



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS Y FÍSICOQUÍMICAS DEL
CALOSTRO DE CABRAS LECHERAS EN ESTABULACIÓN TOTAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

PÁEZ TREJO ALLAN ARTURO

Asesores:

MVZ MPA Abel Manuel Trujillo García
MVZ MC Isabel Estévez Denaives
MVZ PhD Andrés Ernesto Ducoing Watty



México D.F.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS:

A Toñita mi madre, por su gran ejemplo de vida, de fortaleza, lealtad, nobleza y por todo su apoyo en todos mis proyectos de vida.

A Francisco mi padre, por ser un gran amigo, compañero y enseñarme a ser como él, un hombre honesto, responsable y comprometido.

A Vania y Anny mis dos hermanas, por brindarme su confianza, su cariño y hacerme sentir que siempre estarán presentes cuando las necesite.

A los más pequeños Naíma, Nuria y Antonio por ser el motivo que me impulsa a salir adelante en todo.

A mis tías Cris y Jose por acompañarme y cuidarme durante la carrera.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por regalarme la vida y estar siempre pendiente de mí y de mi familia.

A mi familia por estar a mi lado en alegrías y momentos difíciles.

A la Dra. Isabel, el Dr. Abel y el Dr. Ducoing por brindarme su confianza y apoyo para la realización de éste trabajo, pero sobre todo por su amistad, sus enseñanzas y sus consejos.

Al Dr. Cervantes, Angie y Ceci por su gran ayuda y enseñanzas para éste trabajo.

A los miembros del jurado por contribuir en la elaboración de la tesis con sus conocimientos y observaciones.

Al Dr. Dávalos y todos en el CEIEPAA por todas las grandes satisfacciones y enseñanzas al dejarme formar parte de éste gran equipo.

A las cabras por entregar su vida para mejorar la vida del ser humano y regalarnos muy buenos momentos con su inteligencia y curiosidad.

CONTENIDO

	Página
Resumen	1
Introducción	3
Objetivo	9
Hipótesis	10
Material y métodos	11
Resultados	15
Discusión	18
Conclusión	22
Referencias	23
Figuras	28
Cuadros	33

RESUMEN

PÁEZ TREJO ALLAN ARTURO. Características microbiológicas y fisicoquímicas del calostro de cabras lecheras en estabulación total (Bajo la dirección de MVZ MPA Abel Manuel Trujillo García, MVZ MC Isabel Estévez Denaives y MVZ PhD Andrés Ernesto Ducoing Watty).

El presente estudio fue realizado con el objetivo de determinar los cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas del calostro de cabras de genotipo lechero. Dieciséis cabras primaras en estabulación total fueron muestreadas a las 0, 12, 24, 72 y 168 horas después del parto. Se tomaron dos muestras de calostro por cada glándula, una para la realización del análisis fisicoquímico a través del equipo MilkoScan TM Minor Type, y otra para la realización del cultivo, aislamiento e identificación de bacterias y hongos presentes a través de metodología microbiológica tradicional.

La información obtenida del estudio fisicoquímico, se sometió a un análisis multivariado para observaciones repetidas y fue utilizado el paquete estadístico JMP versión 7.0.

No se encontraron diferencias significativas entre los medios izquierdo y derecho en los análisis fisicoquímicos. En 0 horas, los valores promedio de sólidos totales, proteína y sólidos no grasos (33.6, 16.92 y 22.66 % respectivamente), fueron notablemente mayores que todos los tiempos ($P < 0.05$), y descendieron rápidamente durante las primeras 12 horas postparto. Entre 12 y 24 horas (sólidos totales 22.57 y 20.51%,

proteína 9.94 y 6.19%, sólidos no grasos 14.9 y 13.26% respectivamente), disminuyeron progresivamente sin mostrar diferencia estadística significativa ($P>0.05$). Entre 24 y 72 horas, los valores promedio nuevamente decrecieron y mostraron diferencia estadística significativa entre tiempos ($P<0.05$). Finalmente, no se encontró diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre 72 y 168 horas postparto (sólidos totales 17.76 y 13.89%, proteína 4.07 y 3.70%, sólidos no grasos 9.83 y 8.58%, respectivamente). El valor medio de lactosa fue estadísticamente diferente ($P<0.05$) y mostró un aumento entre los tiempos 0, 12 y 24 horas (3.92, 4.92, 5.20% respectivamente), posteriormente el valor decreció para mantenerse estable entre 72 y 168 horas postparto (4.18, 4.48% $p>0.05$). El valor promedio de grasa alcanzó su nivel más alto (10.93% $P<0.05$) en las 0 horas, posteriormente mostró un descenso durante las siguientes 12 horas, a partir de este momento el nivel de grasa se mantuvo estable ($P>0.05$) entre 12, 24, y 72 horas (7.67, 7.25, 7.92% respectivamente); nuevamente a las 168 horas el porcentaje promedio volvió a descender, obteniéndose el valor más bajo del estudio (5.31% $P<0.05$).

En los análisis microbiológicos el *Staphylococcus coagulasa negativo* se encontró presente en las muestras de seis cabras diferentes, *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis*, fueron identificados únicamente en una sola muestra.

No se encontraron hongos presentes en ninguna muestra.

Se concluye que los valores promedio de las características fisicoquímicas de 0, 12 y 24 horas son estadísticamente diferentes entre sí, mientras que 72 y 168 horas son estadísticamente similares. No obstante, dentro de los diferentes sistemas de producción caprina existentes en México, es necesaria más investigación para determinar el momento en el cual, el calostro pudiera ser considerado como leche.

INTRODUCCIÓN

Se denomina calostro, a la primera secreción de la glándula mamaria en el periodo comprendido tres días antes y tres días después del parto.¹ Las funciones que el calostro cumple están relacionadas con la sobrevivencia de las crías en las primeras horas después del nacimiento y son: aporte de inmunidad pasiva por elevado contenido de inmunoglobulinas,² proporcionar un concentrado de energía y nutrientes altamente digestibles y favorecer la eliminación del meconio por sus propiedades laxantes.^{2,3}

La placenta presente en las cabras es cotiledonaria sindesmocorial,⁴ este tipo de placenta no permite el intercambio materno-fetal de inmunoglobulinas y como consecuencia la inmunización de las crías depende de la transferencia de inmunoglobulinas a través del calostro, por lo tanto la ingesta de calostro en los cabritos recién nacidos es de gran importancia para su sobrevivencia.⁵ El calostro posee un elevado contenido de proteínas séricas,^{2, 6} se encuentran en este grupo las albúminas, proteasas, peptonas e inmunoglobulinas;^{7,8} que confieren al calostro su poder inmunizante.²

Como consecuencia de que al momento de nacer el cuerpo de los cabritos se encuentra mojado y la capa de grasa subcutánea es poca, su temperatura corporal desciende rápidamente después del parto. El recién nacido debe adaptarse a un ambiente cuya temperatura puede fluctuar ampliamente y que generalmente se encuentra por debajo de la que tenía en el vientre materno. En respuesta al cambio de temperatura corporal, se activa el incremento de la tasa metabólica como mecanismo de termorregulación. El grado de incremento depende de un sustrato adecuado y debido a que las reservas de glucógeno y tejido adiposo son bajas en los recién nacidos, es muy importante un adecuado aporte alimenticio inmediatamente después del parto.⁹ El calostro posee una elevada cantidad de grasa que proporciona a las crías un concentrado energético.³

En comparación con la leche normal, la composición fisicoquímica del calostro se caracteriza por tener una mayor concentración de proteína, grasa, enzimas proteolíticas y lipolíticas, cloruros, vitaminas, minerales, células somáticas, eritrocitos, leucocitos, linfocitos, monocitos, una menor concentración de lactosa y su color va del amarillo al rosado. La composición fisicoquímica del calostro cambia gradualmente desde el momento del parto hasta los tres primeros días posteriores al mismo, para transformarse en leche.^{8, 10, 11}

En 2009 la producción nacional de leche de cabra en México fue de 167,663 toneladas con un precio promedio de \$5.51 por litro.¹² De la producción total se estima que el 70% de la leche se consume cruda o se utiliza para la elaboración de quesos artesanales con una comercialización a nivel local, 20% se transforma industrialmente en queso y 10% en cajeta o dulces.¹³ La leche utilizada para la elaboración de quesos debe ser de buena calidad desde el punto de vista fisicoquímico y microbiológico, no debe utilizarse leche procedente de animales enfermos, con presencia de antibióticos y calostro.¹⁴ La leche que contiene calostro varía en su composición química, ésta variación puede afectar sus propiedades queseras y presentar varios inconvenientes para su utilización en la quesería.^{14, 15} El elevado contenido de proteína sérica del calostro lo hace inutilizable para la elaboración de quesos debido a que las proteínas del suero son solubles en agua, se hallan en solución y no en estado coloidal como la caseína;^{6, 8} sólo pueden precipitarse mediante calor (termolábiles),¹⁶ no coagulan bajo la acción de un ácido o cuajo,^{16, 7} son de alto peso molecular¹⁷ y tienen una elevada capacidad de fijación de agua, pudiendo captar una cantidad próxima al 80% de su peso.¹⁶ Por otra parte cuando la leche mezclada con calostro se calienta la β lactoglobulina forma agregados que reaccionan con la κ caseína, provocando tiempos más largos de coagulación, retraso en el desuerado y en conjunto con la captación de agua antes mencionada, dan lugar a la

formación de cuajadas más blandas con mayor contenido de humedad,^{6, 17} condición que favorece el crecimiento de bacterias indeseables.⁶ Conjuntamente el alto contenido de grasa e inmunoglobulinas presentes en el calostro favorecen la aglutinación de los glóbulos grasos⁸ y entre más alta es la cantidad de grasa existente, peores son las condiciones para el desuerado.¹⁶

Otro aspecto importante a considerar es el elevado contenido de enzimas presentes en el calostro. Las proteasas al actuar sobre la β caseína dan origen a péptidos con sabor amargo.¹⁷ Por otra parte la metodología para la elaboración de queso requiere de pasteurización, homogeneización y manejo de pH ácido; estos tratamientos tienden a desestabilizar la membrana del glóbulo graso pudiendo provocar su rotura y liberación de la grasa contenida en el interior del glóbulo, el calostro posee un alto contenido de lipasas que al actuar sobre los triglicéridos liberados del glóbulo graso provocarían un aumento de ácidos grasos libres, los cuales pueden reaccionar con la caseína y bloquear la acción de los agentes coagulantes.⁶ Por otro lado el calostro es rico en sales, estas al encontrarse mezcladas en la leche pueden causar alteraciones en el equilibrio salino e interferir con la coagulación enzimática necesaria para la formación de la cuajada. Por lo tanto el calostro y la leche que se encuentra mezclada con el mismo, no se utilizan para la elaboración de queso.^{6, 16}

A pesar de la importancia de identificar que la materia prima para la elaboración de quesos sea únicamente leche y que esta no se encuentre mezclada con calostro la valoración de la composición fisicoquímica del calostro y su diferenciación con la leche a nivel de campo no se han desarrollado convenientemente. Una determinación adecuada requiere la utilización de equipo relativamente caro y sofisticado.³ El MilkoScanTM Minor Type es un analizador rápido y preciso de productos lácteos líquidos que funciona a través de un sistema de infrarrojo, puede ser utilizado en el

laboratorio o en el entorno del sistema de producción, posee un sistema de flujo automático capaz de bombear muestras viscosas sin diluir y las calibraciones establecidas en el Milkoscan permiten el análisis simultáneo de los principales componentes de una muestra: grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos, e incluye como herramienta un software que permite la creación de una base de datos con los resultados obtenidos.¹⁸

Los componentes químicos de la leche hacen de ésta un medio favorable para la multiplicación y desarrollo de la población microbiana.⁷ Los microorganismos presentes en la leche pueden tener diferentes orígenes: el interior de la ubre, el exterior de los pezones y el medio que los rodea y los implementos utilizados para manipular la leche.¹⁹ Para la realización de un estudio microbiológico se requiere la recuperación de los microorganismos de la leche y lograr su desarrollo *in vitro*, para ello es preciso proveerlos de factores adecuados para su crecimiento tales como: medios artificiales con los nutrientes adecuados, temperatura, humedad y pH. Es probable que la temperatura sea el factor ambiental con mayor influencia en la viabilidad y desarrollo microbiano.²⁰

La congelación es una herramienta que permite el control de los microorganismos manejados por el hombre durante la realización de un estudio microbiológico; a medida que la temperatura desciende por debajo del punto óptimo, la velocidad de crecimiento se hace más lenta y finalmente se detiene cuando el medio se congela. La respuesta de los microorganismos a la congelación es variable y un cierto porcentaje es susceptible a sufrir lesiones o muerte durante el enfriamiento inicial, congelación y descongelación. Los tipos de lesión comprenden: modificaciones en la membrana con alteraciones de la permeabilidad, pérdida de los solutos internos, minerales y proteínas, liberación al medio de los componentes celulares, deshidratación y lesiones mecánicas por la

formación de hielo. Estas lesiones surten efecto después de la descongelación, provocando un aumento de las necesidades nutritivas, aumento de la sensibilidad a inhibidores e irradiación ultravioleta, pérdida de resistencia a agentes químicos selectivos y prolongación de la fase de latencia. Al parecer las bacterias gram negativas son más sensibles a la congelación que las bacterias gram positivas.²⁰

Algunos microorganismos permanecen viables después del proceso de congelación. El número de sobrevivientes y el porcentaje de lesionadas depende de la tasa y tipo de microorganismos considerados y de las condiciones de tiempo y temperatura de almacenamiento. Las bacterias lesionadas requieren de un periodo de recuperación a partir del cual son capaces de recuperarse, crecer y producir toxinas de manera normal.²⁰

JUSTIFICACIÓN

Debido a que en México gran parte de la información sobre el calostro de cabra y el tiempo que este requiere para transformarse en leche es empírica. El presente trabajo tiene como finalidad medir los porcentajes de proteína, grasa, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales en el calostro caprino durante los primeros días postparto; compararlos con los valores de la leche normal y de esta manera presentar una propuesta seria de cuánto tiempo postparto se requiere para que el calostro se convierta en leche y ésta pueda comenzar a utilizarse para consumo humano, fabricación de quesos, cajeta o dulces.

Por otra parte, este trabajo contribuirá a conocer el tipo de bacterias y hongos presentes en el calostro caprino.

OBJETIVOS

Determinar la cantidad de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales en el calostro caprino para poder establecer cuánto tiempo posparto se requiere para que el calostro se transforme en leche.

Identificar la presencia y el tipo de bacterias y hongos presentes en el calostro de cabras de genotipo lechero en estabulación total.

HIPÓTESIS

En muestras de calostro de cabras lecheras en estabulación total, los porcentajes de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales, varían dependiendo del tiempo postparto en el cual se obtiene la muestra.

A partir de calostro de cabras lecheras primaras en estabulación total, se aislarán hongos y bacterias mesofílicas aerobias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (CEIEPAA), perteneciente a la Secretaría de Producción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, localizado en el Km. 8.5 de la Carretera Federal Tequisquiapan – Ezequiel Montes, municipio de Tequisquiapan, Querétaro. El CEIEPAA se encuentra situado a una latitud de 20° 40' 12" N y a una longitud de 99° 54' 00" W, con una altura media sobre el nivel del mar de 1,880 metros. La fórmula climática del área de estudio corresponde a BS1kw(w)(i')gw''. Semiseco templado con verano cálido, con una temperatura promedio anual de 17.5°C y una precipitación promedio anual de 388.42 mm.²¹

Animales experimentales

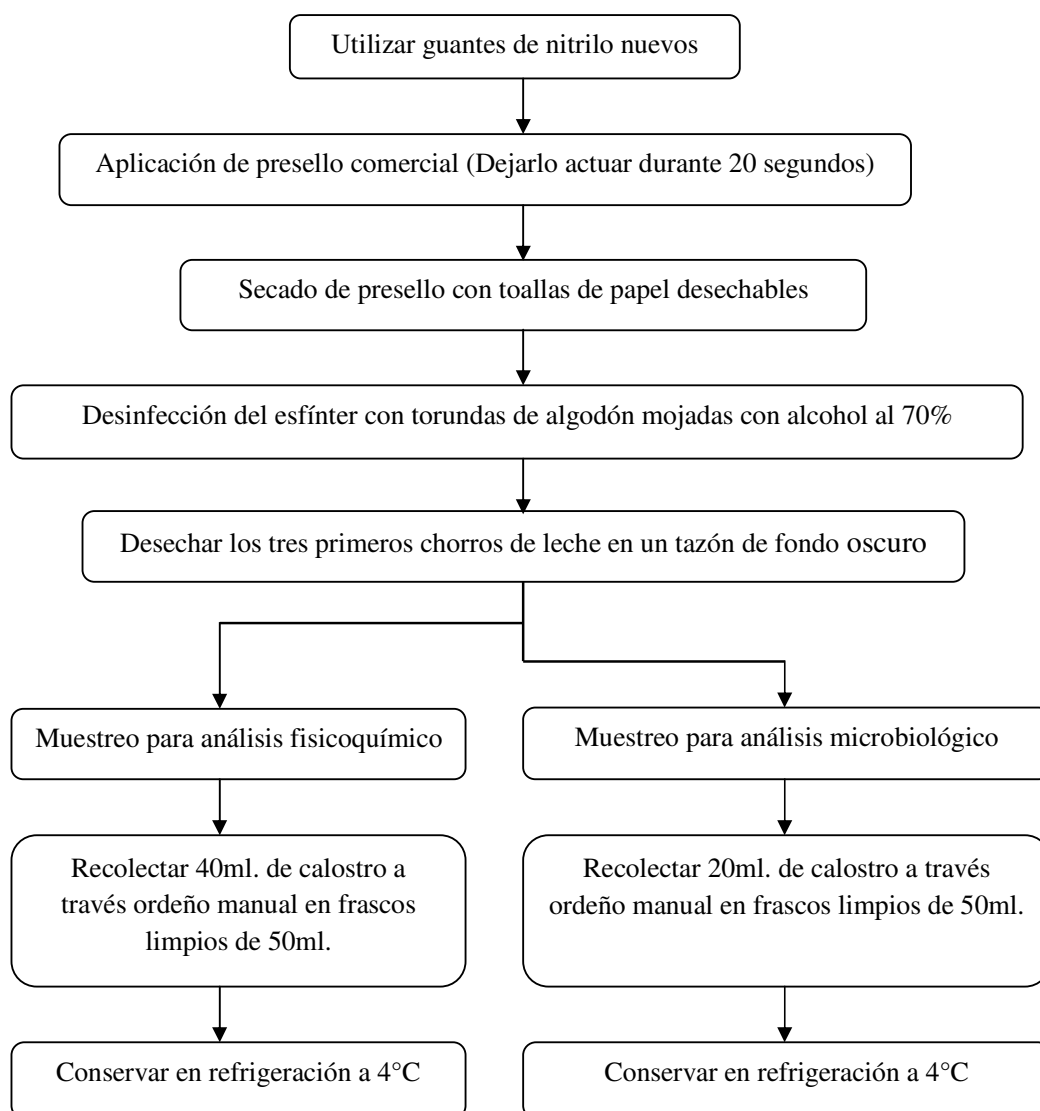
Se utilizaron 16 cabras primaras, clínicamente sanas, con una condición corporal media (2.5 a 3), de razas lecheras de origen europeo. Dichas cabras fueron sincronizadas desde el punto de vista reproductivo para que llevaran a cabo su parto dentro de un período aproximado de dos semanas durante la misma época del año. Las cabras se alojaron y alimentaron bajo un sistema de estabulación total con una dieta a base de pacas de alfalfa (*Medicago sativa*), Orchard (*Dactylis glomerata*), y Rye grass (*Lolium perenne*) sales minerales y alimento concentrado comercial.

Diseño experimental

Dentro de las primeras 168 horas postparto, 16 cabras fueron muestreadas en cinco momentos diferentes, el primer momento de muestreo se realizó justo después del parto, antes de que las crías mamaran calostro, y se designó como "0" horas; los siguientes muestreos se realizaron a las "12, 24, 72 y 168" horas postparto.

De los 16 animales experimentales, a 11 cabras en los muestreos de 0 y 12 horas, se les tomaron dos muestras de calostro por cada glándula; una muestra para la realización del análisis fisicoquímico y otra para la realización del análisis microbiológico; a partir de las 24, 72 y 168 horas, únicamente se tomaron muestras para análisis fisicoquímico. A las 5 cabras restantes se les tomaron muestras para ambos análisis en todos los momentos de muestreo, la metodología utilizada en dicho muestreo se realizó como se ilustra a continuación:

Toma de muestras por glándula:



Todas las muestras fueron identificadas con los siguientes datos: número de identificación de la cabra, fecha, hora de muestreo (0, 12, 24, 72 ó 168), izquierda o derecha según corresponda a cada medio y una letra: “M” para muestras destinadas al análisis microbiológico y “F” para físicoquímico.

Análisis microbiológico

Las muestras para análisis microbiológico se conservaron en congelación a -20°C ,²² para ser remitidas a los laboratorios de Bacteriología y Micología del Departamento de Microbiología e Inmunología de la FMVZ-UNAM. La descongelación de las muestras se realizó gradualmente colocándolas a 4°C durante 24 horas. Una vez descongeladas las muestras se agitaron con vortex con el objetivo de homogeneizarlas y liberar las bacterias que pudieran encontrarse atrapadas en los glóbulos de grasa. Para la realización del aislamiento se colocaron 30 μl de la muestra en una placa de agar sangre y agar McConkey en la primera estría para realizar el primocultivo, ambas placas se incubaron a 37°C durante 24 horas en condiciones de aerobiosis con el fin de identificar únicamente bacterias mesofílicas facultativas. En caso de no observar crecimiento se incubaron durante 48 horas más hasta descartar crecimiento bacteriano. Los cultivos fueron examinados para determinar la morfología macroscópica de las colonias desarrolladas. A partir de las colonias representativas se realizó un frotis teñido con Gram para guiar la identificación bioquímica recomendada por Carter.²³ A los cocos Gram positivos catalasa positivos se realizaron las pruebas bioquímicas correspondientes para identificarlos como *Staphylococcus* spp o *Micrococcus* spp; en el caso de pertenecer al género *Staphylococcus* se realizó la prueba de coagulasa para identificarlos como *Staphylococcus* coagulasa positivo o coagulasa negativo. En el caso de los cocos Gram positivos catalasa negativos se identificaron como *Streptococcus* y

con la prueba de Christie, Atkins y Munch-Peterson (CAMP) esculina se llegó a la especie (*S. agalactiae*, *S. dysgalactie* o *S. uberis*).

La identificación de levaduras se realizó siguiendo los procedimientos recomendados por Segundo²⁴ utilizando la metodología tradicional basada en la combinación de criterios morfológicos y bioquímicos.

Análisis fisicoquímico:

Las muestras para análisis fisicoquímico, se conservaron en refrigeración a 4°C,²⁵ y fueron remitidas en un máximo de tres días a la Unidad de Servicios de Diagnóstico y Constatación (USEDICO) perteneciente al CEIEPAA - FMVZ – UNAM, donde se realizó la medición del contenido grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales utilizando el equipo MilkoScanTM Minor Type siguiendo las recomendaciones del fabricante.¹⁸ Previamente a su análisis todas las muestras fueron calentadas en un baño de agua hasta alcanzar 35° C y justo antes de entrar al Milkoscan se homogeneizaron de manera manual.

Análisis de resultados

La información fisicoquímica obtenida se analizó mediante un modelo lineal general multivariado para observaciones repetidas para evaluar el efecto del momento de medición a partir del parto sobre las variaciones en la composición fisicoquímica del calostro.²⁶ Dicho análisis se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico JMP versión 7.0.²⁷

RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas entre medio izquierdo y derecho en los análisis fisicoquímicos.

En la Figura 1, se presentan los valores promedio de sólidos totales obtenidos en los cinco momentos de muestreo realizados en el estudio. En dicha Figura se observa que el valor promedio de sólidos totales obtenido en las 0 horas (33.6%) fue significativamente mayor que todos los tiempos ($P < 0.05$). Posteriormente el valor decreció de manera importante durante las primeras 12 horas postparto, para luego mantenerse sin diferencia estadística significativa ($P > 0.05$), entre las 12 y 24 horas (22.57 y 20.51% respectivamente). Dicho valor nuevamente decreció entre las 24 y 72 horas ($P < 0.05$); finalmente no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) entre las 72 y 168 horas postparto (17.76 y 13.89% respectivamente).

En la Figura 2, se presentan los valores promedio de grasa obtenidos en el estudio. En dicha Figura se observa que el valor más elevado se encontró a las 0 horas (10.93%; $P < 0.05$). Posteriormente ocurrió un descenso en el porcentaje promedio durante las primeras 12 horas postparto, a partir de este momento la grasa se mantuvo sin diferencia ($P > 0.05$) entre los tiempos 12, 24 y 72 horas (7.67, 7.25 y 7.92% respectivamente). El nivel de grasa nuevamente volvió a descender a las 168 horas ($P < 0.05$), registrándose el valor más bajo del estudio (5.31%).

En la Figura 3, se presentan los valores promedio de proteína obtenidos en los cinco momentos de muestreo realizados en el estudio. Dicha Figura muestra que el valor más alto y notablemente mayor que todos los tiempos ($P < 0.05$) fue registrado en las 0 horas (16.92%); el valor disminuyó rápidamente durante las primeras 12 horas para luego mantenerse sin diferencia estadística ($P > 0.05$) entre las 12 y 24 horas (9.94 y 6.16% respectivamente). Posteriormente entre las 24 y 72 horas el nivel de proteína se redujo y

finalmente los valores registrados entre las 72 y 168 horas (4.07 y 3.70% respectivamente) se mantuvieron sin diferencia estadística significativa ($P>0.05$).

La Figura 4 presenta los porcentajes promedio de lactosa obtenidos en el estudio. Dicha Figura muestra que este componente presentó su valor más bajo (3.92% $P<0.05$) a las 0 horas, a partir de este momento fue incrementándose en las siguientes 12 y 24 horas (4.72 y 5.20% respectivamente) mostrando diferencia estadística significativa ($P<0.05$) entre estos tiempos, posteriormente entre las 24 y 72 horas el valor promedio de lactosa presentó un descenso, para luego mantenerse sin diferencia ($P>0.05$) entre las 72 y 168 horas postparto (4.18 y 4.48% respectivamente).

En la Figura 5, se presentan los porcentajes promedio de sólidos no grasos obtenidos en los cinco momentos de muestreo realizados en el estudio. En dicha Figura se observa que el valor más alto se presentó a las 0 horas (22.66% $P<0.05$). El porcentaje promedio disminuyó entre las 0 y 12 horas, a partir de este momento se mantuvo sin diferencias significativas ($P>0.05$) entre las 12 y 24 horas (14.9 y 13.26% respectivamente), nuevamente el valor volvió a reducirse entre las 24 y 72 horas. No se encontró diferencia ($P>0.05$) entre los promedios de las 72 y las 168 horas (9.85 y 8.58% respectivamente).

El Cuadro 1 enlista las bacterias identificadas dentro del estudio microbiológico, en él se aprecian siete animales diferentes donde *Staphylococcus coagulasa negativo* fue el microorganismo más frecuentemente encontrado, al presentarse en las muestras de cinco cabras en los siguientes momentos: T28, medio izquierdo, a las 168 horas; T41, medio derecho, a las 72 horas; S122, en el medio derecho, a las 72 y 168 horas; T25, medio izquierdo, a las 168 horas; S25, medio derecho, a las 0 horas; S152, medio derecho, a las 0 horas. Por su parte *Streptococcus dysgalactiae* fue encontrado en la

cabra S122, en el medio derecho, a las 0 horas, y *Streptococcus uberis* fue encontrado en la cabra S176, en el medio izquierdo, a las 12 horas.

No se aislaron hongos en ninguna muestra.

DISCUSIÓN:

Los resultados obtenidos en este estudio apoyan la hipótesis de que los componentes fisicoquímicos del calostro caprino varían conforme avanzan los días postparto.

La evolución de los valores en los porcentajes de grasa, proteína y lactosa obtenidos en este estudio, coinciden con lo encontrado por Argüello,³ Ludueña²⁸ y Bergman,²⁹ al estudiar la evolución del calostro caprino a leche y los cambios que éste tiene en su composición conforme va completando su transición a leche. Dichos autores reportan una disminución drástica en los niveles de grasa y proteína dentro de las primeras 24 horas postparto, para posteriormente disminuir de manera mucho menos marcada y presentar poca variación con respecto a los valores de la leche normal a partir de las 72 horas postparto. Sin embargo, el porcentaje promedio de grasa en este estudio mostró un incremento en la medición correspondiente a las 72 horas, posiblemente generado porque las cabras fueron ordeñadas mecánicamente una vez al día entre las 8:00 y 9:00 horas a partir del segundo día postparto y debido a que el 90% de las cabras utilizadas en esta investigación parieron alrededor del medio día, es posible que las muestras ordeñadas para el análisis fisicoquímico de las 72 horas postparto correspondieran a leche residual, la cual posee un mayor contenido de grasa que la leche cisternal,³⁰ la cual fue removida durante el ordeño mecánico.

El alto porcentaje de proteína obtenido a las 0 horas postparto se puede atribuir a lo mencionado por Csapó,³¹ quien al estudiar la composición del calostro de cabras lecheras, encontró que el elevado contenido de proteínas en el calostro obtenido después del parto se debe principalmente a las inmunoglobulinas. Sin embargo la cantidad de proteína medida en el presente estudio disminuyó rápidamente y de manera muy marcada dentro de las 12 y 24 horas postparto. Este rápido descenso en el porcentaje de proteína concuerda con los tiempos reportados por Argüello,³² Constant,³³ Staley³⁴ y

Dos santos,³⁵ quienes encontraron que la mortalidad y la susceptibilidad a infecciones en cabritos recién nacidos están relacionadas con la cantidad de IgG adquiridas durante las primeras 24 horas de vida, principalmente durante las primeras 12 horas, tiempo en el cual la barrera intestinal para macromoléculas se encuentra permeable.

Los porcentajes de sólidos totales, grasa, proteína y sólidos no grasos encontrados a las 168 horas (7días), son similares a los reportados por Park³⁶ al realizar un estudio comparativo entre las características fisicoquímicas de leche de oveja y cabra. Sin embargo los valores encontrados en el presente estudio son ligeramente inferiores a los reportados por Althaus³⁷ en leche de cabras argentinas de raza Saanen, a los siete días postparto, con una dieta similar a la utilizada en los animales de este estudio. La diferencia entre los valores posiblemente está dada porque en este trabajo se utilizaron únicamente cabras primíparas y la metodología utilizada por dicho autor menciona la utilización de cabras de primero y segundo parto, por otra parte las variaciones en la calidad de los ingredientes de la dieta de cada trabajo pudieron afectar la composición química de la leche.

El porcentaje de lactosa encontrado en este estudio fue menor en el calostro que en la leche (168 horas), Althaus³⁷ menciona que la baja concentración de lactosa en el calostro le confiere la propiedad de disminuir la incidencia de diarreas al mantener baja la presión osmótica. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la lactosa evolucionó de manera diferente que el resto de los componentes medidos; a diferencia de la grasa y proteína el valor de la lactosa mostró sus niveles más bajos en el momento del parto, e incrementó su valor de manera más suave conforme transcurría el tiempo postparto, esta evolución coincide con lo reportado por Hadjipanayiotou³⁸ al estudiar la composición del calostro y leche de cabra.

Los valores obtenidos en los porcentajes de sólidos totales y sólidos no grasos a las 168 horas postparto son ligeramente superiores a los obtenidos por Estévez³⁹ con cabras especializadas en producción de leche, bajo un sistema de pastoreo intensivo. La diferencia entre valores puede deberse al sistema de alimentación, ya que las cabras utilizadas en este trabajo permanecieron previamente al estudio y durante el desarrollo del mismo, bajo estabulación total.

Los resultados obtenidos en el contenido de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos en los muestreos de las 72 y 168 horas postparto cumplen con las especificaciones establecidas en la Norma Mexicana NMX-F-728-COFOCALEC-2007⁵ para leche de cabra.

Las muestras de calostro obtenidas para el análisis microbiológico se conservaron mediante congelación a -20°C. Sánchez²³ y McDougall⁴⁰ al estudiar el efecto de la congelación sobre la recuperación de bacterias a partir de leche de cabra congelada, observaron que es posible el aislamiento bacteriano a partir dichas muestras. En el presente estudio no se encontraron hongos presentes en ninguna de las muestras de calostro, los aislamientos bacterianos se lograron en las muestras de pocos animales y en todos los casos corresponden a bacterias gram positivas, posiblemente porque los microorganismo gram negativos son más susceptibles a sufrir lesiones por congelación. Resultados similares reportó Sánchez,²³ quien observó una disminución de bacilos gram negativos en comparación con los *Staphylococcus* coagulasa negativos recuperados después de la congelación.

Ninguna de las cabras utilizadas en este trabajo presentó mastitis clínica durante la realización del mismo, sin embargo los *Staphylococcus* coagulasa negativos aislados en este estudio coinciden con los encontrados en leche de cabras con mastitis subclínica por McDougall⁴⁰ Ajuwape,⁴¹ De la Fe⁴² y Sánchez.²³ Es posible que los

microorganismos aislados en este estudio provengan de cabras que presentaban mastitis subclínica al momento del muestreo.

Al poder determinar con mayor precisión el momento en que calostro ha completado su transición a leche, es posible evitar la presencia de calostro en leche utilizada para la elaboración de quesos y prevenir los efectos negativos que el calostro ocasiona en el proceso de fabricación de este producto, asimismo un criterio no evaluado en este estudio, pero de importancia relevante durante el inicio de la lactación, es poder diferenciar dentro de la cantidad de proteína total que porcentaje corresponde a la caseína y cual a las inmunoglobulinas, para asegurar según sea el caso la producción de queso⁴³ o la sobrevivencia de las crías.

CONCLUSIONES

Se concluye que en cabras primiparas de genotipo lechero en estabulación total a partir de las 72 horas posteriores al parto el calostro ha tenido suficientes cambios en su composición fisicoquímica para no presentar diferencia significativa con la composición de la leche normal y puede comenzar a utilizarse para consumo e industrialización.

La congelación de calostro y leche de cabra para su posterior análisis microbiológico es una herramienta útil en el estudio de su microbiota, sin embargo es necesaria más investigación acerca de los efectos de la congelación sobre los microorganismos presentes en el calostro caprino.

En México se requieren mayores estudios sobre las diferentes características del calostro caprino.

REFERENCIAS

1. Norma Mexicana NMX-F-728-COFOCALEC-2007 Sistema producto leche – alimentos – lácteos – leche cruda de cabra – especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de Enero de 2008.
2. Buxade C. Zootecnia bases de producción animal Tomo 9 Producción Caprina. Madrid: Mundi-Prensa, 1996.
3. Argüello A, Ginès R, Capote J, Lopez JL. Composición química y características físicas del calostro caprino. Vet. Arg. Bs. As. 1998;15(148):573-578.
4. Bone J. Fisiología y anatomía animal. México, DF.: El Manual Moderno SA. De CV. 1983.
5. Buxade C. Zootecnia bases de producción animal Tomo 2 Reproducción y Alimentación. Madrid: Mundi-Prensa, 1995.
6. Scott R. Fabricación de Queso. Zaragoza: Acribia, S.A., 1991.
7. Corcy JC. La Cabra. Barcelona: Mundi-Prensa, 1993.
8. Larcher I. La Fabrication Fromagere Fermiere. Le Chaffaut: Centre Fromager de Carmejane, 2002.
9. Arthur GH, Noakes DE, Pearson H. Reproducción y obstétrica veterinaria, 6^{ta} edición, interamericana McGraw-hill Madrid 1991.
10. Urroz C. Elementos de anatomía y fisiología animal. Costa Rica: EUNED, 1991.
11. Walstra P, Jenness R. Química y Física Lactológica. Zaragoza: Acribia S.A., 1987.
12. SIAP-SAGARPA. Datos elaborados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2009. Disponible en el URL:

http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=362.

13. Trujillo GA, Almueda F. Consumo de quesos de cabra en la ciudad de Tequisquiapan, Qro. México, Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura; 2004 octubre 13-15; Acapulco (Guerrero) México. México (DF): Asociación Mexicana de Producción Caprina, AC, 2004.
14. Madrid A. Nuevo Manual de Tecnología Quesera. Madrid: Mundi-Prensa, 1994.
15. Sánchez C. Elaboración de quesos: fallas y posible soluciones. FONAIAP Divulga [de serie en línea] 1996 Ene-Mar;52. Disponible en el URL: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTecnicas/FonaiapDivulga/fd52/quesos.htm>
16. Scholz W. Elaboración de Quesos de Oveja y Cabra. Zaragoza: Acribia S.A., 1995.
17. Madrid A. Nuevo Manual de Tecnología Quesera. Madrid: Mundi-Prensa, 1994.
18. MilkoScan™ Minor Type 78100 Manual de operación.
19. Adams MR, Moss MO. Microbiología de los Alimentos. Zaragoza: Acribia SA, 1997.
20. ICMSF. Ecología microbiana de los Alimentos. Factores que afectan la supervivencia de los microorganismos en los alimentos. Vol 1. Zaragoza: Acribia S.A., 1980.
21. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepag/localizacion.htm>
22. Sánchez A, Contreras A, Jimenez J, Luengo C, Corrales JC, Fernandez C. Effect of freezing goat milk samples on recovery of intramammary bacterial pathogens. Vet Microbiol 2003;94:71-77.

23. Carter GR. Diagnostic procedures in veterinary bacteriology and mycology. 4th ed. Illinois: Charles C Thomas Publisher, 1984. Pág. 161,167, 370.
24. Segundo ZC. Caracterización de hongos unicelulares aislados de leches normales y mastíticas, mediante pruebas bioquímicas y moleculares (tesis de doctorado). México, D.F.: UNAM.FMVZ.2008. Pág.12, 23-27.
25. Argüello A, Castro N, Capote J. Conservación y descongelación de calostro. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, 2005.
26. Johnson Ra, Wichern DW. Applied Multivariate Statistical Analysis 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998. Johnson Ra, Wichern DW. Applied Multivariate Statistical Analysis 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998.
27. SAS Institute Inc., Cary N. C., 2007
28. Ludueña F, Peralta S, Arroyo O, Fung L, Gonzales C. Caracterización Físicoquímica y Microbiológica de la Leche de Cabra y su conservación mediante la activación del sistema lactoperoxidasa. Mosaico Cient 2006;3:17-26.
29. Bergman AJ, Turner CW. The Composition of the colostrums of the dairy goat. J Dairy Sci 1973;20:37-45.
30. Folley SJ, Knaggs GS, 1966. Milk-ejection activity (oxytocin) in the external jugular vein blood of the cow, goat and sow in relation to the stimulus of milking or suckling. J Endocrinol 1966;34:197-214.
31. Csapó J, Csapó-Kiss Z, Martin TG, Szentpeteri J, Wolf G. Composition of colostrum from goats, ewes and cows producing twins. Dairy J 1994:445-458.

32. Argüello A, Castro N, Zamorano M.J, Castroalonso A, Capote J. Passive transfer of immunity in kid goats fed refrigerated and frozen goat colostrum and commercial sheep colostrum. *Small Rum Res* 2004;54:237-241.
33. Constant SB, Leblanc MM, Klapstein EF, Beebe DE, Leneau HM, Nunier CJ. Serum immunoglobulin G concentration in goats kids fed colostrum or a colostrum substitute. *J Am. Vet Med Assoc* 1994;205:1759-1762.
34. Staley TE, Bush LJ. Receptor mechanisms of the neonatal intestine and their relationship to Ig absorption and disease. *J Dairy Sci* 1985;68:184-205.
35. Dos Santos G.T, Bertolini DA, Macedo F, Prado I, Martins E. Variabilidade em imunoglobulina G (IgG) no colostro de cabra de primeira ordenha e absorcao intestinal de IgG pelos cabritos recém-nascidos. *Arquivos Biologicos y Tecnologicos* 1994;37:285-292.
36. Park YW, Juárez M, Ramos M, Haenlein GFW. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rum Res* 2007;68:88-113.
37. Althaus RI, Malinskas GAG, Coraza M, Tschopp JC. Estudio de la composición química y mineral en la leche de cabras saanen a lo largo de la lactación. XXII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia; 1997 octubre 6-8; Puerto de la Cruz, (Tenerife) España, GC, CAGPA, 1998:191-197.
38. Hadjipanayiotou M. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum and goats. *Small Rum Res* 1995;18:255-262.
39. Estévez DI, Gaspar SD, Plata RM, Trujillo GA, Ducoing WA. Características fisicoquímicas y microbiológicas de leche de cabra de diferentes grupos genéticos. *Memorias de la XXII Reunión Nacional sobre Caprinocultura; 2007*

- octubre 3-5; Zacatecas (Zacatecas) México. Asociación Mexicana de Producción Caprina AC, 2007:27-28.
40. McDougall S. Recovery of bacteria from goat's milk following freezing and the prevalence of bacterial infection in milk from goats with an elevated somatic cell count. *New Zeal Vet J* 2000;48:27-29.
41. Ajuwape ATP, Roberts AA, Solarin OO, Adetosoye AI. Bacteriological and haematological studies of clinical mastitis in goats in Ibadan, OYO State, Nigeria. *Small Rum Res* 2005;60:307-310.
42. De la Fe C, Amores J, Gómez A, Corrales JC, Sánchez A, Contreras A. Mastitis ovinas y caprinas: Principales agentes infecciosos y estrategias de control. *Memorias del 2º Curso internacional sobre enfermedades de los ovinos y de los caprinos; 2008 diciembre 1-3; Tequisquiapan, (Querétaro) México. CEIEPA-FMVZ-UNAM, 2008: 155-165.*
43. Raynal-Ljutovac K, Gaborit P, Lauret A. The relationship between quality criteria of goat milk, its technological properties and the quality of the final products. *Small Rum Res* 2005;60:167-177.

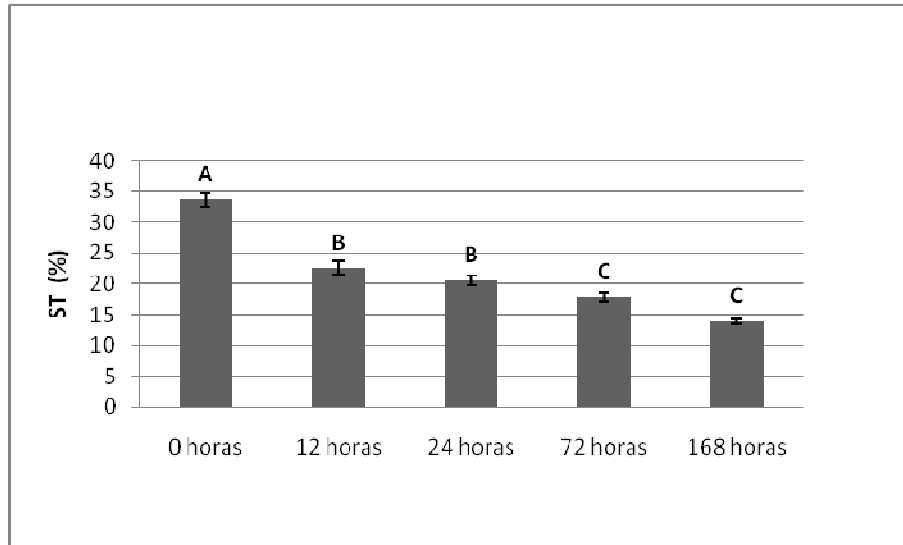


Figura 1. Porcentaje promedio de sólidos totales en los diferentes tiempos de muestreo posteriores al parto. A, B, C Literales distintas indican diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de sólidos totales de las muestras ($P < 0.05$).

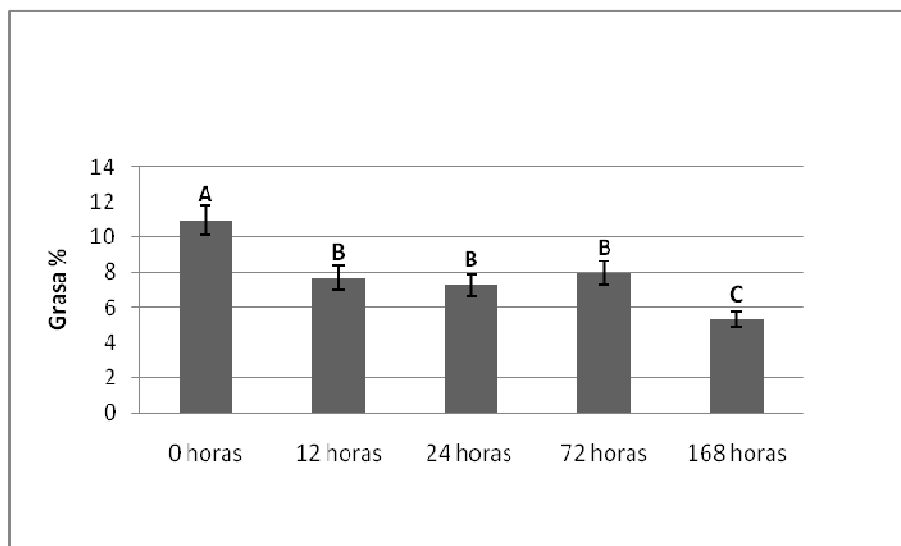


Figura 2. Porcentaje promedio de grasa en los diferentes tiempos de muestreo posteriores al parto. ^{A, B, C} Literales distintas indican diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de grasa de las muestras ($P < 0.05$).

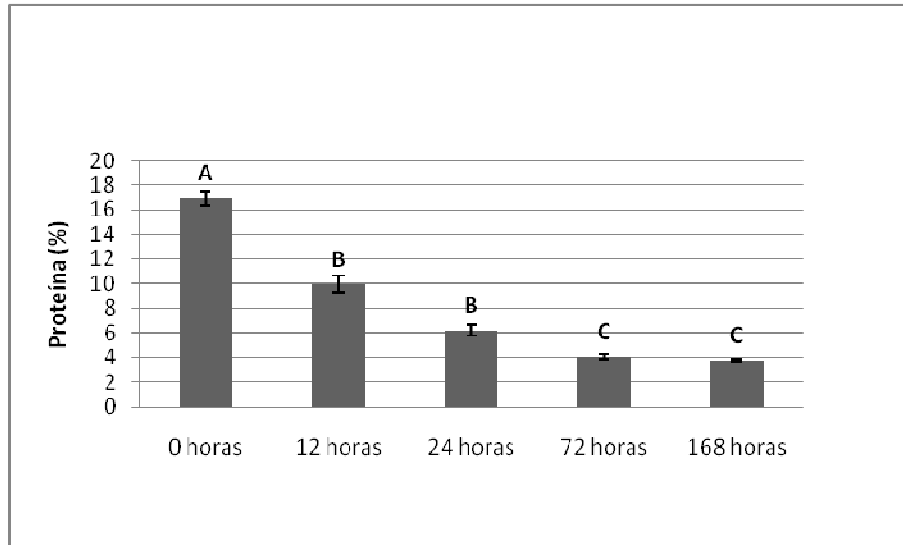


Figura 3. Porcentaje promedio de proteína en los diferentes tiempos de muestreo posteriores al parto. ^{A, B, C} Literales distintas indican diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de proteína de las muestras ($P < 0.05$).

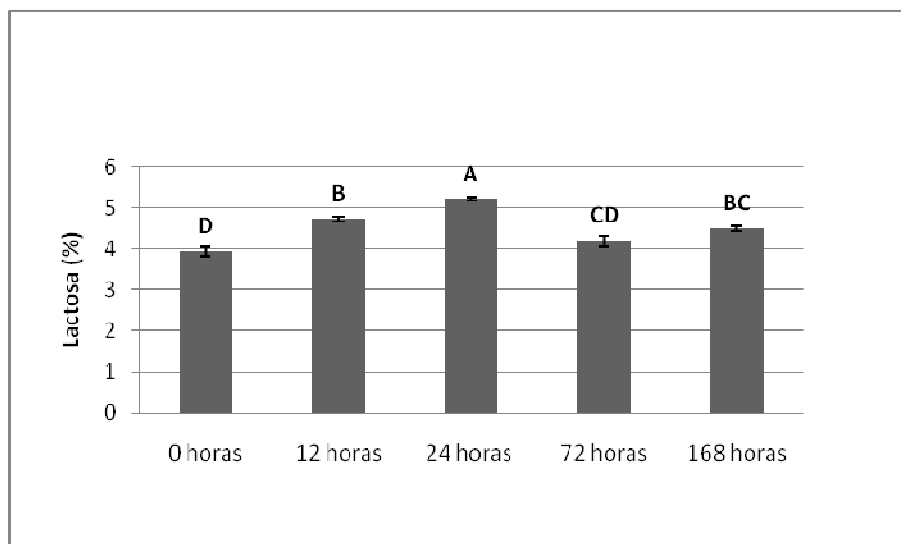


Figura 4. Porcentaje promedio de lactosa en los diferentes tiempos de muestreo posteriores al parto. ^{D, B, A, CD, BC} Literales distintas indican diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de lactosa de las muestras ($P < 0.05$).

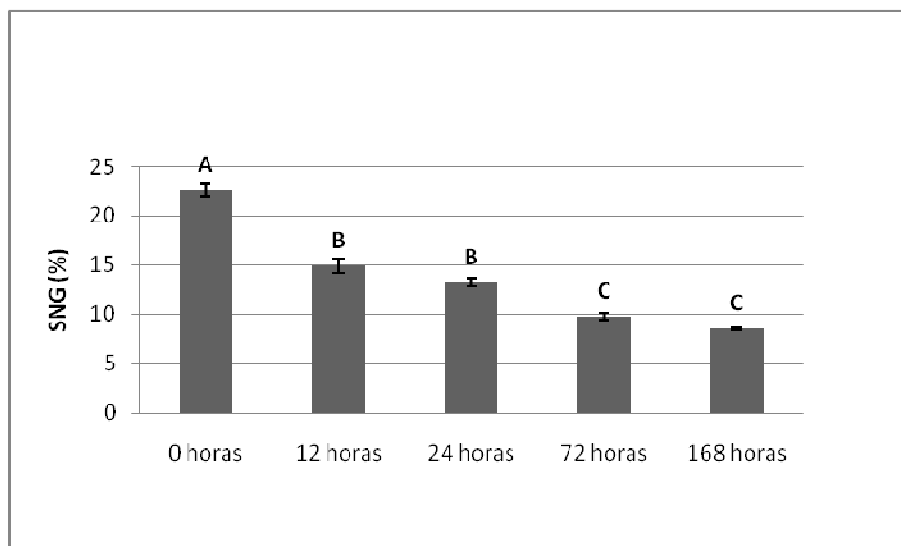


Figura 5. Porcentaje promedio de sólidos no grasos (SNG) en los diferentes tiempos de muestreo posteriores al parto. A, B, C Literales distintas indican diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de sólidos totales de las muestras ($P < 0.05$).

Cuadro 1. Bacterias identificadas en los diferentes momentos de muestreo.

Cabra	Medio	0 horas	12 horas	24 horas	72 horas	168 horas
T28	Izq					<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>
T41	Der				<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>	
S122	Izq	<i>Streptococcus dysgalactiae</i>		<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>		<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>
S176	Der		<i>Streptococcus uberis</i>			
T25	Izq					<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>
S25	Der	<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>				
S152	Der	<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>				