



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“SANIDAD MAMARIA EN OVEJAS HÍBRIDAS A TRAVÉS DEL CONTEO DE
CÉLULAS SOMÁTICAS EN UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN COMERCIAL”

TESIS

Que para obtener el título de
Médico Veterinario Zootecnista

PRESENTA:

PMVZ. EMMANUEL GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

ASESORES:

Dr. en BCA. JORGE OSORIO AVALOS

PhD. OCTAVIO ALONSO CASTELÁN ORTEGA



Toluca, Estado de México; 14 de noviembre de 2024

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Células somáticas	5
2.2 Conteo de células somáticas.....	5
2.3 Factores que afectan el conteo de células somáticas en ovejas.	6
2.4 Relación Producción de leche-conteo de células somáticas.....	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	10
4. HIPÓTESIS.....	11
5. OBJETIVO.....	12
6. MATERIAL	13
6.1 Material biológico.	13
6.2 Material de recolección de muestras.	13
6.3 Instalaciones y equipo de laboratorio.....	13
6.4 Material de campo.....	13
7. MÉTODO.....	14
8. LÍMITE DE ESPACIO.	16
9.	

1. INTRODUCCIÓN

En México las actividades pecuarias mantienen una gran importancia en el sector primario lo que ha servido como una base al desarrollo del país la producción de ovinos para consumo es la actividad mas diseminada en el medio rural; esta empezó un proceso de diversificación en la década de los noventa lo que se tradujo en un aumento del inventario animal, el cual paso de seis a casi nueve millones; además de esto se cuenta con una gran diversidad de climas, lo que hace que existan diversos sistemas de producción ovina (Ruan, 2017). Estos sistemas van desde los altamente tecnificados hasta los trashumantes que se mantienen en condiciones totalmente extensivas. La industria de leche ovina en México está cobrando importancia para la transformación en quesos y otros productos que hoy se comercializan exitosamente y solo algunas unidades de producción ubicados principalmente en los estados de Querétaro, Guanajuato, Puebla y México son reconocidas por esta actividad (Ángeles *et al*; 2014).

Hablar de calidad de la leche significa para el consumidor, hablar de productos de buena calidad y presentación, mientras para el ganadero es mayor producción al tener su rebaño sano y, por lo tanto, mayores ingresos por venta de la leche y su transformación; en el territorio mexicano los premios por calidad de leche se basan primordialmente en los porcentajes de grasa, crioscopía, redactase, proteína y específicamente por tener niveles bajos de células somáticas. Las células somáticas son células blancas propias del organismo que sirven como defensa a la glándula mamaria de la oveja contra organismos patógenos (García, 2003).

La cría de ovejas lecheras ha adquirido mayor importancia gracias a la selección genética, así como mejorar las condiciones de alimentación (Haelein, 2007), lo que ha llevado a mayores rendimientos de leche, una mejor composición y características de la leche (Barrillet *et al*; 2001). Las diferentes características que han sido relacionados con la longevidad funcional son: la morfología de la ubre (Fernández *et al*; 1997), caracteres en el flujo de leche (Marnet *et al*; 1999) y el conteo de células somáticas (CCS) (Barrillet *et al*; 2006; Makovický Pa *et al*; 2013) que se encuentran asumiendo un papel más importante dentro de estos programas de mejoramiento (Ugarte y Gabina, 2004).

Por lo tanto en los últimos años, varios rasgos se han relacionado con la longevidad funcional: la morfología de la ubre, los rasgos del flujo de leche y el conteo de células somáticas están asumiendo un papel importante dentro de estos programas de mejoramiento. A nivel internacional, mejorar la salud del ganado tiene un interés cada vez mayor para la industria láctea y los consumidores. El conteo de células somáticas en leche es un parámetro confiable para diagnosticar indirectamente estado de salud de las glándulas mamarias y es, por tanto, una herramienta eficaz para controlar trastornos mamarios como la mastitis (Ugarte *et al*, 2004).

Se ha puesto cada vez más énfasis en reducir el conteo de células somáticas (CCS) de la leche para mejorar la calidad de la leche en los rumiantes lecheros, pudiendo considerarse la inclusión del CCS en un programa de mejora genética destinado a la reducción del CCS y la frecuencia de mastitis clínica en ovejas lecheras (Makovický *et al*; 2014).

La selección para mejorar la resistencia a la mastitis se puede hacer directamente, seleccionando resistencia a la mastitis misma, o indirectamente seleccionando un rasgo correlación; el conteo de células somáticas se ha promovido como un método indirecto para predecir infecciones mamarias y como criterio de selección para mejorar la resistencia a la mastitis subclínica (Barillet , 2007).

La importancia del conteo de células somáticas (CCS) es que podemos conocer si la leche que obtenemos de la glándula mamaria es de buena calidad, así mismo, conoceremos el estado de salud de ésta al obtener un número elevado de células somáticas. En países de gran tradición dentro de las unidades de producción de ovejas lecheras, con el enfoque en el mejoramiento genético, es uno de los principales criterios de selección para identificar aquellos genotipos que son más resistentes a la presentación de mastitis subclínicas que ocasionan pérdidas económicas (Reyes y Cedeño 2008).

El CCS es el número de células por mililitro de leche, es por consiguiente un indicador útil para la concentración de leucocitos en leche. El CCS, es usado como un indicador de la salud de la glándula mamaria (Bradley y Green, 2005). La determinación del contenido de células somáticas de la leche en el tanque, en la oveja o de los medios de la ubre es el medio auxiliar de diagnóstico más importante, para juzgar el estado de salud |de un rebaño. Con un análisis de resultados de las células somáticas en el rebaño se corrobora la calidad de la leche, que también es necesario obtener los resultados del tanque cuatro veces por mes (Wolter y Kloppert, 2004).

Una leche considerada normal puede tener macrófagos, neutrófilos, linfocitos y células de tejido glandular. Los ovinos presentan mayor capacidad de limitar las infecciones durante el periodo perinatal, esto puede deberse a la gran resistencia y adaptabilidad (Ledda y Santis, 2000).

En México existen limitados estudios de la calidad de la leche y en específico del CCS en unidades de producción ovina, y este debería ser un criterio específico para la selección de ovejas, además que es fundamental para determinar el estado de salud del rebaño. Es por ello, que el objetivo del presente estudio es determinar el grado de sanidad mamaria en ovejas híbridas de las razas Awassi, East Friesian y Lacaune a través del conteo de células somáticas (CCS) en una unidad de producción comercial ubicada en el Estado de Querétaro, México.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Células somáticas

Las células somáticas que se encuentran en la leche de los rumiantes, están integradas por una variedad de células, entre las que se incluyen en los leucocitos polimorfonucleares neutrófilos (PMN) son los: macrófagos, linfocitos, eosinófilos y células epiteliales de la glándula mamaria. Se diferencian las células que se aíslan en leche que proceden de una ubre sana, son principalmente células del epitelio y del conducto mamario (Riggio *et al*; 2015).

Cuando existe una infección intramamaria (IIM) se desencadena un mecanismo de quimiotaxis y diapédesis, mediante el cual los neutrófilos fluyen a la leche como respuesta a estímulos químicos mediados por la liberación de citoquinas de macrófagos, así como por la presencia de toxinas bacterianas y otros productos resultantes de la reacción inflamatoria (Gonzalo *et al*; 1998; Paape y Contreras, 2000). Los leucocitos se adhieren a la pared del vaso y llegan al espacio tisular que rodea a los alveolos. Cuando las células secretoras mamarias mueren, se desprenden de la membrana basal que rodea al alvéolo, dejando un espacio para que las células y otros componentes sanguíneos (seroalbúmina, proteínas séricas, iones sodio y cloro) fluyan desde el espacio tisular perialveolar hasta la leche alveolar, ocasionando con ello el paso de lactosa a la sangre (Stelwagen *et al*; 1994). También existe una relación alta Na/K en leche que se asocia con los mecanismos que reducen la producción de leche debido al aumento de la permeabilidad de las uniones de lactocitos (Allen, 1990).

2.2 Conteo de células somáticas.

El conteo de células somáticas (CCS) es considerado como un buen indicador de una infección intramamaria (IIM), ya que refleja el número de neutrófilos que migran desde la sangre hasta la glándula mamaria en respuesta a una infección. Bergonier *et al*. (2003) lo consideran un índice generalmente asociado a la instauración de una inflamación mamaria y por ello es utilizado de forma rutinaria en los sistemas de control de la calidad de leche de oveja, al igual que ocurre en el vacuno (Serieys *et al*; 1985), tanto a nivel individual en el marco del control lechero, como a nivel de leche de tanque (Schukken *et al*; 2003). El CCS es considerado un buen método indirecto, sensible y específico, para el diagnóstico del estado sanitario de la ubre, que permitirá estimar las pérdidas de potencial lechero provocadas por las mastitis subclínicas (Gonzalo *et al*; 1998).

El conteo de células somáticas de la leche de tanque (CCST) es ampliamente utilizado actualmente por los sistemas de control de calidad de la leche, para evaluar el estado higiénico-sanitario del rebaño. Sin embargo, en Europa que es una región muy importante en la producción de leche ovina, la legislación de la Unión Europea (Reglamento (CE) n° 853/2004) no establece un límite en la leche de pequeños rumiantes, tal como lo hace en vacuno, y son habitualmente fijados por la industria en los contratos que establece con los ganaderos. Ariznabarreta (1999), clasificó las explotaciones en función del conteo celular de la leche de tanque, relacionándolo con la prevalencia de mastitis subclínica (cuadro 1). Así considera un rebaño con buen estado sanitario cuando obtiene valores de $CCST \times 10^6$ cel/mL,

que estaría relacionado con una prevalencia del 30% en glándulas y un 45% en ovejas afectadas. En España Arias (2009), referencia en un 39% las ganaderías de raza Manchega en control lechero con CCST>106 cel/mL, porcentaje superior al 27% citado por Ramón *et al.* (2004).

Arias *et al.* (2011), estima con los CCST el porcentaje de ovejas con conteos individuales que indicarían una posible mastitis subclínica. Este estudio indica que con un CCST=10⁶ cel/mL el porcentaje de ovejas con un conteo individual superior a 500.000 cel/mL se encuentra entre el 26.49% y el 39.44%.

Cuadro 1. Prevalencia de infecciones intramamarias en función del CCST

ESTADO SANITARIO	CCS (x10 ³ /ml)	Prevalencia de mastitis (%)	
		x glándula	x oveja
Bueno	<500	15	30
Mediocre	500 - 1,000	25	40
Malo	>1,000	30	45

Fuente: Ariznabarreta, 1999

Gonzalo *et al.* (2005), consideran que el CCS es un parámetro adecuado para la monitorización de la salud de la ubre y como criterio de pago por calidad en la leche de oveja.

2.3 Factores que afectan el conteo de células somáticas en ovejas.

Se han descrito diversos factores de variación del CCS en leche de rumiantes. Se ha demostrado que el principal factor es el infeccioso, existiendo una alta correlación no sólo con el conteo de células a nivel de la glándula mamaria, sino también a nivel de la leche de tanque (Leitner *et al.*; 2016). No obstante, existen otros factores que pueden provocar una variación en el CCS: rebaño, estado de lactación, número de lactación, tipo de parto y las interacciones entre ellos (Ariznabarreta *et al.*; 2002; Arias *et al.*; 2012).

La respuesta inflamatoria que se produce es diferente para cada tipo de bacteria, y ésta influye de forma diferente sobre los constituyentes de la leche (incluyendo caseínas o enzimas, como la plasmina) (Leitner *et al.*; 2006). Ariznabarreta *et al.* (2002), señalaron que los *micrococcos* y las *corynebacterias* se asociaban a bajos CCS (logCCST=4.85-5.20 cel/mL), mientras que la presencia de una infección de la glándula a partir de *streptococos* y *enterococos* se relacionaba con una respuesta inflamatoria aguda que da lugar a unos conteos superiores (logCCST=5.92-6.32 cel/mL). Asimismo, Gonzalo *et al.* (2002) muestran que los mayores conteos celulares son provocados por infecciones de *Streptococcus agalactiae*, *Pasteurella* spp o *Staphylococcus aureus*.

Por otro lado, se han descrito factores no infecciosos como causa de variación del CCS. Uno de los más importantes es el factor rebaño, como conjunto de diversos factores higiénico-

sanitarios, ambientales, de alimentación y manejo, así como el nivel genético de los animales (Arias *et al.*; 2012). Este efecto también se ha demostrado en leche de tanque, debido al efecto aditivo que provoca la presencia de conteos celulares altos de ovejas individuales, sin que por ello presenten signos clínicos de mastitis (Gonzalo *et al.*; 1994). Ramón *et al.* (2004) y Arias (2009), en raza Manchega, muestran al rebaño como el factor no infeccioso que mayor porcentaje de varianza explica del CCST, con un 26.40% y 56.15%, respectivamente. De entre todos los elementos que condicionan el factor rebaño cabe citar por su importancia la alimentación y el tipo de ordeño. La relación entre la alimentación y el CCS ha sido poco estudiada en pequeños rumiantes, admitiéndose que las deficiencias nutricionales podrían aumentar la susceptibilidad a las infecciones intramamarias (Pulina *et al.*; 2006). En cuanto al ordeño, se han señalado diferencias en el CCS en función de los parámetros de funcionamiento del ordeño mecánico, relacionándose sobre todo con el nivel de vacío y el número de pulsaciones. Díaz, 2000; Gonzalo *et al.*; 2005, han detectado altos CCS en ovejas ordeñadas a 42 vs 36 kPa ó a 120 vs 180 pulsaciones por minuto, por lo que es importante una adecuada regulación y mantenimiento de la sala de ordeño. Destaca la importancia que tienen las medidas higiénico-sanitarias del rebaño, sobre todo la aplicación de tratamientos de secado, logrando una disminución no sólo de la prevalencia de la infección sino también del conteo celular, aumentando la producción de leche (Gonzalo *et al.*; 2009).

Otro factor para considerar es el estado de lactación, produciéndose un incremento en el conteo de células somáticas conforme avanza la lactación, siendo su evolución inversa a la curva de producción de leche (Antunac *et al.*; 2007; Arias *et al.*; 2012). El CCST también varía en función de la época del año, en buena parte condicionada por el estado de las lactaciones a lo largo del año. Gonzalo *et al.* (2005) indican que, para el CCST, el factor mes asociado al rebaño representa el 16% del total de la variación, que podría explicarse según las diferentes prevalencias de las infecciones intramamarias a lo largo del año en cada rebaño, aunque también puede deberse al estado de lactación y manejo reproductivo de los rebaños. Arias (2009) destaca las diferencias entre el comportamiento estacional de los CCST de los rebaños en control lechero de la raza Manchega y de la totalidad de ganaderías en Castilla-La Mancha estudiadas. Así, mientras que en España los mayores CCST de la raza Manchega en control lechero se obtienen en invierno, en la totalidad de rebaños de Castilla-La Mancha los valores máximos se observan en verano y otoño, y el valor mínimo en primavera e invierno. Estas diferencias demostrarían que la producción de leche de raza Manchega presenta una influencia de la estacionalidad diferente y menos marcada que en otras razas y zonas de producción.

2.4 Relación Producción de leche-conteo de células somáticas.

Diversos autores han estudiado la influencia de las infecciones intramamarias (IIM) y del conteo de células somáticas sobre la producción y calidad de la leche, siendo los más importantes la disminución de la producción lechera, y la variación de su composición y del rendimiento quesero, especialmente por el aumento de la actividad proteolítica (Raynal-Ljutovac *et al.*; 2007). Una de las consecuencias directas de la instauración de las infecciones intramamarias en ovino es la reducción de la producción lechera (Martí, 2005). En oveja Manchega, se ha señalado una pérdida del potencial productivo entre el 15-20%, en caso de

IIM subclínicas con CCS del orden de 3.500×100 cel/mL (Peris *et al*; 1996). Asimismo, se han descrito pérdidas de producción de leche de aproximadamente un 10% con CCST de 106 cel/ml (Arias *et al*. 2015).

El mejoramiento genético, el estudio de las correlaciones fenotípicas entre el CCS y la producción de leche demuestra el antagonismo entre ambos parámetros. Serrano *et al*. (2003) señalaron las correlaciones negativas entre el conteo celular y la producción de leche en primera, segunda y tercera lactación (-0.08, -0.14 y - 0.15, respectivamente). Parece existir una relación más estrecha entre ambas variables conforme avanza la edad de la oveja, lo cual se ha asociado a una mayor incidencia de IMI subclínicas. Además, en aquellos rebaños con deficientes condiciones sanitarias y mayor prevalencia de IIM se obtienen valores de correlación entre el conteo celular y la producción de leche más elevados si se comparan con ganaderías en las que existe menor prevalencia de infección (Carriedo *et al*; 1988). Asimismo, Arias (2009) en raza Manchega, señalaron que conforme avanza la lactación, las correlaciones entre el conteo celular y la producción de leche aumentan, entre -0.09 y -0.15. Es decir, la pérdida de producción de leche como consecuencia de una IIM se hace más evidente al final de la lactación.

Las células somáticas también están relacionadas con la calidad de la leche y, como consecuencia, con los parámetros de coagulación de la leche (Sevi *et al*; 2000). En leche de ovejas con altos CCS se produce un aumento de la actividad proteolítica, lo que reduce el rendimiento y la calidad del queso (Leitner *et al*; 2004); las células somáticas en la leche contienen lisosomas que liberan enzimas proteolíticas, como elastasa, colagenasa, proteasas y catepsinas (Kelly y MacSweeney, 2003), que junto a la plasmina divide las caseínas de la leche (Le Roux, 1994). Además, hay que destacar que la leche con altos CCS tiene un pH más elevado, lo que repercute directamente en la aptitud de la leche para la coagulación y producción de queso (Arias, 2009).

El aumento del CCS y su relación con el contenido proteico plantea discrepancias entre los estudios realizados (Raynal-Ljutovac, 2007). Estas pueden ser debidas a muchos factores que afectan al contenido en proteína y al conteo celular en leche, como por ejemplo la disminución de la producción de leche cuando avanza la lactación, o por el aumento de proteínas séricas cuando aumenta el conteo celular (Auldish *et al*; 1996). Albenzio *et al*. (2005) no encuentran variación en la proteína total durante la lactación en ovejas con altos conteos, mientras que el contenido en caseínas disminuía un 19 y 17% a mitad y final de lactación, respectivamente, debido al aumento de proteínas séricas que compensarían la disminución de caseínas y demostraría por qué no varía la proteína total.

También existe controversia respecto al efecto sobre el contenido en grasa de la leche con altos CCS. Martí, 2005; Vivar-Quintana, 2006, reflejan que no existe efecto significativo en el contenido en grasa; mientras que Arias (2009) señala que el porcentaje en grasa experimenta un aumento significativo entre los rangos CCST106 cel/mL, que se cifra en un 3.5 %, probablemente debido a un efecto de concentración de grasa en los menores volúmenes de leche producida en circunstancias de IMI. Sin embargo, Sevi *et al*. (1999) indican una cierta reducción de su contenido.

En cuanto al contenido en lactosa, sí que existe una disminución significativa del contenido cuando aumentan los CCS. Pirisi *et al;* (2000) describen una disminución del 8% entre CCS106 y Vivar-Quintana (2006) hasta un 16% entre CCS < 500.000 cel/mL y CCS>3 x 10⁶ cel/mL. Arias (2009), en leche de tanque de oveja en Castilla-La Mancha, indica una reducción del 4.55 % en el contenido de lactosa cuando CCS>10⁶ cel/mL.

3. JUSTIFICACIÓN

Es posible que dentro del país se produzca leche de oveja, ya que existe ampliamente la experiencia en la producción de lácteos derivados de los bovinos y con esto es posible ofrecer estos productos a nivel nacional e internacional. La producción de leche de oveja en México tiene un lugar poco significativo en el contexto internacional. Sin embargo, su desarrollo, podría ser la base de una industria que represente soluciones a diversos problemas de mercado, empleo y nutrición. La leche de oveja ofrece una importante fuente de proteína de alto valor biológico, la cual puede ser consumida de diferentes formas gracias a los diversos procesos tecnológicos que se han desarrollado en el mundo. En la actualidad en México existe un bajo índice de ordeño y procesamiento de la leche de oveja, esto debido a que principalmente algunos centros de investigación y unidades de producción privadas son las que producen y utilizan esta leche para transformarla principalmente en la producción de quesos, aunque a pesar de que sea a una pequeña escala, se han obtenido resultados satisfactorios en la elaboración de estos, pero que en general se desconoce de la calidad leche producida para la elaboración de estos productos comerciales que son bien recibidos por la población en México.

El estudio representará un impacto a corto, mediano y largo plazo, que lleva como propósito incrementar la productividad a través de la identificación de aquellas ovejas con altos rendimientos productivos, haciendo énfasis sobre la calidad de la leche (con el menor número de células somáticas) y sea éste criterio con una base y fundamento para seleccionar la progenie, y con el propósito de la unidad de producción/empresa mejore sustancialmente los procesos en la elaboración, ofreciendo para su comercialización características conocidas y deseables de los quesos producidos con altos estándares de inocuidad, permitiendo otorgar un valor agregado a los productos elaborados.

Es por ello que este estudio pretende determinar y definir los niveles en el conteo de células somáticas aceptables buscando tener un impacto y con ello, aumentar el número de explotaciones con criterios comerciales para producir leche y derivados, como una alternativa de ampliar y diversificar la ganadería en el país, para ello es de suma importancia que se hagan investigaciones acerca de la calidad de la leche (conteo de células somáticas) en ovejas para así promover la aceptación de los productos lácteos provenientes de las ovejas con estándares de inocuidad, conduciendo también en la búsqueda de una mejora en los ingresos de los productores debido a los costos que estos productos tienen en el mercado. Es por esto por lo que se debe tener el conocimiento de los estándares de la cantidad normal de células somáticas presentes en la leche ovina de los genotipos ya presentes en México, como la Awassi, East Friesian y Lacaune.

4. HIPÓTESIS

Las ovejas híbridas de las razas Awassi, East Friesian y Lacaune presentan diferentes niveles de conteo de células somáticas en la leche, determinando el grado de sanidad mamaria.

5. OBJETIVO

Evaluar el grado de sanidad mamaria de ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune a través del conteo de células somáticas (CCS) durante un ciclo productivo de 100 días en una unidad de producción comercial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el grado de sanidad mamaria de ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune a través del conteo de células somáticas (CCS).
- Evaluar los factores ambientales (edad, tipo de parto y sexo de la cría(s)) en ovejas híbridas Awassi, East Friesian.

6. MATERIAL

6.1 Material biológico.

Se utilizaron 668 muestras de leche de 96 ovejas multíparas híbridas de las razas Awassi (AW), East Friesian (EF) y Lacaune (LC): F1 EF + LC (n=110), F1 LC + AW (n=103), $\frac{3}{4}$ AW + $\frac{1}{4}$ EF (n= 94), $\frac{3}{4}$ EF + $\frac{1}{4}$ LC (n=166) y $\frac{3}{4}$ LC + $\frac{1}{4}$ EF (n=215). Las ovejas presentaron un promedio de edad de 3.8 años. Las muestras fueron obtenidas por el periodo de lactación de 14 semanas (3 1/2 meses) del Rancho San Francisco en el municipio de Colón, Estado de Querétaro.

6.2 Material de recolección de muestras.

- Tubos tipo Corning de 15 ml para el análisis del conteo de células somáticas (CCS).
- Frascos colectores de 50 ml para el análisis de la calidad de la leche.
- Toallas desechables para limpieza de pezones.
- Guantes de nitrilo.
- Alcohol de 96°
- Algodón.
- Hielera.

6.3 Instalaciones y equipo de laboratorio.

Se cuenta con una sala de ordeño mecánica tipo paralelo con 40 espacios para ordeñar simultáneamente (DeLaval), equipados con cilindros medidores individuales de rendimientos de leche. Como equipo de laboratorio, se utilizará un contador de células somáticas Ekomilk somatic cells analyzer Scan, esenciales ambos equipos de laboratorio para obtener la información de primera mano para llegar a los objetivos derivado del Proyecto Productivo No. 6973 de la UAEM.

6.4 Material de campo.

- Registros del control lechero de los rendimientos individuales (cantidad y calidad de leche).
- Libretas de campo.
- Etiquetas y plumones indelebles.

7. MÉTODO.

Para registrar los datos de los rendimientos productivos y las tomas de muestras para los análisis de calidad de la leche, se llevó a cabo dentro de la unidad de producción de San Francisco, municipio de Colón, Estado de Querétaro. El ordeño mecánico se realizó en un horario entre las 8:00 a las 11:00 am en una sala de ordeño de foso de 2×20 con sistema Casse de línea alta de una máquina de ordeño con sistema al vacío (Milking Systems FLACO Inc.), configurada para proporcionar 180 pulsaciones por minuto en una relación 50:50 con un nivel de vacío de 37 kPa, y depósito en el contenedor tanque de enfriamiento de la leche (Alfa Laval Agri Inc. Kansas City, MO). Inmediatamente después del ordeño, ambos pezones fueron sumergidos en un baño para pezones a base de clorhexidina. De forma individual se tomaron muestras de leche de oveja y la producción se registró quincenalmente durante 3 ½ meses de lactancia para el conteo de células somáticas (CCS).

Las ovejas fueron secadas cuando la producción total de leche se observen rendimientos por debajo de 150 ml, de acuerdo con las normas internacionales para el registro de la leche en ovejas. La producción total de leche y el rendimiento total de grasa y proteína se estimarán según Thomas *et al.* (2001). El conteo de células somáticas se transformará a logaritmos de base 10^3 .

Para la toma de muestra individual para realizar el análisis del CSS como criterio de la calidad de la leche, será a través de un vaso recolector de 50 ml y por otro lado con un tubo graduado de 15 ml, el cual fue colocado en un termo en refrigeración a 4°C para ser trasladado al área adjunta al cuarto del contenedor de enfriamiento de la leche, donde se encontraba ubicado el equipo del contador de células somáticas.

Toma de muestra: Utilizando guantes de cirujano no estériles, se realizó la limpieza de pezones con una toalla desechable, debiendo descartar los primeros chorros de leche para reducir el número de bacterias en el canal del pezón. Fue desinfectado todo el pezón con un algodón impregnado en alcohol. Se limpió a fondo el extremo del pezón con un algodón limpio e impregnado en alcohol y se repitió cuando fuese necesario, hasta que el algodón saliera limpio. Se retiró la tapa del frasco tomando la muestra de leche (40 ml), evitando la contaminación con partículas de estiércol. Terminada la toma de muestra y realizado el ordeño, debe sumergirse completamente ambos pezones en una solución desinfectante (iodóforos). Se registró el vaso cerrado con identificación de la oveja y fecha utilizando marcador permanente. Se depositaron las muestras colocándolos en la hielera para ser trasladados al lugar destinado adjunto a la zona de acopio y enfriamiento de la leche, (<http://www.reseaumammite.org/tactic/wp-content/uploads/2020/02/ES-Ficha-Toma-de-muestras-para-analisis-bacteriologico.pdf>).

Asimismo, será registrada individualmente la producción total de leche que se estimará sumando los valores generados semanalmente con el modelo de Wood que fue construido utilizando los registros semanales de producción; esta información se sumará a las lecturas

registradas de la calidad de la leche que integrarán una base de datos en Excel. La matriz de datos estará integrada por:

*Id Oveja	Tipo racial	Edad de la oveja	Fecha	Producción (kg)	**CCS (x 10 ³)
-----------	-------------	------------------	-------	-----------------	----------------------------

*Id = Identificación.

**CCS = Conteo de Células Somáticas

Edición de la información y análisis estadístico

La información fue integrada en una base de datos y estructurada en una hoja de Excel. Además de obtener la estadística descriptiva de las variables estudiadas (CCS y factores ambientales), la información fue analizada a través de modelos mixtos (paquete estadístico JMP 17.0 from SAS), para estimar las medias mínimo-cuadráticas.

Modelo estadístico

Se realizó una estadística descriptiva del Conteo de Células Somáticas (CCS), así como los factores ambientales (edad de la oveja, tipo de parto y sexo(s) de la cría(s)). Los análisis se realizaron utilizando el software JMP® 17.0 from SAS. Se empleó el mismo modelo para cada variable analizada, donde el modelo es el siguiente:

$$Y_{ijklmn} = \mu + Gg_i + Ed_j + Tp_k + Sx_l + \beta_1(x_{ijklm} - \bar{x}) + \beta_2(X^2_{ijklm} - \bar{x}^2) Id_m + e_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklmn} = CCS, edad de la oveja, tipo de parto y sexo de la cría.

μ = Media general.

Gg_i = Efecto fijo del i-ésimo nivel del factor tipo racial de la oveja, (n=5).

Ed_j = Efecto fijo del j-ésimo nivel del factor edad de la oveja (n=6).

Tp_k = Efecto fijo del k-ésimo nivel del factor tipo de parto (n=2).

Sx_l = Efecto fijo del l-ésimo nivel del factor sexo(s) de la cría(s) (n=5).

$\beta_1(x_{ijklm} - \bar{x})$ = Coeficiente de regresión lineal de la covariable días de lactancia.

$\beta_2(X^2_{ijklm} - \bar{x}^2)$ = Coeficiente de regresión cuadrático de la covariable días de lactancia.

Id_m = Efecto aleatorio del m-ésimo nivel del factor de la oveja (efecto aditivo).

e_{ijklm} = Residuo.

LÍMITE DE ESPACIO.

El presente estudio se llevará a cabo en una unidad de producción comercial de ovejas lecheras del Rancho San Francisco en el municipio de Colón, Estado de Querétaro. El rancho se localiza a una altitud de 1970 msnm con una temperatura anual de 17.4° C, Durante los meses de mayo y junio se registra la temperatura más alta, 33 °C. El extremo opuesto se registra en los meses de diciembre a enero con cero grados, clima templado semiseco, La temporada más mojada dura 4.0 meses, de 2 de junio a 4 de octubre, con una probabilidad de más del 27 % de que cierto día será húmedo.

El mes con más días lluviosos en Colón es julio, con un promedio de 14.9 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. La temporada más seca dura 8.0 meses, del 4 de octubre al 2 de junio. El mes con menos días mojados en Colón es diciembre, con un promedio de 0.8 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. La temporada de lluvia dura 6.4 meses, del 21 de abril al 3 de noviembre, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en Colón es julio, con un promedio de 90 milímetros de lluvia.

El periodo del año sin lluvia dura 5.6 meses, del 3 de noviembre al 21 de abril. El mes con menos lluvia en Colón es diciembre, con un promedio de 3 milímetros de lluvia. El suelo es de tipo volcánico, habiendo tepetate, obsidiana, basalto en la zonas altas, grandes variedades de ópalo y vetas de diferentes minerales.

8. LÍMITE DE TIEMPO.

A continuación se presentan las actividades calendarizadas para el presente estudio:

Programa de actividades calendarizado

Actividad	Junio 2024	Julio 2024	Agosto 2024	Septiembre 2024	Octubre 2024	Noviembre 2024
1. Control lechero individual del rendimiento y toma de muestras de leche.						
2. Análisis individual en el conteo de células somáticas.						
3. Registro de datos en una hoja de excel y su edición.						
4. Análisis de estadística descriptiva y estadística inferencial evaluando de los niveles en el conteo de células somáticas y su relación con la sanidad mamaria en los diferentes genotipos. También análisis de los factores ambientales (edad de la oveja, tipo de parto y sexo de la cría).						
5. Redacción de tesis (resultados, discusión y conclusiones).						

9. RESULTADOS

Los resultados que se presenta a continuación representan lo encontrado después del análisis de 668 muestras de leche de 98 ovejas (promedio de 6.8 muestras/oveja) durante 100 días. En el cuadro 2, se presenta la estadística descriptiva de los valores de células somáticas de la leche en ovejas híbridas Awassi (AW), East Friesian (EF) y Lacaune (LC).

Cuadro 2. Estadística descriptiva del conteo de células somáticas ($\times 10^3$) en leche de ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune.

n	Media \pm D.E.	Min - Max	CV (%)
688	328.61 \pm 426.55	80 - 1600	129.8

Como se puede observar en el cuadro 3, se presentan los resultados obtenidos entre la comparación entre los 5 grupos genéticos de ovejas híbridas F1 EF + LC, F1 LC + AW, $\frac{3}{4}$ AW + $\frac{1}{4}$ EF, $\frac{3}{4}$ EF + $\frac{1}{4}$ LC y $\frac{3}{4}$ LC + $\frac{1}{4}$ EF, para el CCS, no encontrando diferencias estadísticas significativas entre las líneas genéticas estudiadas ($P > 0.05$), indicando que las líneas genéticas de las ovejas híbridas tuvieron el mismo grado de sanidad mamaria y mismo grado de adaptabilidad propias para la unidad de producción comercial.

Cuadro 3. Medias mínimo cuadráticas (MMC) y error estándar (EE) los valores del CCS de la leche en ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune.

Grupo genético	n	CCS* ($\times 10^3$) MMC** \pm EE
F1 EF + LC	110	370.85 \pm 67.94
F1 LC + AW	103	408.60 \pm 66.39
$\frac{3}{4}$ AW + $\frac{1}{4}$ EF	94	320.21 \pm 68.64
$\frac{3}{4}$ EF + $\frac{1}{4}$ LC	166	374.85 \pm 55.55
$\frac{3}{4}$ LC + $\frac{1}{4}$ EF	215	296.61 \pm 59.57

*CCS = Conteo de Células Somáticas

** MMC = Media Mínimo Cuadrática.

Es importante destacar que descriptivamente se encontraron menores conteos de células somáticas en ovejas con retrocruzamiento $\frac{3}{4}$ LC + $\frac{1}{4}$ EF, seguido del retrocruzamiento de $\frac{3}{4}$ AW + $\frac{1}{4}$ EF. Mientras que las ovejas F1 (EF + LC y LC + AW) se observó el mayor CCS,

aunque el análisis estadístico no mostró diferencias estadísticas significativas entre ellas ($P>0.05$).

Cuadro 4. Medias mínimo cuadráticas y error estándar del CCS por los efectos ambientales de edad de la oveja, tipo de parto y sexo(s) de la(s) cría(s)

Factor	P = 0.33
Edad de la oveja	MMC ± EE
2	479.11 ± 120.77
3	320.48 ± 51.32
4	421.75 ± 59.16
5	395.27 ± 43.60
≥6	346.01 ± 52.97
Tipo de parto	P = 0.02
Simple	183.00 ± 78.73 ^a
Múltiple	525.45 ± 97.96 ^b
Sexo(s) de la(s) cría(s)	P = 0.05
Hembra	123.10 ± 99.82 ^a
Macho	157.95 ± 93.53 ^{ab}
Hembra-macho	435.88 ± 93.58 ^{bc}
Hembra-hembra	547.27 ± 93.31 ^c
Macho - macho	506.92 ± 90.78 ^c

* Diferentes literales (a, b, c), muestran diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$)

Como se puede observar en el cuadro 4, se encontró que no existe evidencia estadística en el CCS para el factor edad de la oveja ($P>0.05$); sin embargo, existen diferencias significativas para los factores tipo de parto y sexo(s) de la(s) cría(s) ($P<0.05$). Descriptivamente se encontró mayor CCS en aquellas ovejas de 2 años de edad (1 parto) con respecto a ovejas de >3 años (2 partos o más). Las ovejas que presentaron parto único mostraron mejor condición de la sanidad mamaria con respecto a aquellas ovejas que tuvieron parto múltiple. Además, se encontró que las ovejas con crianza de hembras presentan un menor CCS con respecto a los partos con crianza gemelar indistintamente del sexo ($P<0.05$).

10. Discusión

La evaluación de la calidad de la leche se basa en la determinación de las propiedades físicas, químicas, así como los indicadores del estado de salud de la ubre a través del conteo de células somáticas (CCS).

En el presente estudio para el CCS en ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune en sus diferentes grupos genéticos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), observándose valores de medias mínimo cuadráticas entre 296 a 408×10^3 , indicando que las condiciones de adaptabilidad fueron semejantes, quizá esto se deba a que reciben el mismo manejo en la unidad comercial intensiva. Estos resultados son semejantes con un estudio en Eslovaquia (Tancin, 2017) en sistemas intensivos con ovejas 100% Lacaune, ovejas híbridas $\frac{3}{4}$ Lacaune + $\frac{1}{4}$ Tsigai y ovejas $\frac{3}{4}$ Lacaune + $\frac{1}{4}$ Valacian, sin encontrar diferencias estadísticas significativas para el CCS ($P > 0.05$) teniendo un promedio de 480×10^3 . Asimismo, en otro estudio presentaron resultados semejantes al nuestro con ovejas Lacaune en Eslovaquia, encontrando valores de 452×10^3 (Margetín et al., 2013). McDougall et al. (2002) encontraron en Vermont USA un promedio de 467×10^3 en ovejas en línea de ordeño es decir con un tipo intensivo de producción, valores reportados semejantes al presente estudio. En Valencia España, De Olives et al. (2013) en un estudio realizado con ovejas manchegas dentro de un centro experimental, encontraron valores promedio de 427×10^3 .

También en otro estudio en España con ovejas de la raza Manchega bajo sistemas de producción intensiva, reportaron valores de 410×10^3 , valores muy semejantes a lo encontrado en nuestro estudio. Asimismo, Antunović et al. (2024) en Croacia, pero en una granja familiar donde se les daba de dieta peletizados con una proteína cruda del 15% encontraron en ovejas Lacaune valores de 551×10^3 ; así mismo el autor refiere que puede considerarse una leche con buena calidad en aquellas que están con un valor por debajo de los 500×10^3 ; diferentes autores como Barillet et al. (2001) afirman esto, lo que nos permite hacer un espacio para comentar que los diferentes genotipos que se estudiaron en el presente trabajo en una unidad de producción comercial generalmente presentaron un estado de salud de la ubre adecuado y que son genotipos adaptables a las condiciones medio ambientales de la región.

En otro estudio con ovejas Lacaune, Barillet et al. (2001) en una unidad experimental en Francia encontraron en el CCS un total de 316×10^3 y en una granja comercial un total de 374.3×10^3 , sin encontrar diferencias estadísticas significativas entre ellas ($P > 0.05$). Sutura et al. (2021) en ovejas del valle de Belice en Italia encontraron un promedio de 467.73×10^3 .

Con algunas diferencias a nuestro estudio y de los autores antes citados, Silveira et al. (2017) en Brasil bajo un sistema intensivo, obtuvieron valores de 583×10^3 durante el periodo de lactancia, todo esto debido posiblemente a las condiciones de confinamiento de las ovejas donde quizá no se cuentan con las condiciones de limpieza de los corrales y no hay una buena ventilación lo que se puede traducir en un aumento de los microorganismos causales de una mastitis subclínica. De forma semejante Yamaki et al., (2004) en Japón, en un estudio con

ovinos de la raza manchega obtenidas de 490 explotaciones tuvieron un resultado que oscilaba entre los 500×10^3 y los 1500×10^3 , el resultado que pudo haber variado debido al manejo propio y al número tan grande de muestras que se obtuvieron para su análisis.

En cambio, Ariznabarreta et al. (2002) encontraron en ovejas de la raza Churra un promedio de 72.44×10^3 en la región de León y Castilla en España; Nudda et al. (2002) en un experimento realizado en dos países diferentes: Italia y Australia bajo condiciones de producción en pastoreo, encontraron que en ovejas Awassi con un ordeño al día, el CCS fue de 190×10^3 , resultados que son diferentes al presente estudio, quizá las diferencia sea por el tipo de explotación dado que las condiciones de bienestar animal podrían favorecer en un mínimo las condiciones sanitarias que implica un sistema de producción intensiva. También nuestros resultados no coinciden con lo encontrado en ovejas Lacaune en una granja comercial en Republica Checa, reportando valores de 111.6×10^3 (Kuchtík, 2017), quizá la diferencia sea por condiciones propias de manejo de la granja y el factor climatológico, con entorno predominantemente templado, que favorece la producción de leche independientemente de la especie productiva. Al igual que el anterior, en Italia, Albenzio et al. (2005) encontraron valores de 192×10^3 en una granja con un sistema de producción intensiva.

Sin embargo, por el otro lado, el-Saied, et al (1998) en ovejas churras en España encontraron valores mayores con un promedio de 734×10^3 ; Othmane et al. (2002) encontraron una media de 749×10^3 en ovejas churras en España y de la Fuente et al. (2006) encontraron que después de un estudio en España y Portugal un CCS de 900×10^3 . De forma sorprendente, en Alemania Hamann, et al. (2003) encontraron en ovejas East Friesian un promedio de 2096.29×10^3 en ovejas de la raza Awassi esto debido posiblemente al manejo y sus cuidados sanitarios pre, durante y post ordeña, además posiblemente de la intensificación de la producción en las unidades de producción en estos países tradicionalmente productores.

Edad de la oveja

En el presente estudio los resultados no coinciden con los encontrados por Abdullah, M. F. (2023) Al-Dabbagh (2009), González-Ronquillo et al. (2021), quienes señalaron que la edad tiene un efecto significativo en el conteo de células somáticas en la leche. Aunado a esto Jeromy (2002) reportó que los diferentes sistemas administrativos para los rebaños, el cuidado de la salud y la higiene general para los ordeñadores, las herramientas de ordeño y los establos, además de la densidad de animales dentro del corral, son todas razones que conducen a un aumento en el conteo de células somáticas en la leche resultante. Por lo que se sospecha que el manejo dentro de rebaño al ser igualitario para todas las ovejas no hay diferenciación de edad.

Los resultados también no mostraron diferencias significativas en el contenido de células somáticas en la leche de acuerdo a las edades de las ovejas, pero descriptivamente se observó un aumento gradual en el conteo de células somáticas con el avance de la edad de la oveja, alcanzando su máximo en la leche de ovejas de menos de 2 años de edad, luego disminuyó

significativamente en la leche de ovejas de 3 años, despuntando nuevamente a los 4 y disminuyendo en ovejas mayores a 6 años 479, 320, 421, 346 x 10³ células/ml, respectivamente (Cuadro 4), debido posiblemente a la susceptibilidad de las ovejas de mayores edades a la infección con microbios de mastitis y al daño de los tejidos de la ubre.

Tipo de parto

El tipo de parto afectó el conteo de células somáticas en la leche de las ovejas; sus medias fueron 183 y 525 x 10³ células/ml en la leche de ovejas que amamantaron corderos simples y múltiples, respectivamente (Cuadro 4). Este resultado fue diferente al encontrado por Ayadi et al. (2014) en cuanto a la insignificancia del efecto del tipo de parto sobre el conteo de células somáticas en la leche.

Como se muestra en el cuadro 4, el efecto del tipo de parto en ovejas híbridas, tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) para el conteo de células somáticas (CCS), encontrado que en partos múltiples fue menor el CCS con respecto a aquellos partos sencillos, quizá esta diferencia se deba a que dos o más corderos podrían estar realizando un mejor y eficiente vaciamiento de la cisterna de la glándula mamaria de la oveja. Esos resultados son diferentes a los encontrados por Abdullah (2023) en Jordania con ovejas 100% Awassi bajo un sistema de pastoreo, indicando que los partos múltiples hubo 619 x 10³ en el CCS, mientras que los partos múltiples fue de 670 x 10³, no encontrando diferencias estadísticas significativas.

Sexo(s) de la(s) cría(s)

Además, el sexo del cordero tuvo un efecto significativo sobre este rasgo, ya que no se encontraron conteos cercanos de células somáticas en la leche de las madres de ovejas machos y hembras, que ascendieron a 123 y 157 x 10³ células/ml en caso de partos simples y a 435, 547 y 506 x 10³ células/ml en caso de múltiples respectivamente (Cuadro 4). Este resultado no concordó con lo encontrado por Ayadi et al. (2014) y Abdullah (2023) quienes encontraron resultados de 21.57×3×10⁴ y 21,30×3×10⁴ células/ml en su estudio sobre ovejas Najdi y Awassi.

CONCLUSIONES

El efecto de la línea genética de las ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune estudiadas en sus diferentes grados de sangre, tuvieron el mismo grado de sanidad mamaria y mismo grado de adaptabilidad propias para la unidad de producción comercial en nuestro país, medido a través del conteo de células somáticas, con un estado sanitario bueno (<500 x 10³), de acuerdo a los parámetros permitidos en normas internacionales, como es la Unión Económica Europea, que integra países que tiene la tradición y experiencia en la producción de leche en ovejas lecheras.

Los factores ambientales del tipo de parto y sexo de la cría, tuvo un efecto significativo en el estado sanitario de la glándula mamaria, como ha sido encontrado en otros estudios de rebaños con tradición en la producción de leche de oveja.

11. LITERATURA CITADA

- Abdullah, M. F. (2023). Study of Milk Yield and Some of Its Chemical Components and Its Relationship with Lambs Growth of Awassi Sheep. *Journal of agricultural, environmental and veterinary sciences*, 7(1),76 – 87. <https://doi.org/10.26389/AJSRP.J201022>
- Albenzio, M; Caroprese, M; Santillo, A; Marino, R; Muscio, A; Sevi, A. 2005. Proteolytic patterns and plasmin activity in ewe's milk as affected by somatic cell count and stage of lactation. *Journal of Dairy Research*, 72: 86-92.
- Allen, J.C. 1990. Milk síntesis and secretion rates in cows with milk composition changed by oxytocin. *Dairy Sci*; 73: 975-984.
- Antunac, N; Kalot, S; Samarzija, D; Mioc, B; Pecina, B; Mikulec, N; Havranek, J; Pavic, V. 2007. Influence of some non-genetic parameters on production and quality of milk East-Friesian sheep in Croatia. En: Special Issue IDF 5th International Symposium on challenge to Sheep and Goats Milk Sectors (0801/Part 1), pp. 108-109.
- Antunović, Z., Mioč, B., Šalavardić, Ž. K., Širić, I., Držaić, V., Mikulec, N., . . . Novoselec, J. (2024). Physical and chemical properties, hygienic quality and fatty acid profile in milk of lactating Lacaune dairy sheep. *Archives Animal Breeding/Archiv Für Tierzucht*, 67(1), 37–49. <https://doi.org/10.5194/aab-67-37-2024>
- Arias, R. 2009. Conteo de células somáticas y calidad de la leche en Castilla-La Mancha. Tesis Doctoral, ETSIA, Universidad de Castilla-La Mancha, pp. 211.
- Arias, R; Oliete, B; Arias, C; Montoro, V; Gallego, R; Pérez-Guzmán, M.D. 2011. Estimación del estado de la sanidad mamaria de las ganaderías de raza ovina Manchega mediante el conteo de células somáticas de leche de tanque. En: libro de actas del XXXVI Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, 6-7 de octubre. San Sebastián, España, pp. 221-224.
- Arias, R; Oliete, B; Ramón, M; Arias, C; Gallego, R; Montoro, V; Gonzalo, C; Pérez-Guzmán, M.D. 2012. Long-term study of environmental effects on test-day somatic cell count and milk yield in Manchega sheep. *Small Ruminant Research*, 106: 92-97.
- Arias, R; Jiménez, L; Oliete, B; Gallego, R; Montoro, V; Pérez-Guzmán, M.D. 2015. El conteo de células somáticas de leche de tanque. En: libro de actas de las XVI Jornadas sobre Producción Animal AIDA, 19-21 de mayo. Zaragoza, España, pp. 75-77.
- Ariznabarreta, A. 1999. El conteo celular como método indirecto de diagnóstico de mamitis subclínicas en el ganado ovino de raza Churra. Tesis Doctoral, Universidad de León, pp. 228.
- Ariznabarreta, A; Gonzalo, C; San Primitivo, F. 2002. Microbiological Quality and Somatic Cell Count of Ewe Milk with Special Reference to Staphylococci. *Journal of Dairy Science*, 85: 1370-1375.
- Auld, M.J; Coats, S; Sutherlands, B.J; Mayes, J.J; McDowell, G.H; Rogers, G.L. 1996 Effects of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and the yield and quality of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Research*, 63: 269–280.
- Barillet F: Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. (2007). *Small Rumin Res.* 70:60-75.

- Barillet, F; Rupp, R; Mignon-Grasteau, S; Astruc, JM; Jacquin, M. (2001). Genetic analysis for mastitis resistance and milk somatic cell score in French Lacaune dairy sheep. *Genet Sel Evol.* 33:397-415.
- Barillet, F; Astruc, J.M; Lagriffoul, G. (2006). Taking into account functional traits in dairy sheep breeding programs through the French example. In: 35th ICAR Session, Kuopio, Finland.
- Bergonier, D.; De Chémoux, R.; Rupp, R.; Lagriffoul, G.; Berthelot, X. (2003). Mastitis of dairy small ruminants. *Vet. Res.* 34: 689-716.
- Bradley, A. y Green, M. 2005. Use and interpretation of somatic cell count data in dairy cows. In practice. 27: 310-315.
- Carriedo, J.A; Gonzalo, C; El-Saeied, U.M; San Primitivo, F. 1988. La concentración de células somáticas en la leche ovina: parámetros genéticos y perspectivas de mejora. *Ovis.* 56: 71-78.
- Contreras, A; Sierra, D; Sánchez, A; Corrales, J.C; Marco, J.C; Paape, M.J; Gonzalo, C. (2007). Mastitis in small ruminants. *Small. Rumin. Res.* 68:145-153.
- De Olives, A. M., Díaz, J., Molina, M., & Peris, C. (2013). Quantification of milk yield and composition changes as affected by subclinical mastitis during the current lactation in sheep. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 7698–7708. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6998>
- Díaz, J.R. 2000. Estudio de diferentes condiciones de ordeño mecánico en ovejas de raza Manchega. Tesis Doctoral, Departamento de Ciencia Animal, Universidad Politécnica de Valencia. pp. 186.
- el-Saied, U. M., Carriedo, J. A., & San Primitivo, F. (1998). Heritability of test day somatic cell counts and its relationship with milk yield and protein percentage in dairy ewes. *Journal of dairy science*, 81(11), 2956–2961. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75858-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75858-8)
- Fernández, G; Baró, J.A; De la Fuente, L.F; San Primitivo, F. (1997). Genetic parameters for linear udder traits of dairy ewes. *J Dairy Sci.* 80:601-605.
- García, S. R. 2003. Células somáticas una advertencia sin darnos cuenta. *Holstein de México.* 34 (8): 27-28.
- Gilmour, A.R; Cullis, B.R; Welham, S.J; Thompson, R (2000). ASREML Reference Manual. NSW Agric. Biom. Bull. NSW Agriculture, Locked Bag, Orange, NSW 2800, Australia
- Gonzalo, C.; Martínez, J.R.; San Primitivo, F. (1998). Significación y métodos de valoración del conteo celular en la leche de oveja. En: El conteo de células somáticas en la leche de oveja. *Ovis No.* 56:13-25.
- Gonzalo, C; Ariznabarreta, A; Carriedo, J.A; San Primitivo, F. (2002). Mammary pathogens and their relationship with somatic cell count and milk yield losses in dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 85: 1460-1467.
- Gonzalo, C; Carriedo, J.A; Blanco, M.A; Beneitez, E; Juarez, M.T; De La Fuente, L.F; San Primitivo, F. (2005). Factors of variation influencing bulk tank somatic cell count in dairy sheep. *Journal of Dairy Science*, 88: 969-974.

Gonzalo, C; Linage, B, Carriedo, J.A; Juárez, M.T; Beneitez, E; Martínez, A; De La Fuente, L.F. (2009). Short communication: Effect of dry therapy using an intramammary infusión on bulk tank somatic cell count in sheep. *Journal of Dairy Science*, 92: 156-159.

Haenlein, G.F.W. (2007). About the evolution of goat and sheep milk production. *Small Rumin Res.* 68:3-6.

Hamann, H., Horstick, A., Wessels, A., & Distl, O. (2003). Estimation of genetic parameters for test day milk production, somatic cell score and litter size at birth in East Friesian ewes. *Livestock Production Science*, 87(2-3), 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2003.09.015>

<http://www.reseaumammite.org/tactic/wp-content/uploads/2020/02/ES-Ficha-Toma-de-muestras-para-analisis-bacteriologico.pdf>. Consulta: 1 de mayo de 2024.

Kelly, A.L; Mcsweeney, P.L.H. (2003). Indigenous proteinases in milk. En: Fox, P.F; McSweeney, P.L.H.(Eds.), *Advanced dairy chemistry*, Vol. 1, Proteins, (pp. 495.6521), New York, EEUU: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Kuchčík, J. (2017). Changes of physico-chemical characteristics, somatic cell count and curd quality during lactation and their relationships in Lacaune ewes. *Mljekarstvo/Mljekarstvo.com*, 138-145. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2017.0206>

Leitner, G; Chaffer, M; Shamay, A; Shapiro, F; Merin, U; Ezra, E; Saran, A; Silakinove, N. (2004). Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in sheep. *Journal of Dairy Science*, 87:46-52.

Leitner, G; Krifucks, O; Merin, U; Lavi, Y; Silanikove, N. (2006). Interactions between bacteria type, proteolysis of casein and physicochemical properties of bovine milk. *International Dairy Journal*, 16: 648-654.

Leitner, G; Lavon, Y; Matzrafi, Z; Benun, O; Bezman, D. Merin, U. (2016). Somatic cell counts, chemical composition and coagulation properties of goat and sheep bulk tank milk. *International Dairy Journal*, 58: 9-13.

Le Roux, Y. (1994). *Qualité protéique des laits à la production: facteurs de variation et recherché d'indicateurs de protéolyse*. Tesis Doctoral I.N.P.L; Nancy, Francia, pp. 137.

Makovický, Pa; Nagy, M; Makovický, Pe; Szinetár, Cs. (2013). Milk quality comparison of the sheep breeds (Improved Valachian, Tsigai, Lacaune) and their crosses. *Magy Allatorvosok 2013b*, 135: 85-90.

Margetín N, M., Milerski, M., Apolen, D., Capistrá K, A., Oravcov, M., & Debreceni, O. (2013). Relationships between production, quality of milk and udder health status of ewes during machine milking. *Journal of Central European Agriculture*, 14(1), 328-340. <https://doi.org/10.5513/jcea01/14.1.1203>

Marnet, P.G; Combaud, J.F; Dano, Y. (1999). Relationships between characteristics of the teat and milkability in Lacaune ewes. In: Barillet F and Zervas NP (Eds.), *Milking and Milk Production of Dairy Sheep and Goats*, EAAP Publ, No. 95, Wageningen Press, Wageningen, The Netherlands. 41-44.

Martí, A. (2005). Efecto de las mamitis subclínicas y de las células somáticas sobre la producción y calidad de la leche de oveja de raza Manchega. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, pp. 207.

McDougall, S., Pankey, W., Delaney, C., Barlow, J., Murdough, P. A., & Scruton, D. (2002). Prevalence and incidence of subclinical mastitis in goats and dairy ewes in Vermont, USA. *Small Ruminant Research*, 46(2-3), 115-121. [https://doi.org/10.1016/s0921-4488\(02\)00191-8](https://doi.org/10.1016/s0921-4488(02)00191-8)

Nudda, A., Bencini, R., Mijatovic, S., & Pulina, G. (2002). The yield and composition of milk in sarda, awassi, and merino sheep milked unilaterally at different frequencies. *Journal of Dairy Science*, 85(11), 2879-2884. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(02\)74375-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(02)74375-0)

Othmane, M., De La Fuente, L., Carriedo, J., & Primitivo, F. S. (2002). Heritability and genetic correlations of test day milk yield and composition, individual laboratory cheese yield, and somatic cell count for dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 85(10), 2692-2698. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(02\)74355-5](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(02)74355-5)

Papper, M.J.; Contreras, A. (2000). Limitaciones legales y problemática de los conteos celulares en leche de vaca y cabra en Estados Unidos. *Ovis*. 676: 13:23.

Pirisi A, Piredda G, Corona M, Pes M, Pintus S, Ledda A (2000). The effect of somatic cell count on the composition of sheep milk and the characteristics of the dairy product. En: Somatic cell count in small ruminant I. *Ovine*. *Ovis*, 66: 21-27

Peris, C; Díaz, J.R; Fernández, N; Rodriguez, M; (1996). Effect of subclinical mastitis on milk yield in Manchega ewes: Preliminary Journal of Dairy Science Vol. 85, nº 6, 2002 results. En: Somatic Cells and Milk of Small Ruminants (pp. 203-206), Wageningen, The Netherlands: Wageningen Press.

Pulina, G; Nuda, A; Battacone, G; Cannas, A (2006). Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undiserable substances in sheep milk. *Animal Feed Science and Technology*, 131: 255-291.

Ramón, M; Román, M, Arias, R; Gallego, R; Pérez-Guzmán, M.D. (2004). Conteo de células somáticas (CCS) en leche de tanque en ganaderías de ovino Manchego. En: XXI Jornadas del Grupo de Técnicos Especialistas en Mamitis y Calidad de la Leche. 8 -9 de octubre, Oviedo, España, pp. 52-53.

Ramón, M; Fernández-Perea, M.T; Pérez-Guzmán, M.D; Sánchez, P.J; Serrano, M. (2006). Parámetros genéticos de los caracteres lecheros en la raza ovina Manchega. *ITEA*, Vol. 102 (2): 115-121.

Raynal-Ljutovac, K; Pirisi, A; De Crémoux, R; Gonzalo, C. (2007). Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Ruminant Research*, 68: 126-144.

Reglamento (CE) nº 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004, modificado por el Reglamento (CE) nº 1662/2006, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. (DO L 139 de 30.4.2004, p. 55/205).

Reyes, J. M. H. y Cedeño, J. L. C. B. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 9(9), 1-34.

- Riggio, V; Portolano, B. (2015). Genetic selection for reduced somatic cell counts in sheep milk: A review. *Small Ruminant Research*, 126: 33-42. Schukken, Y; Wilson, D; Welcome, F; Garrison-Tikofsky, L; Gonzalez, R. 2003. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Veterinary Research, BioMed Central*, 34 (5):.579-596.
- Sevi, A; Taibi, L; Albenzio, M; Muscio, A; Annicchirico, G. (2000). Effect of parity on milk yield, composition, somatic cell count, renneting parameters and bacteria counts of Comisana ewes. *Small Ruminant Research*, 37: 99-107.
- Serieys, F. (1985). Interpretation des concentrations cellulaires du lait individuel de vache pour le diagnostic d'état d'infection mammaire. *Annales de recherches veterinaires*, 16: 263-269.
- Serrano, M; Pérez-Guzmán, M.D; Montoro, V; Jurado, J.J. (2003). Genetic analysis of somatic cell count and milk traits in Manchega ewes. Mean lactation and test-day approaches. *Livestock Production Science*, 84: 1-10.
- Sevi, A; Albenzio, M; Taibi, L; Dantone, D; Massa, S; Annicchiarico, G. (1999). Changes of somatic cell count through lactation and their effects on nutritional, renneting and bacteriological characteristics of ewe's milk. *Advances in Food Science*, 21: 122-127.
- Silveira, Roberta; Costa, Pablo; Fernandes, Tiago; Moreira, Sheilla; Silveira, Isabella; Moraes, Renata; Gonzalez, Helenice. (2017). Características produtivas e comportamentais de ovelhas Lacaune em diferentes estádios de lactação-Productive and behavioral characteristics of Lacaune sheep in different stages of lactation. *Revista Electronica de Veterinaria*. 18. 1-11.
- Stear, M.J; Bishop, S.C; Mallard, B.A; Raadsma, H. (2001). The sustainability, feasibility and desirability of breeding livestock for disease resistance. *Res Vet Sci.* 71:1-7.
- Stelwagen, K., Davis, S. R., Farr, V. C., Prosser, C. G., & Sherlock, R. A. (1994). Mammary epithelial cell tight junction integrity and mammary blood flow during an extended milking interval in goats. *Journal of dairy science*, 77(2), 426-432.
- Sutera, A. M., Moscarelli, A., Mastrangelo, S., Sardina, M. T., Di Gerlando, R., Portolano, B., & Tolone, M. (2021). Genome-Wide Association study identifies new candidate markers for somatic cells score in a local dairy sheep. *Frontiers in Genetics*, 12. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.643531>
- Tančin, V. (2017). Somatic cell counts in raw ewes' milk in dairy practice: frequency of distribution and possible effect on milk yield and composition. *Mljekarstvo/Mljekarstvo.com*, 253-260. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2017.0402>
- Thomas D.L.; Berger Y.M. McKusick B.C. 2001. Effects of breed, management system, and nutrition on milk yield and milk composition of dairy sheep. *J. Anim. Sci.* 79: E16-E20.
- Ugarte, E. & Gabiña, D.. (2004). Recent developments in dairy sheep breeding. *Archiv fur Tierzucht*. 47. 10-17.
- Vivar-Quintana, A.M; Beneitez De La Mano, E; Revilla, I. 2006. Relationship between somatic cell counts and the properties of yoghurt made from ewes' milk. *International Dairy Journal*, 16: 262-267.
- Wolter, W.; Castañeda H.; Kloppert, B. y Zschöck, M. 2004. Mastitis bovina. Prevención, diagnóstico y tratamiento. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. México. pp. 12-37.