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>

Hammam, A. R. A., Salman, S. M., Elfaruk, M. S., & Alsaleem, K. A. (2022). Goat milk: compositional, technological, nutritional, and therapeutic aspects. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 41(4), 367–376. <https://doi.org/10.20944/preprints202108.0097.v1>

Hernández Hernández, J., Camacho Ronquillo, J. C., Moreno Medina, S., Retes López, R., Hernández Riande, D., & Utrera Quintana, F. (2021). Elaboración y mercadeo de queso pasteurizado con leche de cabra en una región de Puebla. *Revista Mexicana de*

Agronegocios, 49, 101–110.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14169723011>

INEGI. (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010 Santa María Tonameca Oaxaca.
www.inafed.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Enciclopedia

Jockers, E. R., Fernandez, J., Medina, V. H., Stazionati, M., & Villagra, S. E. (2016). Variación del contenido de grasa en leche de cabras criollas con la incorporación de alimentos concentrados en la dieta. *Revista Argentina de Producción Animal*, 36(1), 278.
<https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/748>

Junco, E., González-Rodríguez, H., Armenta, J. Á., Cantú, I., Castillón, A. E., Coterá, M., & Vinicio Gómez, M. (2023). Effect of *Lippia palmeri* S. Watson on the quality and fat characteristics of creole goat's milk. *AgroScience Research*, 1(2), 57–62.
<https://doi.org/10.17268/agrosci.2023.007>

Kaczyński, Ł. K., Cais-Sokolińska, D., Bielska, P., Teichert, J., Biegalski, J., Yiğit, A., & Chudy, S. (2023). The influence of the texture and color of goat's salad cheese on the emotional reactions of consumers compared to cow's milk cheese and Feta cheese. *European Food Research and Technology*, 249(5), 1257–1272.
<https://doi.org/10.1007/s00217-023-04211-2>

Kljajevic, N. V., Tomasevic, I. B., Miloradovic, Z. N., Nedeljkovic, A., Miocinovic, J. B., & Jovanovic, S. T. (2018). Seasonal variations of Saanen goat milk composition and the impact of climatic conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 299–303. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2938-4>

- Lapidakis, N., & Fragkiadakis, G. A. (2022). Dairy Processing: The Soft Spreadable Cheese Xygalo Siteias. *Processes*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/pr10010080>
- Malavassi-Conejo, P., Chacón-Villalobos, A., Viquez-Barrantes, D., & Cordero-García, M. (2023). Características fisicoquímicas y sensoriales del dulce de leche caprino con inclusión de amaretto. *Agronomía Mesoamericana*, 34(2). <https://doi.org/10.15517/am.v34i2.51879>
- Maldonado-Jaquez, J. A., Granados-Rivera, L. D., Hernández-Mendo, O., Pastor-Lopez, F., Isidro-Requejo, L. M., Salinas-González, H., & Torres-Hernández, G. (2017). Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. *Nova Scientia*, 9(1), 55–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.21640/ns.v9i18.728>
- Marete, A. G., Mosi, R. O., Amimo, J. O., & Jung'a, J. O. (2014). Characteristics of Lactation Curves of the Kenya Alpine Dairy Goats in Smallholder Farms. *Open Journal of Animal Sciences*, 04(02), 92–102. <https://doi.org/10.4236/ojas.2014.42013>
- Marín, M. P., Fuenzalida, M. I., Burrows, J., & Gecele, P. (2010). Recuento de células somáticas y composición de leche de cabra, según nivel de producción y etapa de lactancia, en un plantel intensivo de la zona central de Chile. *Archivos de medicina veterinaria*, 42(2), 79–85. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2010000200009>
- Martínez Rojero, R. D., Torres Hernández, G., & Martínez Hernández, S. (2013). Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del "Filo Mayor" de la Sierra Madre del Sur

en el estado de Guerrero. *Nova Scientia*, 6(1), 25–44.
<http://www.veterinaria.uady.mx/publicaciones/journal/vol-9->

Masotti, F., Battelli, G., & De Noni, I. (2012). The evolution of chemical and microbiological properties of fresh goat milk cheese during its shelf life. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4760–4767.
<https://doi.org/10.3168/jds.2011-5039>

McSweeney, P. L. H., Ottogalli, G., & Fox, P. F. (2017). Diversity and Classification of Cheese Varieties: An Overview. En *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Fourth Edition* (Vol. 1, pp. 781–808). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00031-4>

Mejía, B. O., Noguera, R. R., & Posada, S. L. (2012). Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/111453527/7._2093-110-libre.pdf?1707900308=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DComposicion_de_la_leche_de_cabra_y_facto.pdf&Expires=1715975501&Signature=FyXVw8QkkmqaersIuObeMgCTqgX7Coxh7RhLBYvBAZKxVKbZf4xePFKgjlcWSTlawoPTPx0FzOBnY-AxYk0RJ7wSGa6c3B2lqhK0aTv4y576Q-0ZzEM3jo~K2fL0H00tRLD1P1-aB6b~wBWtoZ8eNel3o86rzYjib2EIeM~Ktb3bf923avhiFL8zY3RsXmmfhjhOJg7WbyV23S-m-4fG-OUtREI3~E6NvSnrXvKNzBgxGLGYxkwI8WioGlaZMkuMP57omh5kV1AF2uHrTHYUGDY1iYP4aCaQePtpiPoTB567955YW09IRoy~9fVBCBPPbKXcdEmXa9rPz7AMCwweg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

- Mellado, M. (1997). La cabra criolla en América Latina. *Veterinaria México*, 28(4), 333–343. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=21065>
- Mendoza Avendaño, C. A., Garrido Weber, E. R., Buelvas Hernández, R., & Rodríguez-Pinto, F. M. (2023). Evaluación de la composición fisicoquímica de la leche de diferentes razas caprinas sobre el rendimiento quesero. *GIPAMA*, 4(1), 64–71. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/gipama/article/view/6257>
- Morand-Fehr, P. (2005). Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Ruminant Research*, 60(1-2 SPEC. ISS.), 25–43. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.06.004>
- Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., & Le Frileux, Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1–2), 20–34. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.019>
- Murillo-Amador, B., Medina-Córdova, N. de J., Toyos-Vargas, E. A., Ávila-Serrano, N., Nieto-Garibay, A., Troyo-Diéguez, E., Espinoza-Villavicencio, J. L., Ortega-Pérez, R., & Palacios-Espinoza, A. (2015). Calidad de leche de cabra y su relación con el consumo de especies forrajeras del agostadero árido. *Recursos Naturales y Sociedad*, 1(1), 3–14. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2015.01.01.01.0001>
- Never, A. (2015). Effect of nutrition on yield and milk composition in sheep and goats. *Scientific Journal of Animal Science*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.14196/sjas.v4i1.1806>

- Oliszewski, R., Rabasa, A. E., Fernández, J. L., Poli, M. A., & Núñez de Kairúz, M. S. (2002). Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Criolla Serrana del noroeste argentino. *Zootecnia Tropical*, 20(2), 179–189. <https://www.researchgate.net/publication/262587555>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024, mayo 10). Cultivos y productos de ganadería. Cultivos y productos de ganadería-inventario caprino a nivel mundial. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Ortiz-Morales, O., Arias-Margarito, L., López Ojeda, J. C., Soriano-Roble, R., Almaraz-Buendía, I., & Ramírez-Bribiesca, E. (2021). Estudio descriptivo de la producción caprina tradicional en las regiones mixteca y valles centrales de Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(2). <https://doi.org/10.19136/era.a8n2.2840>
- Padilla, J. D., & Zambrano, J. C. A. (2021). Estructura, propiedades y genética de las caseínas de la leche: una revisión. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 16(3), 62–95. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.5231>
- Pala, A., & Savaş, T. (2005). Persistency Within and Between Lactations in Morning, Evening and Daily Test Day Milk in Dairy Goats (short communication). *Archives Animal Breeding*, 48, 396–403. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/aab-48-396-2005>
- Pappa, E. C., Kondyli, E., Bosnea, L., Malamou, E., & Vlachou, A. M. (2022). Chemical, microbiological, sensory, and rheological properties of fresh goat milk cheese made by different starter

cultures during storage. *Journal of Food Process Engineering*, 45(7). <https://doi.org/10.1111/jfpe.13788>

Park, Y. W. (2017). Goat Milk-Chemistry and Nutrition. En *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals* (pp. 42–83). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119110316.ch2.2>

Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1–2), 88–113. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>

Pedaue Ruiz, J. (1989). Curvas de lactación y composición de la leche en cabras Murciano-Granadinas. <https://revistas.um.es/analesvet/article/view/22351>

Pesántez, M., Hernández, A., & Fraga, L. M. (2014). Persistencia de la producción de leche en cabras Anglo Nubia x Criolla. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4), 337–342. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193033033005.pdf>

Polychroniadou, A. (2008). Collaborative Studies Organized to Include Sheep and Goat Milk in the Scope of Joint Standard ISO 5764/IDF 108:2002. Milk— Determination of Freezing Point—Thermistor Cryoscope Method (Reference Method) – by International Dairy Federation. *International Journal of Dairy Technology*, 61(2), 213–213. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2008.00384.x>

Ramírez-López, C., & Vélez-Ruiz, J. F. (2012). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 131–

148. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56069474/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012-libre.pdf?1521128395=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DQuesos_frescos_propiedades_metodos_de_de.pdf&Expires=1719610739&Signature=UAIKZA1RdA0IOVR-sUpio-WR51s5Mtgbkbs~~01Y8mx~VW-~Wt8~AwG3TnJ53AM6ZPEOLFh3hI172fI3wSRi~WLAieZ7CuB4I~HHQfk5MDsbDsbQFCh0idRs65vyX-G7rO2sj0h3kgdNtGCbfrj3IPwuX1Htndr5eSU1jYGfP7kH16e7-y8bDxWcxYrapec-qmEEi5LN3cqliKdqtgPKRjPiTJiX5URUft3W506D7Xp-NjHTwEBCYBIIdzb8mLgujpsvLvYG2mXpVWcMgOOgiAvikQo5WHa1RAR1C24Vi8ixygg7c1nSEGz4IIkW3jyEAEkKdU2Z7ugrU2IqrdOqc1Q__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., & Chilliard, Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*, 79(1), 57–72. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.07.009>

Raynal-Ljutovac, K., Le Pape, M., Gaborit, P., & Barrucand, P. (2011). French goat milk cheeses: An overview on their nutritional and sensorial characteristics and their impacts on consumers' acceptance. *Small Ruminant Research*, 101(1–3), 64–72. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.026>

Rodríguez Licea, G., Gamboa Alvarado, J. G., García Salazar, J. A., & Rivera Martínez, J. G. (2011). Tradición sociocultural de la caprinocultura en el estado de Oaxaca: análisis sobre el potencial económico en beneficio de la región de Huajuapán de León. En C.

F. Marcof Álvarez (Ed.), La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes (Vol. 2).

Romero, F., Menéndez-Buxadera, A., González, O., Clemente, I., Arrebola, F. A., & Molina, A. (2008). Efecto de los factores que afectan la producción de leche y sus componentes aplicando la metodología de regresión aleatoria sobre el test-day en la raza Payoya. *Federacion Española de Asociaciones de Ganado Selecto*, 122–128.

<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/6505/feagas33-2008.1-7.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sala, C., Morar, A., Morvay, A., Nichita, I., & Jorz, S. (2010). RESEARCH REGARDING FACTORS THAT INFLUENCED THE VARIATION OF FREEZING MILK. *LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE MEDICINĂ VETERINARĂ*, XLIII (2), 204–211.

Salinas-González, H., Maldonado, J. A., Torres-Hernández, G., Triana-Gutiérrez, M., Isidro-Requejo, L. M., & Meda-Alducin, P. (2015). Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of Mexico. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, XIV (2), 175–184. <https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2015.08.008>

Salvador, A., Alvarado, C., Solis, I. C., Betancourt, R., Gallo, J., & Caigua, A. (2009). Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales. *Zootecnia Tropical*, 27(3), 285–298. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000300008

- Salvador, A., & Martínez, G. (2007). Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 48(2), 61–76.
- Salvador, A., Martínez, G., Alvarado, C., & Hahn, M. (2006). Composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. *Zootenia Tropical*, 24(3), 307–320. <https://www.researchgate.net/publication/28140487ComposicióndelechedecabramestizasCanariasencondicionestropicales>
- Sánchez Rivadeneira, E. V., Alvaracin Assuncao, E. N., & Simbaña Méndez, G. A. (2024). El Kéfir y sus múltiples usos en la industria láctea. *Revista Ciencias y Artes*, 2(1), 38–61.
- Sánchez-Santillán, P., & Cobos-Peralta, M. A. (2016). PRODUCCIÓN in vitro DE ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES DE BACTERIAS CELULOLÍTICAS REACTIVADAS Y BACTERIAS RUMINALES TOTALES EN SUSTRATOS CELULÓSICOS. *Agrociencia*, 50(5), 565–574.
- Scano, P., & Caboni, P. (2022). Seasonal Variations of Milk Composition of Sarda and Saanen Dairy Goats. *Dairy*, 3(3), 528–540. <https://doi.org/10.3390/dairy3030038>
- Scopinich-Cisternas, J., & Strahsburger, E. (2020). The goat farming management for arid and desert zones: a technical approach to produce high quality milk during all the year. *Idesia*, 38(1), 119–125. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000100119>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2024). Leche Caprino. https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/

- Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., & Prosser, C. G. (2010). Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Research*, 89(2-3), 110-124. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.12.033>
- Strzałkowska, N., Jóźwik, A., Bagnicka, E., Krzyżewski, J., Horbańczuk, K., Pyzel, B., & Horbańczuk, J. O. (2009). Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. *Animal Science Papers and Reports*, 27(4), 311-320. https://www.researchgate.net/profile/Emilia-Bagnicka/publication/228653105_Chemical_composition_physical_traits_and_fatty_acid_profile_of_goat_milk_as_related_to_the_stage_of_lactation/links/0912f50eb00566b46a000000/Chemical-composition-physical-traits-and-fatty-acid-profile-of-goat-milk-as-related-to-the-stage-of-lactation.pdf
- Sumarmono, J., Setyawardani, T., & Santosa, S. A. (2019). Effect of Storage Conditions on the Characteristics and Composition of Fresh Goat Cheese Containing Probiotics. *Animal Production*, 21(1), 56-63.
- Torres Ruda, D. F., Torres Cruz, M. Z., Joya Cárdenas, C. A., & Castellanos Duarte, F. A. (2021). Características composicionales y calidad higiénica de leche de cabra de sistemas de producción de la provincia de García Rovira, Santander (Colombia). *Spei Domus*, 17(1), 1-14. <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2021.01.06>
- Torres-Hernández, G., Maldonado-Jáquez, J. A., Granados-Rivera, L. D., Wurzinger, M., & Cruz-Tamayo, A. A. (2022). Creole goats in Latin America and the Caribbean: a priceless resource to ensure the well-being of rural communities. *International Journal of*

Agricultural Sustainability, 20(4), 368–380.
<https://doi.org/10.1080/14735903.2021.1933361>

Toyes-Vargas, E., Cordoba-Matson, M., Espinoza-Villavicencio, J., Palacio-Espinosa, A., & Murillo-Amador, B. (2013). Goat milk fatty acid composition in the Peninsula of Baja California, Mexico. *Revista MVZ Córdoba*, 18, 3843–3850.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682013000300014&script=sci_arttext&tlng=en

van der Toorn, M. V., Chatziioannou, A. C., Pellis, L., Haandrikman, A., van der Zee, L., & Dijkhuizen, L. (2023). Biological Relevance of Goat Milk Oligosaccharides to Infant Health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(38), 13935–13949.
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c02194>

Vásquez-Villalobos, V., Aredo, V., Velásquez, L., & Lázaro, M. (2015). Propiedades fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de yogur de leche descremada de cabra frutado con mango y plátano en pruebas aceleradas. *Scientia agropecuaria*, 6(3), 177–189.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.03.04>

Vega, S., Gutiérrez, R., Ramírez, A., González, M., Díaz-González, G., Salas, J., González, C., Coronado, M., Schettino, B., & ALberti, A. (2007). Características físicas y químicas de leche de cabra de razas Alpino francesa y Saanen en épocas de lluvia y seca. *Revista Salud Animal*, 29, 160–166.

Vélez-Ruiz, J. F. (2018). La cajeta, un dulce de leche de cabra. En *Leches concentradas azucaradas: de la tradición a la ciencia* (pp. 93–116). Editorial Universidad Santiago de Cali.
<https://doi.org/10.35985/9789585522466>

Villamil, R. A., Robelto, G. E., Mendoza, M. C., Guzmán, M. P., Cortés, L. Y., Méndez, C. A., & Giha, V. (2020). Desarrollo de productos lácteos funcionales y sus implicaciones en la salud: Una revisión de literatura. *Revista Chilena de Nutrición*, 47(6), 1018–1028. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601018>

12.-ANEXOS

Anexo 1. Declaratoria de originalidad y posesión de derechos de autor

“El presente estudio no ha sido aceptado o empleado, en su totalidad o parcialmente, para el otorgamiento de algún título o grado diferente o adicional al actual por persona alguna, incluido el autor. La presente tesis es resultado de una investigación original del autor, excepto en las secciones donde se indican las fuentes de información consultadas. El autor cede los derechos editoriales de la obra a la UMAR para la reducción del documento o su contenido, en forma total o parcial, con el fin de intercambio académico siempre y cuando se indique la fuente.”

Anexo 2. Declaratoria de Bioética y Bienestar Animal

“La presente investigación fue aprobada por la Comisión de Posgrado de la Universidad del Mar, órgano colegiado que revisó la metodología y verificó que el manejo de los animales experimentales fuera justificado, adecuado y ético. Así mismo sirvió como garante de que todos los animales implicados en el presente estudio tuvieran un trato ético y humanitario.

Lo anterior velando por que se cumplieran las disposiciones nacionales e internacionales referentes al bienestar animal en animales experimentales o de abasto, contenidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio; y en la Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos de sacrificio para animales domésticos y silvestres.

Con lo anterior, se garantiza que, durante el desarrollo del estudio, se procuró en todo momento el bienestar de los animales implicados en él.”

Anexo 3. Encuestas evaluación sensorial

Escala hedónica de 9 puntos para grado de aceptación

NOMBRE:

EDAD:

FECHA:

Frente a usted hay una muestra de queso untable de cabra natural, la cual debe probar, describiendo el grado de satisfacción que esta genere en usted.

Marque con una X sobre la casilla del término que más describa lo que usted siente por la muestra.



Evaluación sensorial (sabor)

NOMBRE: _____ EDAD: _____ FECHA: _____

Frente a usted hay una muestra de queso untable de cabra natural, la cual debe oler, probar y masticar, describiendo las características de sabor que estén presentes en la muestra.

Marque con una X sobre la casilla del término que más describa lo que usted siente por la muestra.

VALORES SABOR	0	1	2	3	4	5
ÁCIDO						
SALADO						
AMARGO						

- 0-No hay sabor
- 1-Sabor ligero
- 2-Sabor moderado
- 3-Sabor intenso
- 4-Sabor muy intenso
- 5-Sabor sumamente intenso

COMENTARIOS:

Evaluación sensorial (olor)

NOMBRE: _____ EDAD: _____ FECHA: _____

Frente a usted hay una muestra de queso untable de cabra natural, la cual debe oler, probar y masticar, describiendo las características de olor que estén presentes en la muestra.

Marque con una X sobre la casilla del término que más describa lo que usted siente por la muestra.

VALORES OLOR	0	1	2	3	4	5
INTENSIDAD						
OLOR LÁCTICO						
RANCIO						
OLOR A CABRA						

- 0-No hay olor
- 1-Olor ligero
- 2-Olor moderado
- 3-Olor intenso
- 4-Olor muy intenso
- 5-Olor sumamente intenso

COMENTARIOS:

Evaluación sensorial (textura)

NOMBRE: _____ EDAD: _____ FECHA: _____

Frente a usted hay una muestra de queso untable de cabra natural, la cual debe oler, probar y masticar, describiendo las características de textura que estén presentes en la muestra.

Marque con una X sobre la casilla del término que más describa lo que usted siente por la muestra.

VALORES	0	1	2	3	4	5
TEXTURA						
FIRMEZA						
MASTICABILIDAD						
ADHERENCIA						
HUMEDAD						
CARÁCTER GRASO						
CREMOSIDAD						
GRANULOSIDAD						

COMENTARIOS: