



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DE LECHE EN  
OVEJAS HÍBRIDAS DE UNA UNIDAD DE PRODUCCIÓN COMERCIAL”

TESIS

Que para obtener el título de:

Médico Veterinario Zootecnista

Presenta:

RAMÓN EVANGELISTA LÓPEZ

ASESORES:

Dr. en BCA. JORGE OSORIO AVALOS

Dr. MANUEL GONZÁLEZ RONQUILLO



Toluca, Estado de México; febrero de 2025

ÍNDICE	PÁGINA
1.- INTRODUCCIÓN-----	6
2.- REVISIÓN DE LITERATURA-----	8
- 2.1 Producción de leche ovina en el mundo -----	8
- 2.2 Situación actual de la producción de leche ovina en México-----	10
- 2.3 Rendimiento productivo de leche-----	13
- 2.4 Calidad de la leche-----	14
- 2.5 Factores que afectan la variación de las características físico-químicas de la leche. -----	21
3.- JUSTIFICACIÓN-----	26
4.- HIPÓTESIS-----	27
5.- OBJETIVOS-----	28
- Objetivo general-----	28
- Objetivos específicos -----	28
6.- MATERIAL Y MÉTODO-----	29
- 6.1 Material animal -----	29
- 6.2 Material de recolección de muestras-----	29
- 6.3 Instalaciones y equipo de laboratorio-----	29
- 6.4 Material de campo-----	30
- 6.5 Método -----	30
7.- LÍMITE DE ESPACIO-----	33
8.- LÍMITE DE TIEMPO-----	34
9.- RESULTADOS-----	35

10.- DISCUSIÓN-----	36
- 10.1 Producción de leche -----	36
- 10.2 Grasa-----	38
- 10.3 Proteína -----	39
- 10.4 Lactosa-----	39
- 10.5 Sólidos totales -----	40
11.- CONCLUSIONES -----	41
12.- AGRADECIMIENTOS-----	41
13.- LITERATURA REVISADA-----	42

## **RESÚMEN**

**“Evaluación del rendimiento productivo y calidad de leche en ovejas híbridas de una unidad de producción comercial”.** Tesis de Licenciatura producto del proyecto: Evaluación de ovejas lecheras híbridas de las razas East Friesian, Lacaune y Awassi en un rebaño comercial, a través del uso del rendimiento y calidad de la leche como criterios para selección de reemplazos. Clave registro SIEA: 6973/2024SP.

**Evangelista LR, Osorio AJ y González RM.**

La crianza de ovinos lecheros en nuestro país debe ser fomentada, debido a que la leche de oveja ofrece una importante fuente de proteína de alto valor biológico. El objetivo del presente estudio de investigación, estuvo encaminado a evaluar los rendimientos productivos y calidad de la leche (% de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales) en ovejas híbridas con diferentes grados de sangre de las razas East Friesian, Lacaune y Awassi en una explotación comercial en el estado de Querétaro, México. Se utilizaron 668 muestras de leche de 96 ovejas multíparas híbridas de 3.8 años de edad promedio de las razas Awassi, East Friesian y Lacaune, durante un periodo de lactancia de 120 días con una ordeña mecánica/día. Se obtuvo la estadística descriptiva de las variables estudiadas, y la información fue estudiada mediante análisis a partir de modelos mixtos. Se encontró que las ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune en sus diferentes grados de sangre no mostraron diferencias estadísticas significativas para todas las variables estudiadas ( $P > 0.05$ ), aunque descriptivamente existe una ligera superioridad cuando se presentaba presencia de sangre Lacaune con respecto a las sangres Awassi y la East Friesian. Los rendimientos de leche son generalmente inferiores a los producidos principalmente en países europeos y de medio oriente, aunque los componentes de la calidad de la leche coinciden con los reportados en estas regiones del mundo. Las ovejas

híbridas estudiadas en la unidad de producción comercial, mostraron una adaptabilidad muy aceptable como buenas alternativas productivas en el desarrollo de la producción de leche de la región.

**Palabras clave:** Ovejas Awassi, East Friesian y Lacaune, componentes de la leche ovina.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La industria lechera ovina tiene una importancia económica significativa en más de una docena de países. La leche ovina es de vital importancia en la subsistencia y bienestar de amplios segmentos de la población, que a menudo no tienen otras alternativas de suplementación alimenticia, que provee autosuficiencia para familias en países en desarrollo y subdesarrollados que evitan o mitigan el hambre y deficiencias de proteína, vitaminas, calcio y energía (Ángeles et al., 2014).

La crianza de ovinos lecheros en nuestro país debe ser fomentada, debido a que 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 (Saltijeral y Córdova, 2019).

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 (Saltijeral y Córdova, 2019). Es por ello igualmente importante la investigación en torno a los estándares de producción provenientes de leche de oveja de genotipos presentes en México, que coadyuvara a promover el mercadeo de los productos lácteos (principalmente en quesos) provenientes de esta especie. Todo ello ocasionará mejorar las condiciones de vida de los productores debido al alto precio que tienen en el mercado este tipo de productos. Mientras que en países europeos como Grecia, Italia y España, por mencionar algunos de ellos, cuentan con millones de ovejas en ordeño (FAO, 2024) con una amplia experiencia en diferentes sistemas de producción, la producción de leche ovina es una actividad poco conocida en México y por lo tanto carente de tradición productiva e industrial. Rancourt y Carrère (2011), mencionan que la producción láctea en los países de Norteamérica (México, E.U.A. y Canadá) es poco significativa (Berger et al., 2010).

En México hasta el año 2023, no existen datos oficiales acerca del comportamiento de los sistemas de producción de leche ovina; sin embargo, datos de asociaciones de productores estiman que en el 2010 existían 20 explotaciones con potencial para ordeñar ovejas con un inventario aproximado de 6,000 animales distribuidos en los estados de Coahuila,

Guanajuato, Edo. de México, Puebla, Querétaro y Veracruz. La producción láctea de ovino en México se ha encaminado principalmente a la elaboración de quesos de diferentes variedades, entre los que se encuentran Crostin, Feta y Ricotta (Malcher, 2010), los cuales abastecen un mercado que anteriormente solo era provisto por exportaciones de países europeos.

En la actualidad, se están encaminando esfuerzos para desarrollar genotipos con una buena aptitud lechera, lo cual engloba aspectos como buenos rendimientos lácteos, facilidad de ordeño y principalmente adaptación a las condiciones medioambientales de nuestro país. Los productores que visualizan y ponen en perspectiva la producción de leche ovina como una actividad comercial rentable, se enfrentan al problema de la elección de la raza o el tipo de animales que deberán adquirir (o desarrollar) con la finalidad de obtener un nivel de producción de leche a nivel comercial. East Friesian, Lacaune y Awassi son las razas lecheras con presencia en México, aunque la primera de estas goza de mayor difusión entre los ovinocultores de nuestro país en los últimos años, ya sea como raza pura o utilizándola en cruzamientos con razas locales, con la finalidad de favorecer su adaptación propia de cada región.

Desafortunadamente en nuestro país existe limitada información sobre la evaluación de rendimientos productivos y calidad de la leche en la especie ovina y sus genotipos presentes en México. Derivado de este escenario, el propósito del presente estudio de investigación, está encaminado a evaluar los rendimientos productivos y calidad de la leche en ovejas híbridas con diferentes grados de sangre de las razas East Friesian, Lacaune y Awassi en una explotación comercial en el estado de Querétaro, México.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

En las actuales condiciones de competitividad agropecuaria el mantenimiento de las explotaciones agrarias pasa por la mejora de la rentabilidad de las producciones tradicionales y por la búsqueda de nuevas alternativas. Con relación a la ganadería ovina, la producción de derivados lácteos (queso, yogurt, otros) a partir de la leche de oveja es muy limitada en muchos países, especialmente en América, y sin embargo parece existir un mercado potencial de consumidores que adquieren estos productos importados de alto valor. América con un estimado de 92,085 ton de leche cruda (FAOSTAT, 2022), se muestra como un gran importador de queso de oveja procedente de países europeos dentro de los que sobresalen, Italia, Francia, Luxemburgo, Bulgaria, Grecia y España.

La producción de ovino lechero tiene particularidades en cuanto a permitir la obtención de productos lácteos de elevado precio, no requiere una gran inversión ni en instalaciones o territorio y puede dar lugar a la generación de empleo por la necesidad de ordeño diario. Además, este tipo de animales son de fácil manejo no requiriendo un esfuerzo físico especialmente importante y puede ser una alternativa de negocio para pequeños o medianos productores (Mantecón y Lavín, 2000).

### **1.1 Producción de leche ovina en el mundo.**

La especie ovina tiene una gran diversidad en términos de potencial genético y racial, distribución Geográfica, funcionalidad y productividad, constituyendo uno de los recursos naturales renovables más importantes. Su censo mundial se ha estimado que alcanza los 247 millones de cabezas de ovejas destinadas a la producción de leche en el año 2022 (FAOSTAT, 2022) con cerca de 10'093,015 toneladas de leche cruda, siendo el continente asiático el que concentra el 44.7% del total con 4,513 millones de toneladas con 123.4 millones de cabezas, África concentra el 23.8% del total con 2,406 millones de toneladas con 91 millones de cabezas, mientras que Europa ocupa el tercer lugar con el 29.1% del total de las y 29.5 millones de cabezas. En el sector ovino lechero, destaca el incremento en los últimos 25 años de la producción de leche en el mundo, hasta alcanzar los 10.1 millones de toneladas. Dentro de la UE, Grecia y Rumania, con el 26% y el 19% de la producción total respectivamente, ocupan los primeros puestos en la producción de leche, seguidas por España (18%), Italia (14%) y Francia (9%) (FAOSTAT, 2022).

La producción de leche a nivel mundial su principal producción es representada por la leche de vaca con un 83% del total, seguida por la de búfala con un 13%, en tercer lugar se encontraba la leche de cabra con un 2.2%, el cuarto Lugar lo ocupaba la leche de oveja con un 1.3% y la leche de camella ocupaba el último lugar con un 0.2% de la producción (FAOSTAT, 2022). Estas estadísticas sugieren que la producción de leche ovina posee muy poca importancia cuantitativa si se le compara con las demás, sin embargo, la producción de quesos y otros derivados de alto valor en zonas rurales, sobre todo desfavorecidas, la hacen especialmente interesante y para muchas regiones; por ejemplo, el área mediterránea, constituye una de las principales actividades ganaderas (Mantecón y Lavín, 2000).

Se prevé que durante el próximo decenio, la producción mundial de leche crecerá un 1,6% al año (llegando a 997 Mt para 2029), a un ritmo más rápido que el de la mayoría de los demás productos agrícolas básicos. Si bien el crecimiento mundial promedio de los rebaños (0.8% al año) es mayor que el crecimiento mundial promedio de los rendimientos (0.7%), los cambios en los promedios se deben a que los rebaños crezcan más rápido en los países con rendimientos relativamente bajos. (OCDE/FAO, 2020).

Los motores del crecimiento de los rendimientos son, entre otros, la optimización de los sistemas de producción de leche, la mejora de la salud animal, la mayor eficiencia de la alimentación, así como una mejor genética (OCDE/FAO, 2020).

En concordancia con la distribución de la producción de leche ovina, en el año 2022, China concentraba la mayor producción mundial, seguido por Turquía y Grecia en un segundo y tercer puesto respectivamente. Como se puede observar en el cuadro 1, claramente la producción de leche de oveja se encuentra en países de Asia y Europa (FAOSTAT, 2022).

**Cuadro 1. Principales países productores de leche ovina (2022).**

<b>Puesto</b>	<b>País</b>	<b>Producción (ton)</b>
1	China	1'166,283
2	Turquía	1'067,342
3	Grecia	956,450
4	Siria	706,826
5	España	545,950
6	Italia	475,400
7	Francia	343,280

La escasa importancia de la producción de leche de oveja en América con la existencia de un mercado potencial de productos lácteos de alto valor que ahora son importados desde otros países, abre la posibilidad a ser una alternativa de negocio agropecuario en algunas regiones del continente. Unas de las ventajas de esta alternativa de negocio agropecuario, es que ya existe una tradición en la ganadería ovina en algunos países de Latinoamérica, y a su vez, demanda relativamente pequeñas inversiones y presenta ciclos productivos que son relativamente cortos (García-Díaz et al., 2012).

## 1.2 Situación actual de la producción de leche ovina en México.

El valor de la producción nacional ovina está sustentado principalmente en la carne y en la lana, la producción de leche ovina no está desarrollada comercialmente en el país ni se cuenta con datos estadísticos significativos para determinar su valor en el PIB agropecuario. Sin embargo, es un negocio creciente que va tomando fuerza. (Trejo, 2009).

La leche de ovino es un producto que no está desarrollado en el mercado nacional, pero que tiene una creciente demanda, específicamente para la producción de quesos de alto valor, por ejemplo, el queso Roquefort cuyo precio llega hasta los \$800.00/kilogramo.

El 60% del inventario ovino en México corresponde a pequeños productores con rebaños de entre 25 y 30 cabezas. El 35% corresponde a medianos productores y el 5% a productores con más de 500 cabezas. Sin embargo, el mayor porcentaje de las explotaciones están dedicadas a producción de carne preferentemente en barbacoa, platillo consumido en estados como Tlaxcala, Hidalgo, Ciudad de México y México (Partida et al; 2013), un número pequeño a producción de pie de cría y un número escaso a la producción de leche. Existen más de 800 razas de ovinos en el mundo (FAO 2015) dentro de las cuales las razas lecheras ovinas más conocidas en el mundo son: East Friesian, Awassi, Lacaune, Sarda y Chios (Saltijeral y Cordova, 2019), las tres primeras con presencia en el país y sus cruces entre éstas razas.

En Israel, Francia y Bulgaria, la leche de oveja es consumida fresca en forma directa luego de haber sido pasteurizada; es envasada en envases de plástico o de cartón. La principal forma de consumir la leche de esta especie es en quesos, lo cual se hace de manera industrial, principalmente en aquellos países en donde la explotación de estos animales está bien desarrollada. Destacan Francia, España, Italia y Grecia, países famosos por sus quesos como

el roquefort de Francia y los quesos de oveja manchega en España, pecorino y feta en Italia y Grecia, respectivamente (Saltijeral y Cordova, 2019).

En México, la producción de leche de oveja es relativamente reciente en comparación con Europa, Asia y África, donde la actividad es milenaria. De acuerdo a un dato reciente, México produce 57,000 ton (valor imputado, FAOSTAT, 2022). Asimismo, no existen datos oficiales acerca del comportamiento de los sistemas de producción de leche ovina, su distribución y su trascendencia; sin embargo, datos de asociaciones de productores estiman que en el 2010 existían 20 explotaciones con potencial para ordeñar ovejas con un inventario aproximado de 6,000 animales distribuidos en los estados de Coahuila, Guanajuato, Edo. de México, Puebla, Querétaro y Veracruz (cuadro 2). En 2009, el estado de Querétaro fue el que presentó la mayor producción con 30,000 ton (Malcher, 2010). En este mismo estado se estableció la primera asociación de ovejas lecheras denominada “Productores de Leche y Derivados de Oveja S.A. de C.V.” uniendo a trece productores e integrando la marca colectiva “Del Rebaño”.

**Cuadro 2. Algunas unidades de producción de leche ovina de importancia en México.**

<b>Nombre de la unidad de producción</b>	<b>Ubicación</b>
Rancho Santa Marina	Estado de Querétaro
Rancho Josemaría	Estado de Querétaro
Quesos Del Rebaño	Estado de Querétaro
Rancho San Francisco de Mariana	Estado de Querétaro
Rancho Casa de Piedra	Estado de México

En México al no existir una tradición de producción y consumo de leche ovina y sus derivados, se han encaminado esfuerzos para desarrollar genotipos con una buena aptitud lechera, lo cual engloba aspectos como buenos rendimientos lácteos, facilidad de ordeño y principalmente adaptación a las condiciones medioambientales de nuestro país (Ángeles et al., 2014). Para lograr este objetivo de se han introducido a México diversos genotipos especializados en la producción de leche; sin embargo, la instauración de empresas ovinas utilizando únicamente razas especializadas en nuestro país resulta poco viable debido a elevados costos de inversión, adaptación al medio ambiente, escasa experiencia en el manejo

por parte de los productores, técnicos, como restricciones económicas y sanitarias en la importación de animales de Europa (Sakul et al., 1992).

México es un país con gran diversidad de climas, se han identificado 7 grandes climas los de mayor extensión son: cálido subhúmedo, seco y semi seco, muy seco o seco desértico y los de menos extensión son cálido húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo y frío (SEMARNAT, 2015). Toda esta diversidad de climas permite la instauración de sistemas de producción adaptables a los recursos de cada región.

Los genotipos introducidos se están utilizando mediante cruzamientos para mejorar los niveles de producción de las razas locales, ya que el cruzamiento de razas locales con razas exóticas especializadas en leche es el método más rápido para mejorar la eficiencia productiva lechera en ovinos (Hassan, 1995). Se ha encontrado que las razas ovinas locales generalmente no producen suficiente cantidad de leche para que la utilización de ordeño automático sea económicamente viable (Peralta-Lailson et al., 2005). Sin embargo, debido a la gran diferencia entre individuos de la misma raza, la producción global se podría mejorar rápidamente a través de un proceso intenso de selección.

La realización de cruzamientos con razas lecheras especializadas (East Friesian, Lacaune y Awassi) previamente evaluadas que manifiesten un mayor potencial en la producción de leche, podría ayudar a obtener niveles de producción láctea económicamente viables, con una mayor resistencia a enfermedades y parasitosis con respecto a razas puras lecheras. El porcentaje en los cruzamientos de las razas lecheras tendría que ser evaluado con la finalidad de llegar a un equilibrio entre la productividad y adaptación al medio ambiente. Además del mejoramiento genético, es importante señalar que las prácticas de manejo, principalmente las relacionadas con el tipo de ordeño, los intervalos del mismo y el manejo nutricional deben ser operados de manera adecuada para maximizar el potencial productivo de los animales (Ángeles et al., 2018).

En el cuadro 3 se presentan algunos estudios que muestra los rendimientos productivos y las variables principales de la calidad de la leche en ovejas de las razas Awassi, East Friesian, Lacaune y Manchega y/o cruza.

**Cuadro 3. Referencias sobre las variables más importantes de la calidad de la leche en diferentes genotipos ovinos.**

Raza	Variable					Fuente
	Prom. de leche g/d	% Grasa	% Proteína	% Lactosa	CCS	
Sarda	623	6.44	5.41	4.88	2.01 x 1000, log <sub>10</sub>	Nudda et al., 2002
Awassi	396	6.86	5.15	5.02	1.80 x 1000, log <sub>10</sub>	Nudda et al., 2002
Merino	181	7.67	5.66	4.86	1.79 x 1000, log <sub>10</sub>	Nudda et al., 2002
Lacaune	1007	x	x	x	x	Robles et al., 2020
50% Lacaune + 50% Manchega	1020	x	x	x	x	Robles et al., 2020
Awassi	1003	6.27	5.12	4.81	17.44 x 10 <sup>3</sup> cel/ml	Aydin et al., 2022
50% Lacaune + 50% East Friesian	770	7.14	6.00	4.73	x	Konečná et al., 2013
East Friesian	873	6.28	5.76	4.79	x	Kuchtík et al., 2008
East Friesian	x	8.27	5.43	4.39	x	Fava et al., 2014
Awassi	x	4.98	4.54	4.36	21.44 x 3x10 <sup>4</sup>	Abdullah M.F. 2023
Lacaune	1421	7.60	7.09	x	147,000 UFC g/ml	Payanotov et al., 2018
Lacaune	1399	5.53	5.90	4.51	5.51 x 1000, Log <sub>10</sub>	Svonko et al., 2023
East Friesian	1360	6.18	5.09	4.48	5.11 x 1000, Log <sub>11</sub>	Zvonimir et al., 2016
East Friesian	1560	5.49	4.85	x	x	Pacinovski et al., 2007
Awassi	972	4.70	4.20	x	x	Iñiguez et al., 2009

La producción ovina presenta un atractivo esquema de inversión en el campo mexicano con buenas perspectivas de rentabilidad para pequeños y medianos productores, debido a que:

- La producción de quesos es más eficiente con leche de oveja, tiene una conversión de 4-5 litros por kilogramo de queso, contra 10 litros de leche de vaca por kilogramo de queso.
- Una oveja produce de 500 mililitros a 1 litro de leche por día con un promedio de lactancia no menor a tres meses y se puede extender hasta 150 días.
- El precio de la leche es de \$15.00/litro.
- Las razas de lana son las mejores productoras de leche, como East Frisian o Texel, por lo que al fomentar la producción láctea también se incrementa la producción de lana a nivel nacional (Trejo, 2009).

### 2.3 Rendimiento productivo de leche

Como ya ha sido mostrado en el cuadro 3, se observan los rendimientos productivos de diferentes razas y/o cruza en ovejas lecheras que van de 396 a 1,560 g/d, que son referencia de países que tienen tradición en la producción de leche de ovejas en Europa. Por ejemplo, en España el Programa de Mejora de la raza Manchega que inició en el año 1988, su objetivo

es el aumento de la producción de leche, utilizando como herramientas técnicas: el control lechero, la inseminación artificial, la comprobación de filiaciones y la valoración genética mediante metodología BLUP (Gallego et al., 2016).

El control lechero consiste en el control cada cuatro semanas en explotaciones de dos ordeños, de la cantidad de leche producida, alternándose un mes en el ordeño de la mañana y al mes siguiente en el de la tarde, que en la valoración genética (VG) de noviembre 2015 se usaron los datos de producción de 4 442 680 controles. Los análisis de filiación (Genealogía) realizados mediante microsatélites, verifican las declaraciones de nacimiento como base fundamental, antes de su inscripción en el Libro Genealógico. La VG de reproductores se realiza mediante metodología BLUP (Modelo Animal) para el carácter producción de leche a 120 días (Jurado et al., 1997).

#### 2.4 Calidad de la leche

La calidad de la leche ha ido evolucionando en los últimos años desde la orientación clásica de “inocuidad”, que posteriormente se sustituye por “seguridad alimentaria” al concepto actual de “alimento funcional y saludable” que además, se relaciona con valores de “responsabilidad social”. Hasta los años 90, la calidad estaba ligada principalmente a los parámetros físico-químicos clásicos (grasa y extracto seco). A partir de entonces, empiezan a tenerse en cuenta y a evaluarse los parámetros higiénico-sanitarios (recuento de gérmenes aerobios totales y recuento de células somáticas), gracias al desarrollo de los analizadores automáticos. En una edición de la Enciclopedia de la Leche, Kelly et al. (2011) sostienen que la calidad de la leche se evalúa a partir de un conjunto de parámetros que indican tanto su idoneidad para el consumo o procesamiento posterior en otros productos, como del estado sanitario del animal o del método de producción de la leche en el origen. Según Leitner et al. (2016), el término “calidad de leche” se integra al de “seguridad de la leche”, haciendo sinónimos en muchas ocasiones dichos conceptos. En última instancia, son los propios los consumidores quienes definen dicho concepto, basándose en los siguientes principios (Gonzalo, 2013):

**Seguridad Alimentaria:** Es el eje en torno al cual gira toda la cadena de producción de cualquier alimento y que supone un importante salto cualitativo y de enfoque con relación a

la política alimentaria del pasado siglo. Existe un incremento en la conciencia pública de los consumidores sobre peligros asociados a los procesos de producción y transformación de los alimentos y sobre la necesidad de medidas para su prevención.

**Inocuidad alimentaria:** Es una característica que garantiza que los alimentos que consumimos no causen daño alguno a la salud pública, a través de medidas de prevención y buenas prácticas, a fin de evitar las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS).

**Alimentos de alto riesgo:** Aquellos que reúnen las condiciones para favorecer el crecimiento bacteriano como lo son alimentos con elevada proporción de agua, alto porcentaje de proteína y baja acidez.

**Calidad higiénica y tecnológica:** Se trata de la calidad que condiciona la vida útil, las aptitudes tecnológicas y el resultado final del proceso de producción y transformación de la leche.

**Calidad nutricional:** Incluye todos los aspectos relativos a los alimentos funcionales y propiedades nutricionales de la leche y derivados lácteos, con un elevado número de principios bioactivos y promotores de la salud (ácido linoleico conjugado, vitaminas, calcio, ácidos grasos de cadena media, probióticos, etc.).

**Calidad ética:** Se refiere al respeto de la producción animal, al medio ambiente y a las normas de protección y bienestar animal, pero también a una correcta relación y deontología profesional entre los agentes de la cadena alimentaria, basada en unas buenas prácticas comerciales que evite abusos de los eslabones dominantes de la cadena.

Autores como Boyazoglu y Morand-Fehr (2001), incluyen también el concepto de calidad sensorial, definida como aquella que es detectable por los órganos de los sentidos (color, olor, sabor o consistencia), y que a su vez depende de multitud de factores, entre los que destacan la alimentación o aspectos relacionados con la calidad higiénico-sanitaria.

La leche de oveja tiene la particularidad de contener mayor cantidad de sólidos totales que la leche de cabra y vaca, específicamente más cantidad de grasa, proteínas y minerales (cuadro 4), lo que la hace menos apetecible para ser tomada como leche fluida. Cuando es usada para fabricar queso se obtiene un rendimiento que puede llegar a superar hasta en un 100% a la leche de vaca y cabra, razón por la cual normalmente es incorporada o mezclada con estas últimas para lograr un mayor rendimiento quesero (Arias, 2009).

**Cuadro 4. Composición promedio de la leche de oveja, cabra y vaca.**

<b>Composición</b>	<b>Oveja</b>	<b>Cabra</b>	<b>Vaca</b>
Densidad (g/mL)	1.03 – 1.04	1.01 – 1.04	1.02 – 1.05
Grasa (%)	7.90	3.80	3.60
Proteína (%)	6.20	3.40	3.2
Lactosa (%)	4.90	4.10	4.70
Sólidos no grasos (%)	12.00	8.90	9.00
Caseína (%)	4.20	2.40	0.60
Albúmina, Globulina (%)	1.00	0.60	0.60
NNP <sup>1</sup> (%)	0.80	0.40	0.20
Cenizas (%)	0.90	0.80	0.70
pH	6.51 – 6.85	6.50 – 6.80	6.65 – 6.71

Tomado de Park et al., 2007.

Desde el punto de vista físico, la leche de oveja se caracteriza por tener un color blanco nacarado, y poseer mayor densidad, viscosidad, índice de refracción, acidez total y un menor punto de congelación que la leche de vaca o cabra (Assenat, 1991; Haenlein y Wendorff, 2006). Químicamente la leche de oveja es un complejo de sustancias que se encuentran en solución (glúcidos, proteínas, minerales, vitaminas hidrosolubles), suspensión (proteínas y minerales) emulsión en agua (grasa y vitaminas liposolubles) (Mc Carthy, 2011). Los componentes mayoritarios de la leche, además de agua, son grasa, proteína y lactosa, y en menor medida, sales orgánicas e inorgánicas, iones y vitaminas. Si tenemos en cuenta la especie, la leche de oveja posee mayor contenido porcentual en grasa y sólidos no grasos que la leche de cabra, vaca o incluso, la leche humana (Park et al., 2007), produciendo una cuajada mucho más dura que el resto de las leches consideradas.

En el cuadro 5, Haenlein y Wendorff (2006) citan las propiedades físicas de la leche en la cabra y la oveja. En México, Ochoa-Cordero (2002) menciona que los datos de composición láctea en ovejas en San Luis Potosí fueron los siguientes: sólidos totales 16.7+/-2.1%, grasa 5.6+/-2.1%, proteína 5.2+/-0.5%, lactosa 4.5+/-0.4%, cenizas 0.91+/-0.06%. Dos vasos de leche (1/2 L) o su equivalente en queso o yogurt de leche de oveja proporcionan el 162, 121 y 200% de las recomendaciones diarias para un adulto de aminoácidos esenciales, calcio y riboflavina.

**Cuadro 5. Propiedades físicas de la leche en la cabra y oveja**

<b>Propiedades</b>	<b>Cabra</b>	<b>Oveja</b>
Densidad (g mL <sup>-1</sup> )	1029-1039	1034 - 1038
Viscosidad (%V/V)	2.12	2.86 – 3.39
Acidez (ácido láctico %)	0.14 – 0.23	0.22 – 0.25
Acidez (°Dornic)	12 – 18	16 – 25
pH (20°C)	6.5 – 6.8	6.5 – 6.8
Punto crioscópico (°K)	-0.57	-0.57

(Haenlein y Wendorff, 2006)

#### 2.4.1 Grasa

Es importante destacar los componentes tanto cuantitativa como cualitativamente, debido a las características físicas y organolépticas que le confiere a la leche de oveja.

La composición global de la materia grasa en rumiantes (oveja, cabra y vaca) es muy similar, aunque existen diferencias inter e intraespecie (Bauman et al., 2006). En general, son los triglicéridos (TAG) los que constituyen cerca del 98% del total de los lípidos de la leche, incluyendo además gran cantidad de ácidos grasos esterificados. El resto son lípidos simples (diacilgliceroles, monoacilgliceroles y ésteres de colesterol), lípidos complejos (fosfolípidos) y sustancias liposolubles (esteroles, ésteres de colesterol e hidrocarburos) (Park, 2006; Haenlein y Wendorff, 2006). La leche de oveja está formada por un alto contenido en ácidos grasos saturados, en especial el palmítico, esteárico y mirístico, además de ácido oleico y linolénico (De La Fuente et al., 2009), siendo los dos últimos importantes por sus posibles actividades anticancerígenas y antiaterogénicas (Bauman y et al., 2006). Destacan otros ácidos grasos de cadena corta y media, el caproico, caprílico, caprico y láurico, que se encuentran en mayor proporción en leche de oveja y cabra que en la de vaca, y que son importantes en el proceso de fabricación del queso, ya que les confieren características organolépticas diferenciales, aunque algunos autores destacan sus efectos adversos sobre los niveles de colesterol en plasma (Chi et al., 2004). Además, la diferente proporción en la que aparece cada uno de estos ácidos grasos en la leche de los rumiantes ha permitido la detección de leches de diferentes especies en quesos (Park et al., 2007).

La grasa en la leche es secretada en forma de glóbulos grasos, similares en estructura y composición en los diferentes rumiantes. La diferencia entre las distintas especies de rumiantes se halla en el tamaño de los glóbulos grasos, siendo los de ovino de un tamaño intermedio (3,5  $\mu\text{m}$ ) entre los de mayor tamaño de vacuno, y los de menor tamaño de caprino (Silanikove et al., 2016).

#### 2.4.2 Acidez

La determinación del grado de acidez representa un criterio más para evaluar el cuidado puesto durante el ordeño, transporte y conservación de la leche así mismo permite conocer el grado de contaminación microbiológica, la acidez media se encuentra entre 16 – 25 °D y esta se puede ver afectada por el calor, limpieza deficiente, proliferación de microorganismos que degradan la lactosa.

La leche ácida no se puede pasteurizar porque se cortará, lo que supondrá pérdidas económicas para la empresa láctea; por otro lado, es imposible fabricar quesos con una leche ácida (Relief, 2015).

#### 2.4.3 Materias nitrogenadas

La fracción más importante está constituida por el nitrógeno proteico, que representa el 95% del total de las materias nitrogenadas, siendo el 5% restante nitrógeno no proteico.

En cuanto a la fracción proteica, se pueden distinguir a su vez dos grupos: las caseínas y las proteínas séricas. Las caseínas constituyen el 76-83% de las proteínas totales de la leche (Park et al., 2007) y juegan un papel importante en la coagulación de la leche, ya que son responsables de la estructura primaria de la cuajada (Recio et al., 2009). Las caseínas son fosfoproteínas, sintetizadas en la glándula mamaria como respuesta, entre otras, a la acción de hormonas lactogénicas, siendo secretadas en forma de grandes agregados coloidales denominados micelas. Las caseínas  $\alpha$  y  $\beta$  se han denominado “sensibles del calcio”, debido a que poseen grupos fosfato y precipitan en presencia de iones  $\text{Ca}^{2+}$  a pH 7.0. Por otro lado, la  $\kappa$ -caseína no es sensible al calcio, y posee la función de estabilizar la precipitación de las caseínas sensibles. Existen muchas diferencias a nivel individual y entre rebaños dentro de la misma especie, debido a su gran polimorfismo genético. En la leche de oveja, la  $\beta$ -caseína es la caseína mayoritaria y concentra en torno al 61.60% del total de las caseínas,

representada por dos variantes principales ( $\beta$ 1-caseína y  $\beta$ 2-caseína), y tiene un papel esencial en la formación de la cuajada durante la coagulación láctea.

El siguiente grupo en proporción lo constituyen las  $\alpha$ s-caseínas, formadas a su vez por las  $\alpha$ s1-caseínas (que representan el 22.84% del total de caseínas) y las  $\alpha$ s2-caseínas (que representan el 6.66% del total). El menor contenido proporcional de este tipo de caseínas respecto a la leche de vacuno hace que los quesos de oveja tengan un sabor menos amargo que los de vaca (Assenat, 1991). La concentración de caseína total de la leche varía entre razas y entre individuos dentro de la misma raza, afectando a rasgos productivos de la leche y a múltiples factores en el proceso de elaboración quesera (Selvaggi y Tufarely, 2012).

Por otro lado, las proteínas séricas constituyen un grupo de proteínas que son solubles en el suero de la leche después de producirse la precipitación ácida de las caseínas a pH 4.6 y 20 °C, o a través de la precipitación por adición de cuajo (Farrell et al., 2004). Las más representativas son la  $\beta$ lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbúmina y un conjunto de componentes minoritarios, que representan el 46.7%, 13.5% y 39.8% de las proteínas séricas, respectivamente. Asimismo, el valor nutritivo de estas proteínas es incluso superior que el de las caseínas, debido a su peculiar composición en aminoácidos, que representa una importante fuente de proteínas digeribles. Además, el 75% de ellas son albúminas, consideradas como un recurso importante de péptidos bioactivos con funciones biológicas destacadas (antihipertensivas, antimicrobianas, antioxidantes, etc.). Otros componentes minoritarios de la leche son muy importantes en la transmisión de la inmunidad pasiva (inmunoglobulinas, lactoferrina, transferrina, ferritina, lactoperoxidasa, lisozima, etc.).

También, la fracción nitrogenada de la leche contiene compuestos no proteicos. El compuesto mayoritario es la urea (que representa el 30-35% del total), seguido por aminoácidos libres (15%), creatinina y ácido úrico (15%), aminoácidos (15%) y amoníaco (10-30%) (Biswajit et al., 2011). La urea es una molécula orgánica que se obtiene de la descomposición, y posterior digestión bacteriana, de las proteínas del alimento en el rumen. El amoníaco que no se utiliza en este proceso se transforma en urea con el objetivo de restablecer el equilibrio nitrogenado del metabolismo. La concentración normal de urea en ganado ovino lechero, en un rango entre 340 y 500 mg/mL (Sallato et al., 2013).

#### 2.4.4 Carbohidratos

La lactosa representa prácticamente la totalidad de los glúcidos de la leche de oveja y es el tercer componente cuantitativamente más importante, constituyendo del 45 a 50 g/kg equivalente del 22 al 27% del extracto seco total en la leche de oveja en comparación con la leche de vaca que representa del 33.0 al 40.0% (Assenat, 1991; Ramos y Juárez, 2003).

La lactosa es un valioso nutriente ya que favorece la absorción intestinal del calcio, magnesio y fósforo, y la utilización de la vitamina D (Campbell y Marhall, 1975). Además, tiene una función importante en la regulación del volumen de leche, ya que contribuye al mantenimiento del equilibrio osmótico que se establece entre el torrente sanguíneo y las células alveolares de la ubre (Chandan et al., 2009). En la elaboración de queso, la lactosa es el sustrato que las bacterias necesitan para que se desarrollen las fermentaciones lácticas, propiónica, alcohólica y butírica, en las que se obtiene ácido láctico, anhídrido carbónico, alcohol, ácido propiónico, ácido butírico y demás compuestos, que proporcionarán al queso sabores y aromas particulares.

Existen otros carbohidratos como glicopéptidos, glicoproteínas y oligosacáridos, que pueden encontrarse en leche de oveja. Los oligosacáridos son importantes porque promueven el crecimiento de bifidobacterias en el recién nacido y juegan un papel como protectores de las células de la mucosa intestinal frente a los patógenos (Ramos y Juárez, 2003).

#### 2.4.5 Componentes minoritarios de la leche

La leche también contiene minerales, vitaminas, péptidos bioactivos, etc (cuadro 6). Entre los minerales, el calcio y el fósforo son los que en mayor proporción se encuentran en ovino, si se comparan con la leche de cabra o vaca (Raynal-Ljutovac et al., 2008). Estos minerales participan activamente en la formación del gel durante la coagulación de la leche y tienen una influencia directa, junto con el pH, sobre la estructura y la textura de los quesos (Lucey et al., 2003). Las vitaminas destacan los mayores contenidos de vitaminas liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (B y C) (Park et al., 2007).

**Cuadro 6. Minerales que contiene un litro de leche con relación a los requerimientos humanos (mg d-1)**

<b>Minerales</b>	<b>Leche de oveja</b>	<b>Leche de vaca</b>	<b>Necesidades humanas</b>
Ca	254	170	800
P	133	85	1000
K	97	101	1500
Na	31	40	11500
Mg	57	40	300
Cu	17	6	2
Fe	9	5	12
Mn	2	2	3
Zn	106	56	7

(Fox, 2000)

#### 2.4.6 pH de la leche.

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una solución y proporciona información sobre el estado higiénico de la leche. La principal modificación de los niveles de pH se produce por acción de las bacterias lácticas, que transforman la lactosa en ácido láctico, disminuyendo el pH (Escolar, 2016). También una alta contaminación microbiológica, ocasionada por diversos motivos (ordeños poco higiénicos, limpieza inadecuada, o una refrigeración de la leche inadecuada), o la presencia de calostros puede dar lugar a un descenso de pH (Romero et al., 2013). Cuando los valores de pH son superiores a 7.0 indican que la leche presenta compuestos con características alcalinas, propios de leches obtenidas de animales con mastitis, con un incremento del recuento de células somáticas, adulteración con agua o presencia de productos de limpieza (Haenlein y Wendorff, 2006).

#### 2.5 Factores que afectan la variación de las características físico-químicas de la leche.

La composición de la leche de oveja se ve afectada por diferentes factores intrínsecos (ligados al propio animal) o extrínsecos. Los principales factores intrínsecos son la raza, la edad y el estado de lactación, y los factores extrínsecos son aquellos relacionados con el manejo de la ganadería, como la alimentación o el ordeño, así como los relacionados con el ambiente (temperatura, humedad, etc.) (Molina et al., 1994; Hassan, 1995; Morand-Fehr et al., 2007). Asimismo, hay que tener en cuenta la relación existente entre la cantidad de leche producida y la composición, ya que se han descrito correlaciones fenotípicas y genéticas negativas entre estos parámetros (Emery, 1988); cuando aumenta la producción de leche, con una mayor

cantidad de lactosa secretada, se produce una disminución en la síntesis de grasa y proteína (Pulina et al., 2005).

Diversos autores han señalado además la correlación negativa entre producción y composición de leche, puesto que los animales con producciones más elevadas presentan una leche con menor concentración de grasa y proteína, repitiéndose este fenómeno en otras razas más o menos productivas, entre rebaños o distintos animales o incluso el mismo animal en momentos distintos de la lactación (Pulina, 1990).

**Raza:** La raza un factor muy importante que afecta no sólo a la producción, sino también a la composición de la leche, y está influida por distintos factores genéticos, medioambientales y de manejo. Los Programas de Selección Genética en ovino lechero han actuado sobre la mejora de producción y composición de la leche, aunque hay factores inherentes a la raza como el régimen de explotación, diferente en cada una de las áreas y regiones productivas, que condiciona también la época de partos y la lactación, y, por tanto, las diferencias entre razas (Rodríguez-Nogales et al., 2007). Las diferencias entre razas son muy importantes a nivel de la materia seca de la leche (14.5-21.4%) debidas sobre todo a diferencias en cantidad de grasa y en menor medida de proteína; no ocurre lo mismo con los restantes componentes de la leche (lactosa, cenizas, etc.), donde las diferencias entre razas no son tan marcadas (Molina et al., 1994; Arias, 2009).

**Estado de la lactación:** La producción de leche de oveja durante el período de lactación describe una curva asimétrica, que se incrementa rápidamente durante las primeras semanas, hasta alcanzar la producción máxima (pico de lactación) entre la tercera y quinta semana, disminuyendo progresivamente hasta el secado. Entre los parámetros que influyen en la producción total de leche se encuentran el nivel máximo de producción y la fecha en la que ésta se presenta, así como la duración de la lactación. En los países mediterráneos los ciclos reproductivos y productivos son estacionales y, según el sistema de explotación, están condicionados por factores externos medioambientales, destacando la importancia de la nutrición a lo largo de las distintas fases de lactación, que pueden condicionar la curva de lactación en la misma área y raza (Pugliese et al., 2000). El patrón de la curva está

influenciado por la cantidad y actividad secretora de los lactocitos, por lo que es importante conocer y controlar los factores fisiológicos y ambientales que les afectan.

Los componentes grasa y proteína de la leche describen una curva de evolución inversa a la de producción de leche y contenido en lactosa. Así, al final de lactación, cuando la producción de leche disminuye, se produce un aumento de proteína y, sobre todo, de grasa (Pugliese et al., 2000). Las distintas fracciones nitrogenadas se ven afectadas a lo largo de la lactación, disminuyendo el contenido de nitrógeno no proteico y de caseínas, y aumentando las proteínas séricas desde el inicio hasta el final de lactación (Bianchi et al., (2004).

**Estado sanitario:** Existen diversos síndromes que pueden afectar a la cantidad y composición de la leche producida, tanto de origen infeccioso, parasitario, nutricional, etc. Uno de los más relevantes en ovino lechero son las infecciones intramamarias (IMI). Esta enfermedad produce pérdidas en producción lechera, además de modificar los principales componentes de la leche como consecuencia del daño que se produce en el tejido secretor mamario (Burriel y Wagstaff, 1998). La disminución del volumen de leche es normalmente superior que el descenso en la síntesis de grasa y caseína, produciéndose por tanto una concentración de estos componentes en leche (Burriel, 1997). El contenido en lactosa de la leche disminuye ante una infección intramamaria subclínica (Burriel, 1997; Bianchi et al., 2004), principalmente debido a la reducción en la capacidad de síntesis del tejido dañado (Burriel, 1997), pero también por la menor disponibilidad de su precursor, la glucosa, debido a la competición por conseguir energía que poseen tanto las células secretoras como las que poseen funciones fagocíticas (Rulquin, 1997); además, la lactosa es el principal regulador osmótico en leche, y su descenso produce una reducción del volumen de leche (Burriel, 1997). Por otro lado, se ven incrementados todos los compuestos que aparecen en leche procedente del torrente sanguíneo, como es el caso de las proteínas séricas, como consecuencia de la mayor permeabilidad de la barrera sangre-leche debido a una infección intramamaria (Bianchi et al., 2004).

**Estación del año:** La producción y calidad de la leche se encuentra influida por el fotoperiodo (Coulon, 1994). Sin embargo, los efectos estacionales son muy irregulares para el porcentaje en grasa, y más constantes en el caso del porcentaje proteico (Carta et al., 1995).

El factor estación del año ha sido estudiado previamente en leche de tanque de oveja Manchega por Arias (2009), obteniendo valores mínimos de grasa (7.12%), proteína (5.65%) y extracto seco (18.31%) en primavera, y los máximos en otoño e invierno, mientras que porcentaje de lactosa alcanzó el máximo en los meses de invierno y primavera (4.66 y 4.70%, respectivamente) y los valores mínimos en verano y otoño.

**Alimentación:** Es uno de los principales factores que afectan la composición de la leche. La grasa es la que más se ve afectada por cambios en la alimentación, sobre todo en relación con el balance energético de los componentes de la ración, la ingesta y el origen de la fibra neutro detergente y los carbohidratos no fibrosos (Pulina et al., 2006). Cabe destacar la importancia del pastoreo en el perfil y variabilidad de ácidos grasos de la leche (Bustos et al., 2013), sobre todo por su interés nutricional. La proteína de la leche se modifica en menor medida a través del manejo de la alimentación, dependiendo más de factores asociados con la raza, el rebaño y, en general, por factores genéticos, sobre todo en la tipología de las caseínas (Scintu y Pireda, 2007). En cuanto a la lactosa, algunos estudios (Hilali et al., 2011), señalan que su presencia en leche de vacuno y ovino se modifica si las dietas ofrecidas a los animales están mal equilibradas, sobre todo en lo que se refiere a déficits de proteína en la ración, produciéndose un descenso en la utilización de proteína alimentaria, que condicionaban también la cantidad de lactosa en leche. No obstante, las variaciones en el contenido en lactosa están más ligadas a cambios en la producción de leche (Morand-Fehr et al., 2007).

**Ordeño mecánico:** es la capacidad del animal de liberar, por el estímulo de la máquina de ordeño, la mayor cantidad de leche en el menor tiempo posible y con la menor intervención manual. El desarrollo y mejora de las técnicas de ordeño han permitido sistematizar la extracción de leche del ganado lechero; sin embargo, ordeñar entraña riesgos para la salud de la ubre si no se realiza correctamente y cumpliendo todos los pasos de la rutina de ordeño. Un buen ordeño implica no lesionar los pezones, no introducir aire o patógenos, que sea capaz de extraer toda o casi toda la leche, además de lograr vaciar la ubre en el tiempo estipulado. Los daños a la ubre suelen tener lugar por fallos en la máquina de ordeño: exceso de vacío, frecuencia de pulsación incorrecta, pezoneras estropeadas cuyas gomas aprietan de más, o de menos y se caen daña la ubre de cara a la siguiente lactación un

periodo seco insuficiente, que no permita la regeneración y el descanso de los tejidos internos (Ceva 2022).

**Rebaño:** El rebaño tiene una alta influencia en la composición de la leche (Sakul y Boylan, 1992), ya que en sí reúnen los factores anteriores. Hay que considerar que las diferencias productivas y en riqueza de la leche entre ganaderías de la misma raza pueden ser muy importantes por la diferente situación sanitaria, ambiental, alimentación o manejo, así como el nivel genético de los animales (Othmane et al., 2002). La alimentación y tipo de ordeño son dos elementos que condicionan al factor rebaño.

Algunos estudios han destacado la influencia del rebaño sobre la riqueza de la leche de tanque, principalmente en el porcentaje de proteína y el valor de pH (Claps et al., 2016). Arias (2009) señala también la influencia significativa del rebaño sobre la grasa y la proteína, más dirigida a las unidades de producción relacionadas con el manejo y la sanidad.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La leche de oveja en México como se ha comentado es casi nula su utilización, ya que no existe la costumbre de ordeñar a estos animales; sin embargo, en algunos centros de investigación y también en algunas explotaciones privadas se están fabricando a pequeña escala algunos quesos y se han obtenido resultados satisfactorios, principalmente con la elaboración de quesos tipo manchego y feta. Estos productos son adquiridos por el consumidor en tiendas en donde se expenden delicatessen y en algunos restaurantes especializados en comida del área mediterránea, principalmente. Se ha observado que la cantidad de queso manchego importado de España va en aumento año con año (Saltijeral y Cordova, 2019). Debido a la poca cantidad y variedad de productos lácteos comerciales de origen ovino ofrecidos al público consumidor en el país, muchas personas han llegado a creer que realmente estos productos no pueden ser producidos en México y que su alto costo se debe principalmente a que son productos importados, cuestión esta última que es cierta.

Es posible producir leche de oveja en el país, hay la experiencia y capacidad para procesarla y así ofrecer los productos al mercado nacional e internacional. Por ello se recomienda trabajar arduamente, en función de aumentar el número de explotaciones con criterios comerciales de producir leche, como alternativa para la ampliación y diversificación de la ganadería del país. Es igualmente importante la investigación en torno a los estándares de calidad para los productos lácteos provenientes de leche de oveja, lo que coadyuvara a promover el mercadeo de los productos lácteos provenientes de esta especie. Todo ello ayudara a mejorar las condiciones de vida de los productores debido al alto precio que tienen en el mercado este tipo de productos. Es por ello que es de gran importancia conocer en nuestro país y en unidades de producción comercial dedicados a esta actividad el tener conocimiento de los rendimientos productivos y de la calidad de la leche de genotipos ya establecidos en México, con lo cual se están preparando diferentes productos que en la medida de lo posible se tendrá de referencia para su elaboración principalmente de quesos que se comercializan en el país.

#### **4. HIPÓTESIS**

Existen diferencias en el rendimiento productivo y calidad de leche en ovejas híbridas (Awassi, East Friesian y Lacaune) en una unidad de producción comercial en el Estado de Querétaro.

## **5. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar ovejas híbridas lecheras Awassi, East Friesian y Lacaune de un rebaño comercial, a través de la medición e identificación de rendimientos de producción y calidad de la leche (control lechero) para conocer su composición nutricional presente para la elaboración de quesos.

### **Objetivos específicos:**

- Evaluar la producción de leche del ciclo de producción a 120 días, en ovejas híbridas de las razas Awassi, East Friesian y Lacaune.
- Evaluar la calidad de la leche (% de proteína, grasa, lactosa y sólidos totales, en un ciclo de 120 días, en ovejas híbridas de las Awassi, East Friesian y Lacaune.

## 6. MATERIAL Y MÉTODOS

### 6.1 Material animal.

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 mostraron un promedio de edad de 3.8 años. Las ovejas se alimentaron a las 10 am y 3 pm con una dieta a base de concentrado el cual incluye; maíz, canola, soya, salvado, calcio, sesquicarbonato, ortofosfato y minerales de la empresa Nutec, mezclado con ensilado de maíz y malta de cebada. Las muestras fueron obtenidas por el periodo de lactación de 18 semanas (4 1/2 meses) del Rancho San Francisco en el municipio de Colón, Estado de Querétaro. Para el control lechero, la toma de muestras se realizó cada dos semanas (688 muestras).

### 6.2 Material de recolección de muestras.

- 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 contó 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 utilizó un analizador de leche Economilk Bond Total 40s para obtener los parámetros de medición de % de grasa, % Proteína, % de Lactosa, % de sólidos no grasos, % de sólidos totales y densidad. El equipo de laboratorio fue esencial para obtener la información de primera mano para llegar a los objetivos derivado del Proyecto Productivo No. 6973 de la UAEM.



*Ilustración 1: Sala de ordeño mecánica de tipo paralelo. Rancho San Francisco, municipio de Colón, Estado de Querétaro*



*Ilustración 2: Analizador de leche Economilk Bond Total 40s*

#### 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.

#### 6.5 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 08:00 a 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 sumergirse en un baño para pezones a base de clorhexidina. Individualmente se tomaron muestras de leche de oveja y la producción se registrará quincenalmente durante 4 y ½ meses de lactancia.



*Ilustración 3: Preparación e identificación de las ovejas previo inicio de la ordeña.*



*Ilustración 4: Ordeña mecánica*

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 (ICAR, 1992). La producción total de leche y el rendimiento total de grasa y proteína se estimarán según Thomas et al. (2001).

Para la toma de muestra individual para realizar el análisis de la calidad de la leche fue a través de un vaso recolector de 50 ml, los cuales fueron trasladados a la sección adjunta del cuarto del contenedor de enfriamiento de la leche, donde se encontraba ubicado el equipo del analizador de leche.

**Toma de muestra:** Utilizando guantes de cirujano no estériles se realizó la limpieza de pezones con una toalla desechable, se debe descartar los primeros chorros de leche para reducir el número de bacterias en el canal del pezón. Deberá desinfectarse todo el pezón con un algodón impregnado en alcohol. Limpiar a fondo el extremo del pezón con un algodón limpio e impregnado en alcohol y repetir de ser necesario, hasta que el algodón salga limpio. Sin tocar el pezón, se recolectaron 40 ml de muestra de leche del recipiente-vaso estéril. Terminado, fueron sumergidos completamente ambos pezones en una solución desinfectante (iodóforos). Previamente los recipientes vaso estéril fueron identificados con el ID de la oveja utilizando marcador permanente. Se depositaron en conjunto lotes de 25 muestras en sus

recipientes que fueron colocados en la hielera y que fueron trasladadas las muestras al lugar destinado adjunto a la zona de acopio y enfriamiento de la leche donde se encuentra el equipo analizador de calidad de la leche (Thomas et al., 2012). La determinar la composición química de la leche, los valores de grasa (%), sólidos no grasos (%), sólidos totales (%), proteína (%) y lactosa (%), fueron obtenidos a través del análisis automatizado basado en tecnología espectrométrica de ultrasonido utilizando muestras de leche de 40 mL por oveja, calibrado en modo sheep en porcentaje. La producción de leche fue obtenida/día y cada dos semanas. La matriz de datos estará integrada por:

*Id oveja	Tipo racial	No. de lactancia	Fecha	Producción (kg)	% proteína	% de grasa	% de lactosa	% Sólidos no grasos	% sólidos totales	Densidad
-----------	-------------	------------------	-------	-----------------	------------	------------	--------------	---------------------	-------------------	----------

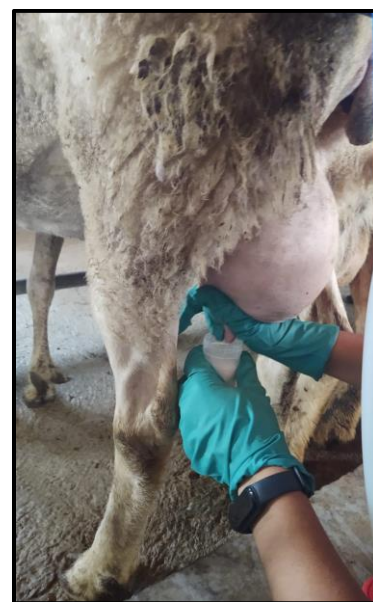
\*Id = Identificación.



*Ilustración 5: Etiquetado del recipiente vaso estéril para toma de muestra.*



*Ilustración 6: Limpieza y desinfectado de pezones.*



*Ilustración 7: Toma de muestra de leche*

## 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, la información fue estudiada mediante análisis basados en modelos mixtos (paquete estadístico JMP 17.0 from SAS), para estimar las medias mínimo-cuadráticas, de cada una de las características estudiadas, siendo el mismo modelo empleado para cada variable analizada. El modelo es el siguiente:

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

Donde:

$Y_{ijklmn}$  = rendimiento de leche de la oveja normalizada a 120 días de lactación, % grasa, % proteína, % lactosa, % sólidos no grasos, % sólidos totales y densidad.

$\mu$  = Media general.

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

$Nl_j$  = Efecto fijo del j-ésimo nivel del factor número de lactancia (n=6).

$Tpk$  = 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=4).

$\beta_1(x_{ijklm} - \bar{x})$  = 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 n-ésimo nivel del factor de la oveja (efecto aditivo).

$e_{ijklm}$  = Residuo.

## 7. LÍMITE DE ESPACIO.

El rancho San Francisco 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 un día mojado. El mes con más días mojados 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 suelo es de tipo volcánico, habiendo tepetate, obsidiana, basalto en las zonas altas, grandes variedades de ópalo y vetas de diferentes minerales.



*Ilustración 8: Vista panorámica del Rancho San Francisco, municipio de Colón, Estado de Querétaro*



*Ilustración 9: Vista al monolito Peña de Bernal desde el Rancho San Francisco, municipio de Colón Estado de Querétaro.*

## 8. LÍMITE DE TIEMPO.

A continuación, se presentan las actividades calendarizadas:

### *Actividades calendarizadas*

Actividad	may-24	jun-24	jul-24	ago-24	sep-24	oct-24	nov-24
1. Control lechero individual del rendimiento y toma de muestras de leche.							
2. Análisis de calidad de la leche (% de grasa, % Proteína, % de Lactosa, densidad y pH)							
3. Registro de datos en una hoja de excel y su edición.							

4. Análisis de estadística descriptiva y estadística inferencial evaluando de los rendimientos y calidad de la leche en los diferentes genotipos.							
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 120 días. En el cuadro 7, se presenta la estadística descriptiva de los componentes principales de la leche en ovejas híbridas Awassi (AW), East Friesian (EF) y Lacaune (LC).

**Cuadro 7. Estadística descriptiva de los componentes de la leche en ovejas híbridas.**

Variable	n	Media $\pm$ D.E	Min - Max	CV (%)
Kg leche	688	0.54 $\pm$ 0.33	0.10 - 2.20	60.74
% grasa	688	8.06 $\pm$ 2.10	1.56 - 12.02	25.99
% proteína	688	4.84 $\pm$ 1.27	2.43 - 23.64	26.17
% lactosa	664	6.85 $\pm$ 0.68	3.39 - 8.78	9.98
% sólidos no grasos	688	12.58 $\pm$ 1.33	10.02 - 17.75	10.58
% sólidos totales	688	20.65 $\pm$ 2.95	8.44 - 36.5	14.29
Densidad	688	40.89 $\pm$ 4.49	17.2 - 55.24	10.99

Es importante destacar de forma descriptiva una ligera superioridad de los valores de los elementos de la leche de oveja en ovejas con retrocruzamiento (ovejas  $\frac{3}{4}$  EF, AW y LC) que aquellas ovejas F1.

Los resultados encontrados y presentados en el cuadro 7 son semejantes a los observados en ovejas híbridas  $\geq \frac{3}{4}$  de sangre East Friesian en Madison, Wisconsin, EEUU en las cuales el valor de la proteína es de 4.46%. Thomas et al. (2001) en tanto que nuestro estudio fue de 4.84%.

En otro estudio en México realizado en el Estado de Guerrero con ovejas criollas Obispo de la montaña, la producción de leche tuvo valores similares a los encontrados en este trabajo (cuadro7) que fue de 0.54 kg de leche, en comparación con las ovejas de la montaña de Guerrero que obtuvieron valores de 539.60 g en la segunda semana de lactación (García et al., 2019).

Para el componente de % de lactosa en nuestro estudio encontramos el valor de 6.85% (cuadro 7). Este resultado es muy semejante al encontrado en ovejas de la raza Poll Dorset de Nueva Zelanda donde encontraron valores de 5.56 % de Lactosa (Newman y Stieffel, 2002); sin embargo, para el componente de % de grasa en nuestro estudio encontramos la media mínimo cuadrática de 8.06% (cuadro 7), resultado con diferencias notorias en comparación con las ovejas Poll Dorset de Nueva Zelanda, donde se encontró un valor promedio de 6.34 % de grasa.

En Uruguay se realizó un ensayo para evaluar el efecto de la eliminación del ordeño vespertino sobre la producción total de leche y su contenido en grasa, proteína y lactosa en ovejas de la raza Frisona -Milchschaaf, encontrando valores de % de proteína de 5.49 y lactosa de 5.11%, valores diferentes a los encontrados en el presente estudio que fueron de 4.84% y 6.85%, respectivamente (Kremer, 2016).

Por otra parte, Ochoa et al. (2009) en Venezuela, encontraron valores diferentes a los nuestros con respecto a la densidad de leche en ovejas Rambouillet bajo un sistema de manejo intensivo, el cual fue de 1.036 en comparación con los valores de este estudio que fue de 1.040.

**Cuadro 8. Medias mínimo cuadráticas y error estándar de los componentes de la leche en ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune.**

Grupo genético	n	Kg leche	% grasa	% proteína	% lactosa	% sólidos no grasos	% sólidos totales	Densidad
F1 EF + LC	110	0.42 ± 0.06	8.09 ± 0.33	4.83 ± 0.22	6.81 ± 0.12	12.53 ± 0.21	20.57 ± 0.48	40.53 ± 0.73
F1 LC + AW	103	0.51 ± 0.05	8.72 ± 0.32	4.93 ± 0.21	6.92 ± 0.12	12.80 ± 0.21	21.50 ± 0.47	40.99 ± 0.73
3/4 AW + 1/4 EF	94	0.54 ± 0.06	8.56 ± 0.33	5.01 ± 0.22	6.93 ± 0.12	12.82 ± 0.22	20.57 ± 0.50	41.18 ± 0.75
3/4 EF + 1/4 LC	166	0.47 ± 0.04	8.45 ± 0.27	5.14 ± 0.18	6.75 ± 0.10	12.46 ± 0.18	20.57 ± 0.51	40.08 ± 0.60
3/4 LC + 1/4 EF	215	0.50 ± 0.05	8.23 ± 0.29	4.98 ± 0.19	6.87 ± 0.11	12.70 ± 0.19	20.57 ± 0.52	41.31 ± 0.65
	<b>Valor P</b>	<b>0.26</b>	<b>0.29</b>	<b>0.65</b>	<b>0.54</b>	<b>0.37</b>	<b>0.30</b>	<b>0.35</b>

## 10. DISCUSIÓN.

### 10.1 PRODUCCIÓN DE LECHE

En otros estudios se ha encontrado que la composición media de la leche varía significativamente ( $P < 0.05$ ) entre las razas, siendo la leche de ovejas cruce Friesian Oriental la que presentó una menor concentración de grasa, proteína y sólidos lácteos totales en comparación a la raza Poll Dorset. Sin embargo, las diferencias fueron inferiores al 0.3% y

de poca importancia práctica (Newman y Stieffel, 1999), estos datos son similares a los encontrados en nuestro estudio, donde no hubo diferencias significativas para los valores de % proteína, % grasa y % sólidos totales ( $P < 0.05$ ) entre los diferentes grupos genéticos de ovejas, como se muestran en el cuadro 8.

En Wisconsin EEUU, se observó que no existieron diferencias estadísticas significativas entre grupos genéticos de ovejas lecheras  $> 3/4$  East Friesian (EF),  $1/2$  EF y las ovejas  $1/2$  Lacaune para los componentes de la leche (Thomas et al., 2000), resultados similares a nuestro estudio en donde no se encontraron diferencias estadísticas significativas para los componentes de leche: % proteína, % grasa, % lactosa, kg leche, % sólidos no grasos, % sólidos totales y la densidad de la leche ( $P > 0.05$ ).

Thomas et al. (2000) en un estudio realizado en Madison, Wisconsin, EEUU, mencionan que ovejas de diferentes cruza:  $1/2$  East Friesian,  $1/2$  Lacaune y  $\geq 3/4$  East Friesian, no presentaron diferencias en el rendimiento diario de leche ( $P > 0.05$ ), siendo de 0.97, 0.92 y 0.98 kg, respectivamente. Para nuestro estudio se encontró que las ovejas  $3/4$  East Friesian +  $1/4$  Lacaune obtuvieron rendimientos de 0.47 kg/d., esta diferencia pudiera deberse a que se trata de rebaños lecheros comerciales, y que en el estudio citado su sistema de manejo se obtuvieron las muestras en el día 30 de lactancia, las ovejas amamantaron a sus corderos durante aproximadamente 30 días, después de lo cual los corderos son destetados con dietas secas y las ovejas fueron ordeñadas dos veces al día hasta que su producción diaria total de leche fuera inferior a 0.5 kg/día, en tanto que en nuestro estudio fueron evaluadas a partir del destete (entre 40 a 50 días posparto) y se ordeñaron una vez/día.

Newman y Stieffel (2002) si encontraron valores significativamente mayores ( $P < 0.01$ ) en la producción de leche, comparando ovejas cruzadas de Friesian Oriental + Poll Dorset y las ovejas Poll Dorset, con 1.10 y 0.86 lt/oveja/día, respectivamente. La producción total de leche de las ovejas cruzadas de Friesian oriental fue un 30% mayor en volumen de leche. En el presente estudio se encontró que las ovejas F1 East Friesian + Lacaune tuvieron rendimientos de 0.42 kg, a lo que esta diferencia pudiera deberse a que en el anterior estudio utilizaron ovejas en Nueva Zelanda bajo un manejo de pastoreo predominante a base de rye grass y trébol blanco de Zelanda, mostrando que las condiciones medio ambientales de bienestar interaccionan favorablemente en la producción de leche en ovejas.

En la Universidad de Australia occidental se evaluó el rendimiento de leche en ovejas Sarda, Merino y Awassi encontrando que la producción de leche fue significativamente mayor en las ovejas Sarda y menor en las Merino en comparación con las ovejas Awassi ( $P < 0.01$ ). 472, 325 y 139 g/d, respectivamente (Nudda et al., 2002). En nuestro estudio encontramos que las ovejas F1 Lacaune + Awassi y las ovejas  $\frac{3}{4}$  Awassi +  $\frac{1}{4}$  East Friesian registraron valores de 0.51 y 0.54 kg/día, respectivamente; quizá la diferencia esté en gran medida a que su alimentación es a base de concentrado repartido en 4 veces al día y forraje disponible ad libitum en comparación con las ovejas Merino y Awassi que recibieron 500 g cada una de lupinos/día y 300 g de una mezcla de alimento (40% de paja de avena, 30% de lupino, 15% de avena y 15% de cebada) en la plataforma de ordeño. También pastaron en praderas irrigadas compuestas predominantemente de kikuyu, raigrás y trébol subterráneo, junto con heno de pradera, disponible ad libitum. También esta diferencia quizá se debe a que son ovejas lecheras especializadas criadas al norte de la isla de Cerdeña, Italia y que las ovejas Sarda fueron sometidas a un sistema de alimentación muy específico a su raza.

Robles et al. (2020) encontraron que la producción de leche, en donde las ovejas 100%, ovejas 13/16 y ovejas 3/4 de Lacaune, tuvieron los mayores rendimientos de leche: 181 lt en 160 días de lactancia con respecto a los genotipos con F1  $\frac{1}{2}$  Lacaune x  $\frac{1}{2}$  Manchega, obteniendo 169.80 lt ( $P < 0.01$ ). Comparando estos resultados con el presente estudio, las ovejas  $\frac{3}{4}$  Lacaune +  $\frac{1}{4}$  East Friesian y ovejas  $\frac{3}{4}$  East Friesian +  $\frac{1}{4}$  Lacaune presentaron 60.5 y 56.4 kg/en 120 días de lactancia; estas diferencias quizá se deban a que las ovejas fueron criadas en un sistema de producción intensivo durante el período de lactancia, en confinamiento total, alimentadas en las instalaciones con una mezcla unifeed de forraje y concentrados.

## **10.2 GRASA**

Los valores de % de grasa de los grupos genéticos que se muestra en el cuadro 8, no mostraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Los valores de rendimiento de % de grasa en ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune oscilaron entre 8.09 a 8.72, estos resultados son similares con Sismos et al.(1996), quienes encontraron que en ovejas de la raza ovina griega local, que se cría en forma extensiva, el contenido medio de grasa de la leche fue de  $7.85 \pm 0.05\%$ .

También Thomas et al. (1998) en Wisconsin EEUU en un centro experimental utilizando ovejas de cruza  $\frac{3}{4}$  Dorset +  $\frac{1}{8}$  Romanov +  $\frac{1}{8}$  Targhee mostraron mejores rendimientos en porcentaje de grasa y proteína, mientras que ovejas  $\frac{1}{2}$  EF +  $\frac{1}{4}$  Dorset +  $\frac{1}{8}$  de Romanov +  $\frac{1}{8}$  Targhee tuvieron más días de lactación obteniéndose más kg de leche, grasa y proteína, encontraron diferencias estadísticas significativas entre estas dos líneas maternas ( $P>0.05$ ). Estos rendimientos en la composición de la leche se obtuvieron bajo condiciones controladas, mientras que en nuestro estudio fue bajo su manejo común de una unidad de producción comercial.

### **10.3 PROTEINA**

Thomas et al. (2000) en Wisconsin, EEUU, reportaron que los resultados de % proteína observados en ovejas híbridas  $\frac{3}{4}$  de sangre East Friesian,  $\frac{1}{2}$  de sangre East Friesian y  $\frac{1}{2}$  de sangre Lacoue, fueron de 4.46, 4.65 y 4.68%, respectivamente, determinando que no existieron diferencias significativas ( $P>0.05$ ). Los resultados mencionados fueron muy semejantes a lo encontrado en nuestro estudio, donde tampoco hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre ovejas  $\frac{3}{4}$  East Friesian +  $\frac{1}{4}$  Lacoue y  $\frac{3}{4}$  Awassi +  $\frac{1}{4}$  East Friesian, los valores fueron 5.14 y 5.1%, respectivamente.

El porcentaje de proteína en ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune oscilaron entre 4.83 y 5.14% , estos resultados son ligeramente diferentes con el estudio realizado en España por Escolar ( 2016), encontró que en ovejas de la raza Guirra y Manchega que el porcentaje de proteína fue de 6.30 y 6.36% respectivamente, esta diferencia se deba quizás a que las ovejas Guirra es una raza autóctona no especializada de la Comunidad Valenciana, que se a utilizado por muchos años para la producción de leche que es destinada para la elaboración de quesos tradicionales. Por otro lado, la raza Manchega es originaria de la región de la Mancha y es una de las razas ovinas lecheras que más representación tiene en España, esta oveja está destinada mayoritariamente a la elaboración de queso Manchego, producto amparado bajo la Denominación de Origen Protegido (DOP).

### **10.4 LACTOSA**

En España los valores de % de lactosa se encuentran entre 4.9 % para la raza Guirra y 4.8% para la raza Manchega a las 7 semanas de lactación (Escolar, 2016). Estos valores

encontrados son similares a los encontrados en el presente estudio, donde las ovejas F1 East Friesian + Lacaune y las ovejas Lacaune + Awassi obtuvieron porcentajes de 6.81 y 6.92, respectivamente

En la unidad ovina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, se evaluaron las características fisicoquímicas de la leche de ovejas Rambouillet bajo manejo intensivo, encontrando diferentes valores para el % de lactosa, el cual fue de  $4.56 \pm 0.25\%$  (Alfaro, 2001). Para nuestro estudio encontramos valores de 6.81 a 6.93% para los diferentes grupos genéticos estudiados que son ovejas especializadas en producción de leche, quizá la diferencia se deba a que nuestro estudio se realizó en ovejas de aptitud lechera mientras el anterior estudio se hizo en una raza especializada principalmente en producción de carne y lana.

### **10.5 SÓLIDOS TOTALES**

Kuchtík et al. (2008) en Republica Checa realizaron un estudio en ovejas Friesian Oriental, donde los valores de sólidos totales encontrados fueron de 20.68%, estos resultados son similares a los encontrados en nuestro estudio, en el cual el % de sólidos totales de los diferentes grupos genéticos que se muestran en el cuadro 8 fueron de 20.57%, no encontrando diferencias estadísticas significativas entre las líneas genéticas estudiadas en este trabajo de investigación ( $P > 0.05$ ).

En la unidad ovina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, se evaluaron las características físico-químicas de la leche de ovejas Rambouillet bajo manejo intensivo, encontrando diferentes valores para el % de sólidos totales, el cual fue de  $16.03 \pm 1.17\%$  (Alfaro, 2001). Para nuestro estudio encontramos valores de 20.57% para los diferentes grupos genéticos estudiados, quizá la diferencia se deba a que nuestro estudio se realizó en ovejas de aptitud lechera mientras el anterior estudio se hizo en una raza especializada en producción de carne y lana

## 11. CONCLUSIONES

En el presente estudio, la evaluación de las ovejas híbridas Awassi, East Friesian y Lacaune en sus diferentes grados de sangre, mostraron rendimientos de producción y de sus componentes de la leche ser constantes y muy semejantes en sus valores sin encontrar diferencias entre ellas. Los valores fueron muy semejantes coincidiendo en su mayoría con autores que han estudiado sistemas de producción de ovejas lecheras en diversos países con una tradición en la producción ovina de leche. Las ovejas híbridas que fueron estudiadas, mostraron una adaptabilidad muy aceptable como buenas alternativas productivas en el desarrollo de la producción de leche de la región, en donde habría que dar seguimiento a evaluar ciclos completos con repeticiones para permitir obtener los parámetros de rendimiento y composición de la leche de una forma más precisa, así como otros indicadores, entre otros como la morfología de la ubre y su relación con el conteo de células somáticas.

## AGRADECIMIENTOS

A la unidad de producción “Rancho San Francisco” en el municipio de Colón, Estado de Querétaro, por las facilidades otorgadas para la realización de este estudio. Asimismo, al Financiamiento otorgado por la Universidad Autónoma del Estado de México para la adquisición de material y equipo a través del Proyecto Productivo Clave de registro SIEA: 6973/2024SP: **Evaluación de ovejas lecheras híbridas de las razas East Friesian, Lacaune y Awassi en un rebaño comercial, a través del uso del rendimiento y calidad de la leche como criterios para selección de reemplazos.**

### 13. 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>. Consultado: 27 de mayo de 2024.

Ángeles-Hernández J.C.; Pérez-Hernández A.H.; Malcher-Pérez-Rocha J; González-Ronquillo M. (2014). Producción orgánica de leche de oveja. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 17: 49 – 62.

Ángeles-Hernández J.C., Guerrero-Loredo A., Solís-Guzmán D.A. Ramírez-Pérez A.H., Ángeles-Campos S., González-Ronquillo M. (2018). Efecto del grupo genético sobre características de la curva de lactación ovina. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. vol.5 no.14 Villahermosa ene/abr.

Aydın D., Mücahit K., Gülşah G., Besime D.D., Mustafa Ü.B. (2022). Milk yield and milk quality characteristics of Awassi sheep under semi-intensive conditions. J Adv VetBio Sci Tech, 2022, 7(1), 62-71.

Arias, R. 2009. Recuento de células somáticas y calidad de la leche en Castilla-La Mancha. Tesis

Doctoral, ETSIA, Universidad de Castilla-La Mancha, 211 pp.

Assenat, L. 1991. Características generales de la leche de oveja. En: Luquet, F.M., Keilling, J., y De

Wilde, R. (Eds.), Leche y Productos Lácteos – vaca, oveja y cabra (pp. 277-339), Zaragoza,

España: Editorial Acribia.

Bauman, D.E., Mather, I.H., Wall, R.J., Lock, A.L. 2006. Major advances associated with the biosynthesis of milk. Journal of Dairy Science, 89: 1235-1243.

Berger, Y., Thomas, D., Foran, M. and Lara, J., (2010). Le secteur des brebis laitières au Canada, Mexique et Etats Unis d'Amérique. In: Séminaire international sur la traite et la production laitière des brebis. Saint Affrique (Francia), 9 Septiembre 2010. Edit. UPRA Lacaune, 16, pp. 1-2.

Bianchi, L., Bolla, A., Budelli, E., Caroli, A., Casoli, C., Pauselli, M., Duranti, E. 2004. Effect of Udder Health Status and Lactation Phase on the Characteristics of Sardinian Ewe milk. *Journal of Dairy Science*, 87: 2401-2408.

Bishop S., Sullivan B.P. 1994. Proc 5<sup>th</sup> WCGALP, Guetph, Ontario, Canada. 18:115-111.

Biswajit, R., Brahma, B., Ghosh, S., Pankaj, P.K., Mandal, G. 2011. Evaluation of Milk Urea Concentration as Useful Indicator for Dairy Herd Management: A Review. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 6: 1-19.

Boyazoglu, J., Morand-Fehr, P. 2001. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. *Small Ruminant Research*, 40: 1-11.

Burriel, A. R. 1997. Dynamics of intramammary infection in the sheep caused by coagulase-negative staphylococci and its influence on udder tissue and milk composition. *Veterinary Research*, 140: 419–423.

Burriel, A. R., Wagstaff, A. 1998. The influence of ewe intramammary infection caused by coagulase-negative staphylococci on the milk constituents total protein, albumin, potassium and sodium. *Animal Science*, 67: 499–502.

Bustos, D.P.J., Valderrama, W.B., Mesa, A.J.T. 2013. Small ruminants feeding and effect on cheese composition. En: Preedy, V.R., Watson, R.R., Patel, V.B. (Eds.), *Handbook of Cheese in Health: Production, Nutrition and Medical Sciences Human Health Handbooks* 6 (pp. 73-86). Wageningen, Holanda: Wageningen Academic Publishers, Wageningen.

Campbell, J.R., Marshall, R.T. 1975. *The Science of Providing Milk for Man*. New York, USA: McGraw Hill Book Company, 801 pp.

Catholic Relief Services (2015). *Procesamiento de leche y elaboración de productos lácteos*, Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente. <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/4ede0e96-b3f1-458b-8643-89d38fc87470/content>. Con. Consultado: 13 de abril de 2024.

Carta, A., Sanna, S.R., Casu, S. 1995. Estimation lactation curves and seasonal effects for milk, fat, and protein in Sarda dairy sheep with a test day model. *Livestock Production Science*, 44 (1): 37-44.

CEVA Salud animal (2022). *La importancia de ordeñar correctamente*. <https://ruminants.ceva.pro/es/ordenar>. Consultado: 4 de marzo de 2024.

Chandan, R.C., Patel, D.A., Almeida, R.A., Oliver, S.P. 2009. Chapter 3. Mammary Gland and milk Biosynthesis: Nature's Virtual Bioprocessing Factory. En: Chandan, R.C., y cols. (Eds.), Dairy Processing and Quality Assurance (pp. 59-74), Oxford, UK: Wiley-Blackwell.

Chi, D., Nakano, M., Yamamoto, K. 2004. Milk and milk products consumption in relationship to serum lipid levels: a community-based study of middle-aged and older population in Japan. *Central European Journal of Public Health*, 12: 84-87.

Claps, S., Annicchiarico, G., Di Napoli M.A., Paladino, F., Giorgio, D., Sepe, L., Rossi, R., Di Trana, A. 2016. Native and Non-Native sheep breed differences in Canestrano Pugliese Cheese Quality: a Resource for a Sustainable Pastoral System. *Czech Journal Food Science*, 34 (4): 332-340.

Coulon, J.B. 1994. Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique de lait de vache et ses caracteristiques technologiques. *Recueil de Medecine Veterinaire*, 170: 375- 380.

Emery, R.S. 1988. Milk fat depression and the influence of diet on milk composition. *Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 4: 289-305.

Erika, A., Roque, L. V., Antonio, M., Mandeville, P. B., & Glafiro Torres Hernández. 2024. Características físico-químicas de la leche de ovejas Rambouillet bajo manejo intensivo. *Revista Científica*, XIX(2), 196–200.

Escolar, E. 2016. Producción, composición y características de la leche y del queso de oveja Guirra. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 191 pp.

FAO, 2015. Leche en cifras. <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/273897/>. Consultado: 16 de marzo de 2024.

FAOSTAT. (2022). Base de datos de la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>. Visitada el día 5 marzo de 2024.

Farrell, H.M. Jr, Jimenez-Flores, R., Bleck, G.T., Brown, E.M, Butler, J.E., Creamer, L.K., Hicks, C.L., Hollar, C.M., Ng-Kwai-Hang, K.F., Swaisgood, H.E. 2004. Nomenclature of the proteins of cow's milk-Sixth Revision. *Journal of Dairy Science*, 87: 1641-1674.

Fava L.W., Kulkamp-Guerreiro I.C., Pinto A.T. (2014). Evaluation of physico-chemical characteristics of fresh, refrigerated and frozen Lacaune ewes' milk. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.66, n.6, p.1924-1930.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. (2000). Cheese flavor. *Fundamentals of Cheese Science*. J. Colilla, (ed). Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, MD, USA.

Gallego, R.; García, O.; Arias, R.; Pérez-Guzmán, M.D. y Montoro, V. 2016. Evolución de la mejora genética en la raza ovina Manchega variedad blanca. Efectos de la participación en el programa de selección. *Arch. Zootec.* 65 (251): 437-440. 2016.

García-Díaz L.K., Mantecón A.R., Sepúlveda W.S., Maza T. (2012). Producción de leche ovina como alternativa de negocio agropecuario: modelo de producción en Castilla y León (España). *Revista Mexicana de Agronegocios*. Vol. 31, julio-diciembre, pp. 6-18. México.

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. (2013). *Programas de Calidad, Seguridad y Certificación de la Leche del Consorcio de Promoción del Ovino*. 131 pp.

Haenlein, G. F., Wendorff, W. L. 2006. Sheep milk. *Handbook of milk of non-bovine mammals*. <https://doi.org/10.1002/9780470999738.ch7>. Consultado: 26 de mayo de 2024.

Hassan, S.H. (1995). Effects of crossing and environmental factors on production and some constituents of milk in Ossimi and Saidi sheep and their crosses with Chios. *Small Ruminant Research*, 18: 165-172.

Hilali, M., Iñiguez, L., Knaus, W., Schreiner, M., Rischkowsky, B., Wurzinger, M., Mayer, H.K. 2011. Prospects for using nonconventional feeds in diets for Awassi dairy sheep in Syria. *Journal of Dairy Science*, 94: 3014-3024.

Iñiguez L., Hilali M., Thomas D.L., Jesry G. 2009. Udder measurements and milk production in two Awassi sheep genotypes and their crosses. *J. Dairy Sci.* 92 :4613–4620. [doi: 10.3168/jds.2008-1950](https://doi.org/10.3168/jds.2008-1950). Consultado: 18 de junio de 2024.

Jurado, J.J., Serrano, M., Montoro, V., Pérez Guzmán, M.D. (1997). Estimaciones de componentes de varianza y respuesta a la selección en la raza ovina Manchega mediante muestreo de Gibbs. *Producción y Sanidad Animal*, 12: 27–40.

Kelly, A.L., Leitner, G. Merin, U. (2011). Milk quality and udder health-test methods and standards. En: Fuquay, J.W., Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Science*, 2nd ed., London, UK: Academic Press.

Konečná L., Kuchtík J., Šárka K., Michaela P., Květoslava Š., Radek F., Táňa L. (2013). Effect of different crossbreeds of Lacaune and East Friesian breeds on milk yield and basic milk parameters. *ACTA Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. Volume LXI 11, Number 1. <http://dx.doi.org/10.11118/actaun201361010093>. Consultado: 5 de marzo de 2024. Consultado: 25 de septiembre de 2024.

Kuchtík J., Šustová K., Urban T., Zapletal D. 2008. Effect of the stage of lactation on milk composition, its properties and the quality of rennet curdling in East Friesian ewes. *Czech J. Anim. Sci.*, 53, (2): 55–63.

Leitner, G., Chaffer, M., Caraso, Y., Ezra, E., Kababea, D., Winkler, M., Glickman, A., Saran, A. 2003. Udder infection and milk somatic cell count, NAGase activity and milk composition fat, protein and lactose in Israeli-Assaf and Awassi sheep. *Small Ruminant Research*, 49: 157- 164.

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.

Lucey, J.A., Johnson, M.E., Horne, D. 2003. Invited Review: perspectives on the basis of the Rheology and Texture Properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86: 2725-2743.

Malcher, J.P.R. (2010). Producción de leche de oveja y su valor agregado. Reunión del Comité Nacional del Sistema Producto Ovinos. 22 de noviembre 2010. D.F. México [http://spo.uno.org.mx/wpcontent/uploads/2011/07/jprm\\_producciondelecheyvaloragregado.pdf](http://spo.uno.org.mx/wpcontent/uploads/2011/07/jprm_producciondelecheyvaloragregado.pdf). Consultado: 27 de abril de 2024.

Mantecón, A.R., Lavín, P. (2000). Producción de leche de oveja: la región de Castilla y León (España) como modelo. *Cuadernos del Ceagro*, 2, 139 – 151.

McCarthy, O. J. 2011. Physical and physico-chemical properties of milk. In: Encyclopedia of dairy Sciences. Fuquay, J. W., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. (eds.). Academic Press, San Diego, CA, USA.

Molina, P., Gallego, L. 1994. Capítulo 12: Composición de la leche. Factores de variación. En: Gallego, L., Molina, P., Caja, G. (Eds.). Ganado ovino: raza Manchega (pp. 191-208), Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y. 2007. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 38: 20-34.

Newman., Stieffel. (1999). Milking performance of East Friesian Poll Dorset cross ewe hoggets. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 1999, Volume 59

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. *J. Dairy Sci.* 85:2879–2884.

OCDE - FAO (2020) perspectivas agrícolas 2020 2029. [https://www.oecd-ilibrary.org/sites/8b675a1a-es/index.html?itemId=/content/component/8b675a1a-es#:~:text=linklink%20copied!-,7.1.,millones%20de%20toneladas%20\(Mt\).](https://www.oecd-ilibrary.org/sites/8b675a1a-es/index.html?itemId=/content/component/8b675a1a-es#:~:text=linklink%20copied!-,7.1.,millones%20de%20toneladas%20(Mt).) Consultado: 6 de mayo de 2024.

Ochoa C.M.A. (2001). Producción y composición de la leche de ovejas Rambouillet en México. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Octubre 2001.

Othmane, M.H., Carriedo, J.A., De La Fuente, L.F., San Primitivo, F. 2002. Factors affecting test-day milk composition in dairy ewes, and relationships amongst various milk components. *Journal Dairy Research*, 69: 53-62.

Pacinovski N., Dimov G., Eftimova E. (2007). Some production traits of the new Imported East-Friesian sheep in Macedonia. *Biotechnology in Animal Husbandry* 23 (5-6), p 113 - 121, 2007.

Park, Y.W. (2006). Goat milk-chemistry and nutrition. En: Park, Y.W., Haenlein, G.F.W. (Eds.), *Handbook of Milk of non-bovine Mammals* (pp. 34-58), Oxford, UK/Ames, Iowa: Blackwell Publishing Professional.

Park, Y.W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68: 88-113.

Partida, de la P. J. A., Braña V. D., Jiménez S. H., Ríos R. F. G., Buendía R. G., 2013. Producción de carne ovina. Libro técnico N° 5. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Ajuchitlán, Qro.

Payanotov D., Sevov S., Georgiev D. (2018). Milk yield and morphological characteristics of the udder of sheep from the breed Lacaune in Bulgaria. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 24 (Suppl. 1): 95–100.

Peralta-Lailson M, Trejo-González AA, Pedraza-Villagómez P, Berruecos-Villalobos JM, Peláez VC (2005). Factors effecting milk yield and lactation curve fitting in the creole sheep of Chiapas-Mexico. *Small Ruminant Research* 58: 265-273.

Pulina, G. 1990. Influence of feeding on ewes milk quality. *L'Informatore Agrario*, 37: 31-39.

Pulina, G., Macciotta, N., Nudda, A., 2005. Milk composition and feeding in the Italian dairy sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 4 (Suppl. 1): 5-14.

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

Pugliese, C., Acciaioli, A., Rappaccini, S., Parisi, G., Franci, O. 2000. Evolution of chemical composition, somatic cell count and renneting properties of the milk of Massese ewes. *Small Ruminant Research*, 35: 71-80.

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. N° 102 (2): 115-121.

Ramos, M., Juárez, M. 2003. Sheep milk. En: Rogisnski, J., Fuquay, J.W., Fox, P.F. (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences* (pp. 2539-2545), Vol. 4, Amsterdam, The Netherlands: Academic Press.

Rancourt, de M. and Carrère, L. (2011). Milk sheep production in Europe: Diversity and main trends. *Options Méditerranéennes*. pp. 107-111.

Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., Chilliard, Y. 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*, 79: 57-72.

Recio, I., De la Fuente, M.A., Juárez, M., Ramos, M. (2009). Bioactive components in sheep milk. En: Park, Y.W. (Eds.), *Bioactive Components in Milk and Dairy Products* (pp. 83-104), Chichester, UK: Wiley-Blackwell.

Robles J.L.E., Angeles H.J.C., Palacios C., Abecia J.A., Naranjo A., Osorio-Avalos J., Gonzalez-Ronquillo M. (2020). Milk Production of Lacaune Sheep with Different Degrees of Crossing with Manchega Sheep in a Commercial Flock in Spain. *Mar* 20;10(3):520. [doi: 10.3390/ani10030520](https://doi.org/10.3390/ani10030520). Consultado: 21 de octubre de 2024.

Rodríguez-Nogales, J.M., Vivar-Quintana, A.M., Revilla, I. 2007. Influence of Somatic cell count and breed on capillary electrophoretic protein profiles of ewes's milk: A chemometric study. *Journal Dairy Science*, 90: 3187-3196.

Romero, T., Beltrán, M.C., Rodríguez, M., Martí De Olives, A., Molina, P. 2013. Short communication: Goat calostrum quality: Litter size and lactation number effects. *Journal of Dairy Science*, 96: 7256-7531.

Rulquin, H. 1997. Regulation of the synthesis and the secretion of milk constituents in ruminants. *Rencontres Recherches Ruminants*, 4: 327-338.

Sakul, H., Boylan, W.J. 1992. Evaluation of US sheep breeds for milk production and milk composition. *Small Ruminant Research*, 7: 39-44.

Saltijeral J.A. y Córdova I. A. (2019). Perspectivas de la producción de leche de oveja en México. *Perspectivas de la producción de leche de oveja en México. Borrego y Cabra. La Revista Borrego*. Año 1, No. 01. Noviembre.

Sallato, O., Fidelle, F., Arranz, J.M. 2013. Le taux d'urée dans le lait de brebis: un indicateur de l'équilibre de la ration. CDEO Centre Départemental de l'Élevage Ovin. [https://idele.fr/en/?eID=cmis\\_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F569300be-7229-4235-aaaf-7c3b564a8ce6&cHash=144ee6f1b78250ed67877ec350392bc0](https://idele.fr/en/?eID=cmis_download&oID=workspace%3A%2F%2FSpacesStore%2F569300be-7229-4235-aaaf-7c3b564a8ce6&cHash=144ee6f1b78250ed67877ec350392bc0).

Consultado: 12 mayo de 2024.

Scintu, M.F., Piredda, G. 2007. Tipicity and biodiversity of goat and sheep milk products. *Small Ruminant Research*, 68: 221-231.

Selvaggi, M., Tufarelli, V. 2012. Caseins of Goat and Sheep Milk: Analytical and Technological Aspects. En: Ventimiglia, A.M., Birkenhäger, J.M., (Eds.), Chapter 1: Casein. Production, Uses and Health Effects (pp 1-26), Nova Publishers, Inc.

SEMARNAT. 2015. Atlas digital geográfico. [https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm\\_climas.html#:~:text=En%20el%20territorio%20nacional%20se,Fr%C3%ADo%20con%20la%20m%C3%ADnima%20superficie](https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atm_climas.html#:~:text=En%20el%20territorio%20nacional%20se,Fr%C3%ADo%20con%20la%20m%C3%ADnima%20superficie). Consultado: 11 de abril de 2024.

Simos, E. N., Nikolaou, E. M., & Zoiopoulos, P. E. 1996. Yield, composition and certain physicochemical characteristics of milk of the Epirus mountain sheep breed. *Small Ruminant Research*, 20(1), 67–74. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(95\)00780-6](https://doi.org/10.1016/0921-4488(95)00780-6). Consultado: 8 de septiembre de 2024.

Thomas, L., Berger, M., McKusick, C., Gottfredson, G. 2000. Comparison of east friesland-crossbred and lacaune-crossbred ewe lambs for dairy sheep production. 1Department of Animal Sciences and 2Spooner Agricultural Research Station University of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin, USA. Thomas, D. L., Berger, Y. M., & McKusick, B. C. 1998. *Milk and lamb production of east friesland-cross ewes in Northwestern Wisconsin*. [https://www.researchgate.net/publication/237569825\\_MILK\\_AND\\_LAMB\\_PRODUCTION\\_OF\\_EAST\\_FRIESIAN-CROSS\\_EWES\\_IN\\_NORTHWESTERN\\_WISCONSIN](https://www.researchgate.net/publication/237569825_MILK_AND_LAMB_PRODUCTION_OF_EAST_FRIESIAN-CROSS_EWES_IN_NORTHWESTERN_WISCONSIN). Consultado: 10 de agosto de 2024.

Thomas, J., Dalla Fontana, L., Ramos, E., Thomas, J., Demaria, M., Costamagna, D., Faggiano, M., Bonzi, E. 2012. Factores de riesgo de contaminación de la leche con bacterias esporuladas (*Clostridium*) en establecimientos lecheros de la provincia de Santa Fe. *Revista FAVECiencias Agrarias*, 11 (1): 19-28.

Trejo G.E. (2009). Leche ovina, el negocio en México. Periódico el economista. <https://www.economista.com.mx/opinion/Leche-ovina-el-negocio-en-Mexico-20090416-0002.html>. Consultado: 3 de mayo de 2024.

Zvonko A., Boro M., Željka K.Š., Ivan Š., Valentino D., Nataša M., Adela K., Josip N. 2023. Physical and chemical properties, hygienic quality and fatty acid profile in milk of lactating Lacaune dairy sheep. *Arch. Anim. Breed.*, 67, 37–49. <https://doi.org/10.5194/aab-67-37-2024>. Consultado: 18 de junio de 2024.

Zvonimir P., Ivan V., Miroslav B., Boro M. 2016. Relationship of litter size with milk yield, udder morphology and udder health of East Friesian sheep. *Journal of Central European Agriculture*, 2016, 17(4), p.1331-1345. DOI: 10.5513/JCEA01/17.4.1853.