



Universidad
Católica de
Valencia
San Vicente Mártir

TFG

TRABAJO FIN DE GRADO

**GRADO EN
VETERINARIA**

Evaluación de la eficacia de ordeño en cuatro explotaciones de ganado caprino lechero.

Alumna: Mercè Lluch Serra
Tutor: Joel Bueso Ródenas
Curso académico: 2020-2021



Facultad de Veterinaria
y Ciencias Experimentales
Universidad Católica de Valencia
San Vicente Mártir

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mi familia, especialmente a mi madre, por ser mi pilar durante estos años de carrera. Sin ella este viaje no hubiera sido posible. También a mis hermanas por su apoyo incondicional.

A mi pareja, por estar a mi lado día tras día, en la distancia. Por todos los consejos brindados a lo largo de estos años.

A las amistades forjadas durante estos años en Valencia y que me acompañarán siempre. Gracias por las interminables horas de prácticas y estudio.

A mi tutor, Joel Bueso, por la paciencia, por la dedicación y por guiarme durante el desarrollo del trabajo y de la carrera. También por saber transmitir esa pasión por el trabajo y por ser un profesor y una persona ejemplar. Gracias por todo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Situación actual y evolución del caprino lechero a nivel mundial, en la Unión Europea, España y en la Comunidad Valenciana.....	4
1.2 La raza caprina Murciano-Granadina	7
1.3 Eficacia del ordeño	8
1.3.1 Morfología mamaria	11
1.3.2 Máquina de ordeño y eficacia del ordeño.....	13
1.3.3 Componentes y funcionamiento de la máquina de ordeño.....	13
1.3.4 Rutinas de ordeño	16
1.4 Eficacia de ordeño como factor determinante de la rentabilidad de explotaciones lecheras.....	17
2. OBJETIVOS	19
3. MATERIAL Y MÉTODOS	20
3.1. Descripción de las explotaciones	20
3.2. Metodología de los muestreos	24
3.3. Tratamiento de los datos recogidos en los muestreos	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5. CONCLUSIÓN	31
6. BIBLIOGRAFÍA	32
7. ANEXOS	I

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de entregas de leche dentro de la UE-27 en 2019 (FAO, 2019).	5
Figura 2: Ejemplar de la cabra Murciano-Granadina (CAPRIGRAN, 2021).....	8
Figura 3: Implantación de los pezones en cabras Murciano-Granadinas. Elaboración propia.....	8
Figura 4: Curvas de cinética de emisión de leche de cabras de raza Murciano-Granadina (Garcés et al., 2000).	10
Figura 5: Esquema de las diferentes inserciones de la ubre (MAPA, 2019).	11
Figura 6: Esquema de la anchura de la inserción posterior de la ubre (MAPA, 2019).	11
Figura 7: Esquema de tipos de ligamentos suspensores medios (MAPA, 2019).	12
Figura 8: Esquema de tipos de profundidades de ubres (MAPA, 2019).	12
Figura 9: Sala de ordeño de la explotación B.....	21
Figura 10: Sala de ordeño de la explotación B.....	21
Figura 11: Sala de ordeño de la explotación C.....	22
Figura 12: Sala de ordeño de la explotación D.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Censo caprino por continentes en el año 2019 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2021).....	4
Tabla 2: Distribución del censo en España en enero de 2021 (Sistema Integral de Trazabilidad Animal [SITRAN], 2021).....	6
Tabla 3: Descripción de las explotaciones estudiadas.....	23
Tabla 4: Resultados de las variables estudiadas en las cuatro explotaciones objeto de estudio.	27

RESUMEN

La eficacia del ordeño hace referencia a la capacidad de extraer la mayor cantidad de leche de los animales en el menor tiempo posible y con el menor número de intervenciones por parte del ordeñador. Tienen un papel fundamental las características del animal tales como la raza, morfología y compartimentación mamaria, los componentes de la máquina de ordeño y la rutina de ordeño empleada. Dado que la mano de obra, tras la alimentación, es el principal coste de una explotación, la eficacia del ordeño es esencial para la rentabilidad de las explotaciones lecheras. Así, los objetivos del presente estudio fueron valorar la eficacia de ordeño en cuatro explotaciones de ganado caprino lechero de la Comunidad Valenciana. Se observaron las rutinas de ordeño de cada una de las explotaciones y con la ayuda de una hoja de Excel, se recogieron datos para el cálculo de variables como (i) tiempo de ordeño promedio; (ii) producción media; (iii) flujo medio de leche; (iv) intervenciones por animal. Los resultados generales muestran que, en las cuatro explotaciones observadas, se puede mejorar la eficacia de ordeño y, en base al análisis de los resultados se han establecido recomendaciones de mejora sobre rutina de ordeño, revisión de la máquina de ordeño o instalación de automatismos en la sala de ordeño.

Palabras clave: *cabra Murciano-Granadina, retiradores automáticos de pezoneras, aptitud al ordeño, fraccionamiento de la leche, leche máquina, flujo medio de leche.*

ABSTRACT

Milking efficiency refers to the ability to extract the greatest amount of milk from the animals in the shortest possible time and with the least number of interventions by the milker. The characteristics of the animal such as breed, morphology and mammary compartmentalization, the components of the milking machine and the milking routine used play a fundamental role in the milking process. Since labor, after feeding, is the main cost of a farm, milking efficiency is essential for the profitability of dairy farms. Therefore, the objectives of this study were to assess the milking efficiency in four dairy goat farms in the Community of Valencia. The milking routines of each of the farms were observed and, with the help of an Excel sheet, data were collected for the calculation of variables such as (i) average milking time; (ii) average production; (iii) average milk flow; (iv) interventions per animal. The general results show that, in all the four farms observed, the milking efficiency can be improved. Based on the analysis of the results, the following recommendations for the improvement of the milking have been established: the milking routine, the revision of the milking machine or the installation of automation in the milking room.

Keywords: *Murciano-Granadina goat, automatic clusters removers, milkability, milk fractionation, milk machine, average milk flow.*

1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Situación actual y evolución del caprino lechero a nivel mundial, en la Unión Europea, España y en la Comunidad Valenciana.

El censo actual de ganado caprino en el mundo asciende a 1.094.068.295 cabezas. La mayor parte del censo mundial se reparte entre Asia y África (1.034.353.337 cabezas) lo que supone un 94,5% del total. El resto de los continentes suponen el 5,5% restante del censo. El número de cabras en Europa suman 16.139.476 cabezas que es el 1,50% del total mundial (Tabla 1). A nivel mundial no existen registros oficiales de la producción lechera de ganado caprino, en cualquier caso, excepto en los países desarrollados, la mayor parte responde a fórmulas familiares de autoconsumo y producciones mixtas de carne, leche y piel.

Tabla 1: Censo caprino por continentes en el año 2019 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019).

CONTINENTE	NÚMERO DE CABEZAS DE CAPRINO (n)	PROPORCIÓN RESPECTO DEL TOTAL MUNDIAL (%)
Asia	575.537.616	52,60
África	458.815.721	41,93
América	39.248.509	3,58
Europa	16.139.476	1,50
Oceanía	4.326.973	0,39

El ganado caprino en la UE- 27 está distribuido de forma muy desigual, así, la mayor parte del censo corresponde a países de zona mediterránea. En primer lugar, se encuentra Grecia con 3.580.000 cabezas, en segundo lugar, lo ocupa España con 2.659.110 cabezas, en tercer lugar, está Rumanía con 1.598.800 cabezas seguido muy de cerca por Francia con 1.242.000 cabezas. La suma de los censos de estos cuatro países corresponde con el 56,2% del censo de la UE-27.

En lo que respecta a las entregas de leche (Figura 1), el país de la UE - 27 que más entregas de leche de cabra tiene es Francia, con un 28,6% del total de las entregas, el segundo país con más producción es España, con un 27,5% y, en tercer lugar, Países Bajos con una producción del 22% del total de la UE-27. Es en estos tres países, sobre todo Países Bajos, donde los sistemas de producción lechera han evolucionado fundamentalmente hacia sistemas de producción intensivos con un mayor control reproductivo de los animales, mayor mecanización, optimizando así sus rendimientos productivos. Grecia, a pesar de ser el país de mayor censo sigue fórmulas de producción extensivas y/o de autoconsumo, es por eso por lo que sus rendimientos lecheros son más discretos.

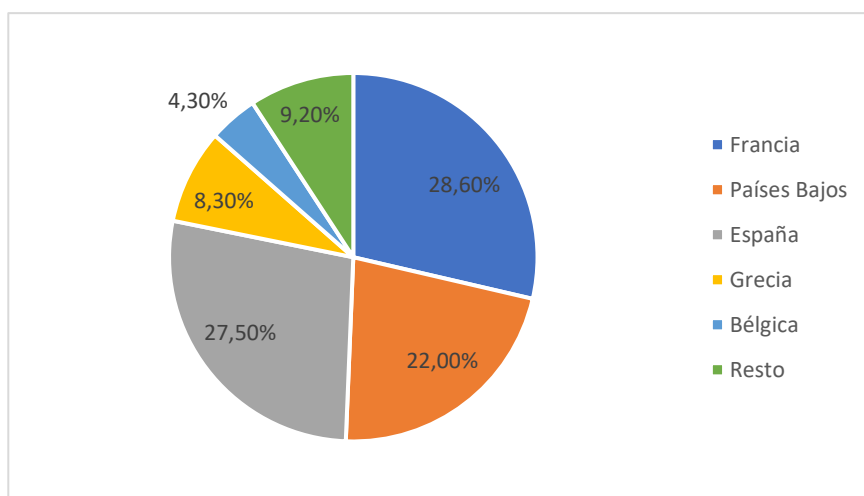


Figura 1: Distribución de entregas de leche dentro de la UE-27 en 2019 (FAO, 2019).

Según los datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019), el número de cabezas de ganado caprino censadas en España asciende a 2.739.565.

En cuanto a la distribución dentro del territorio español, podemos decir que el ganado caprino se sitúa mayoritariamente en la mitad sur de la Península Ibérica, el archipiélago canario y pequeños núcleos en el Pirineo Aragonés y Picos de Europa. Por comunidades autónomas (Tabla 2), Andalucía es la que cuenta con mayor número de cabezas (1.043.874), Castilla La Mancha (395.682) y Extremadura (278.262). En estas comunidades autónomas encontramos, por una parte explotaciones de ganado caprino de carne con censos en regresión que responden a fórmulas de pastoreo puro, con movimientos pecuarios a zonas de mayor disponibilidad de alimentos y por otra parte explotaciones típicamente de orientación lechera bajo sistemas de producción que varían desde explotaciones semi-intensivas con pastoreo ocasional de animales en mantenimiento y lactancia natural a explotaciones intensivas estabuladas con un grado de mecanización medio a alto y con lactancia artificial para un mayor aprovechamiento de la leche producida con un valor testimonial en cuanto a la producción de carne. En estas explotaciones

de caprino, ya sean de carne como de leche, predomina el uso de razas autóctonas, plenamente adaptadas a los sistemas de producción, tales como Negra Serrana, Pirenaica, Blanca Celtibérica, Retinta, Murciano-Granadina, Malagueña, Florida Sevillana, Agrupación Caprina Canaria, Verata o Payoya.

Tabla 2: Distribución del censo en España en enero de 2021 (Sistema Integral de Trazabilidad Animal [SITRAN], 2021).

CCAA	ANIMALES	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL (%)
Andalucía	1.043.874	38,5
Aragón	53.200	2,0
Asturias	35.893	1,3
Baleares	14.233	0,5
Canarias	211.026	7,8
Cantabria	19.848	0,7
Castilla La Mancha	395.682	14,6
Castilla y León	144.721	5,3
Cataluña	76.888	2,8
Extremadura	278.262	10,3
Galicia	44.269	1,6
Madrid	36.429	1,4
Murcia	219.419	8,1
Navarra	12.744	0,5
País Vasco	27.857	1,0
La Rioja	11.408	0,4
Valencia	82.576	3,0
Total	2.708.329	100

El censo de ganado caprino lechero es de 1.152.054 cabezas, descendiendo un 4,2% respecto años anteriores.

La Comunidad Valenciana no es una zona típicamente de producción lechera a excepción del sur de Alicante, con núcleos más o menos importantes en la Vega Baja del Río Segura y en la cuenca del río Vinalopó y el noroeste de Castellón, concretamente en la comarca del Maestrazgo. Así, el censo de ganado caprino lechero es de 64.334 animales (SITRAN, 2021). La raza más comúnmente explotada en la Comunidad Valenciana es la Murciano-Granadina, aunque existen algunas explotaciones donde encontramos razas como la Malagueña y la Florida Sevillana, así como una explotación de raza Verata situada en Anna (Valencia).

En las zonas históricas de producción de la Comunidad Valenciana, el tamaño medio del rebaño es discreto, así como su grado de intensificación. En cambio, en otras zonas donde hay menos número de explotaciones, estas suelen ser mayores y con censos que pueden superar el millar de cabezas. La granja modelo de caprino lechero de la Comunidad Valenciana ha ido evolucionando de forma gradual, aun así, gran parte de ellas siguen un modelo de explotación familiar. Estas explotaciones son pequeñas, con censos reducidos, con escaso control productivo, así, solo 21 explotaciones de la Comunidad Valenciana está dentro de la Asociación de Ganaderos de Caprino de Raza Murciano-Granadina de la Comunidad Valenciana (AMURVAL, 2021). La alimentación que reciben estos animales se corresponde con dietas medianamente adaptadas a su estado productivo y se basa en mezclas de cereales y leguminosas, con suministro *ad libitum* de forrajes como la alfalfa o paja de cereal. En el caso de que haya disponibilidad de subproductos, estos también se añaden a la dieta. Suele tratarse de pulpas de cítricos, pero varían según la zona y la época del año. Debido al escaso manejo de los animales, los ciclos reproductivos son más bien largos. Por lo contrario, estos animales sufren un menor número de patologías y esto se traduce en una mayor vida útil del animal. Tienen tendencia a trabajar en lotes de forma que agrupan a los animales para minimizar la estacionalidad y conseguir mejores precios de venta. Por lo general, siguen un modelo económico con inversiones bajas y con mínimo retorno y prácticamente toda la leche ordeñada se destina a la industria quesera. En el caso de las nuevas explotaciones, y dada la bonanza de la cotización de la leche de cabra, la tendencia es la de un modelo tecnificado y empresarial.

1.2 La raza caprina Murciano-Granadina

La cabra Murciano-Granadina es la principal raza caprina de leche en España, tanto en censo como en producción. La raza Murciano-Granadina también, es la raza caprina más internacional, pudiéndose encontrar en los países vecinos de Portugal y Francia, en los

principales países de la cuenca del Mediterráneo: Italia, Grecia, Marruecos y recientemente en países como Irán, Rusia y Rumanía, así como en países de Iberoamérica: República Dominicana, Chile, México y en EEUU. Actualmente cuenta con un censo estimado de 500.000 ejemplares (Asociación Nacional de Criadores de caprino de Raza Murciano-Granadina [CAPRIGRAN], 2021). Su aptitud está orientada hacia la producción de leche, con discretos rendimientos cárnicos para la producción de cabrito o choto lechal (8-9 kg de peso vivo) si los comparamos con la raza Malagueña y especialmente con la raza Florida Sevillana. Presenta un claro biotipo lechero de perfil subcóncavo o recto, eumétricas (subelipométricas si las comparamos con otras razas caprinas lecheras autóctonas españolas), de proporciones medias a longilíneas y marcado dimorfismo sexual (Figura 2). Su adaptabilidad al ordeño mecánico es mejorable ya que, aunque la disposición de las mamas es simétrica y cuenta con una base amplia de implantación y volumen, sus pezones están implantados hacia delante y hacia fuera (Figura 3), y en animales de varias lactaciones pueden presentar ubres abolsadas que dificultan un ordeño completo sin intervención humana para la realización de apurados.

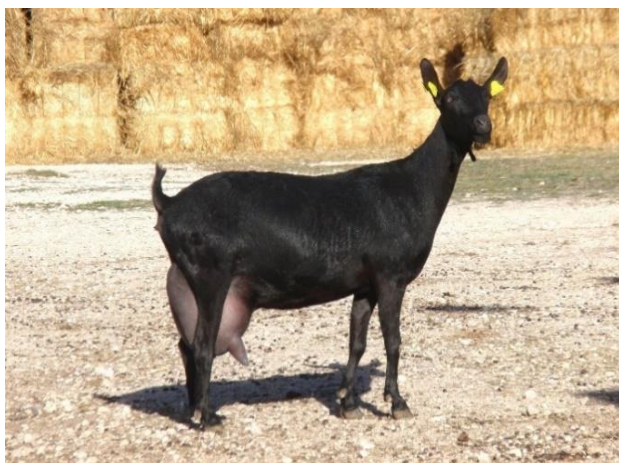


Figura 2: Ejemplar de la cabra Murciano-Granadina (CAPRIGRAN, 2021).



Figura 3: Implantación de los pezones en cabras Murciano-Granadinas. Elaboración propia.

1.3 Eficacia del ordeño

La eficacia de ordeño hace referencia a la capacidad de un sistema para extraer la mayor cantidad de leche de los animales en el menor tiempo posible y con el mínimo número de intervenciones posibles por parte del ordeñador. En la eficacia del ordeño va a tener un papel fundamental, primeramente, las características del animal, en gran parte determinadas por su raza, incluyendo su morfología y compartimentación mamaria (ver apartado 2.3.1), y la dureza

del esfínter del pezón, es decir la resistencia que ofrece éste al vacío de la máquina de ordeño. A estos caracteres propios del animal se les ha denominado aptitud al ordeño o con el término anglosajón *milkability*. Así encontramos razas con una excelente aptitud al ordeño como la raza Saanen (Tangorra, Costa y Cavalchini, 2010), otras de aptitud media como la Murciano-Granadina (Bueso-Ródenas, Romero, Navarro, Pérez y Díaz, 2019) y razas muy deficientes como la raza canaria (Capote, Delgado, Fresno, Camacho y Molina, 1998). En segundo lugar, otros factores influyentes en la eficacia del ordeño van a ser los componentes de la máquina de ordeño, tanto básicos tales como bomba de vacío, pulsadores o juegos de ordeño, como accesorios como retiradores automáticos o amarres de salida rápida (Alejandro, 2016). El tercer factor determinante de dicha eficacia del ordeño va a ser la rutina de ordeño (Dzidic, Rovai, Poulet, Leclerc y Marnet, 2019). En este sentido, en el caso de los pequeños rumiantes, especialmente el caprino, el objetivo es que los animales no necesiten estimulación para empezar el ordeño y que estos segreguen oxitocina en los primeros momentos del ordeño, de forma que se libere la fracción alveolar durante la extracción de la leche cisternal (Bruckmaier y Wellnitz, 2008). Actualmente la tendencia de las explotaciones de pequeños rumiantes se centra en reducir el número de intervenciones durante el ordeño eliminando el apurado a máquina.

Una de las formas de evaluación más importantes de la eficacia del ordeño mecánico es el fraccionamiento de la leche (Díaz, Peris y Romero, 2014). En esta medida es importante conocer la cantidad de leche obtenida en cada una de las fracciones ordeñadas: (i) leche máquina, que sería la cantidad de leche obtenida desde la puesta de las pezoneras hasta que el flujo de leche se hace muy débil o cesa. Corresponde con la leche cisternal y parte de la leche alveolar; (ii) leche de apurado a máquina que sería la cantidad de leche obtenida tras una recolocación de pezoneras y un masaje continuado de la ubre; (iii) leche residual que sería la cantidad de leche obtenida tras el ordeño y tras administrar una inyección de oxitocina, esta solamente se extrae en procedimientos experimentales (Bueso Ródenas, Moreno Ramón y Machancoses Ramón, 2019).

Cuanto mayor sean las fracciones iniciales y menores las fracciones finales, mayor será la eficacia del ordeño (Bueso-Ródenas, Romero, Roca y Díaz, 2014), porque además de prolongar el tiempo de ordeño, las fracciones del apurado necesitan de la intervención de un operario para cada animal. La extracción de la leche residual va a permitir además una estimulación indirecta de la síntesis de leche y una mayor persistencia de la lactación (Bueso-Ródenas *et al.*, 2014).

En la cabra Murciano-Granadina, estudios recientes llevados a cabo mostraron valores diarios de leche residual que oscilaban entre 112 g (Bueso-Ródenas *et al.*, 2019) y 314 g

(Fernández, Martí, Rodríguez, Peris y Balasch, 2020). Otros estudios realizados en cabras de la raza Canaria, mostraron valores diarios de leche residual máximos del 22,2 % en animales ordeñados una vez al día (Capote, Argüello, Castro, López y Caja, 2006).

A nivel experimental, otra técnica que permite evaluar la eficacia del ordeño mecánico de los animales es la cinética de emisión de leche, mediante la utilización de las curvas de emisión (flujo en kg por minuto y tiempo de ordeño en minutos) obtenidas durante el ordeño a máquina, que reflejan la cantidad y el flujo de leche extraída respecto a la duración del ordeño a máquina (Fernández *et al.*, 2020). Una adecuada curva de emisión debe mostrar un tiempo de ordeño reducido con un alto caudal de leche. Garcés, Rubert-Alemán, Fernández, Díaz y Sánchez (2000) describen cuatro tipos diferentes de curvas de emisión en el ordeño de cabras de raza Murciano-Granadinas (Figura 4). En esta figura se puede apreciar la gran heterogeneidad de estas debido al gran número de factores que influyen en los animales.

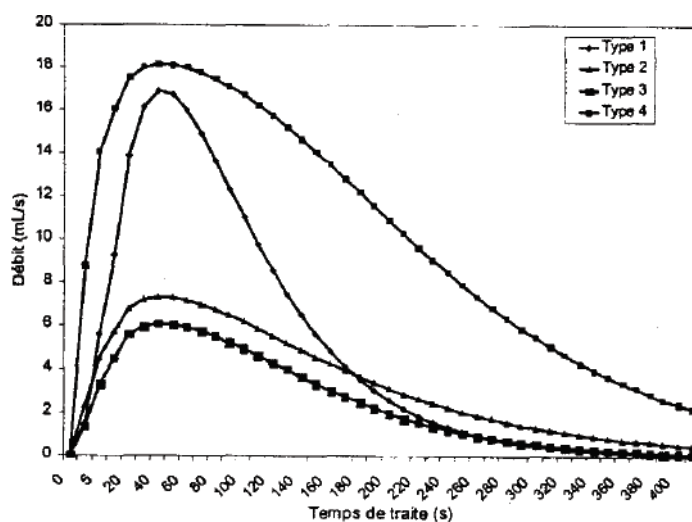


Figura 4: Curvas de cinética de emisión de leche de cabras de raza Murciano-Granadina (Garcés *et al.*, 2000).

1.3.1 Morfología mamaria

La morfología mamaria es un carácter importante en todos los sentidos, puesto que la forma de la ubre debe facilitar el ordeño mecánico y, por otra parte, conferir al animal una larga vida útil. Conocemos algunos de los caracteres definidos para que haya buena aptitud al ordeño:

Inserción anterior de la ubre: este carácter se evalúa en función de la fortaleza con la que la ubre se inserta en el abdomen, el objetivo es que estén adheridas al abdomen (Figura 5).

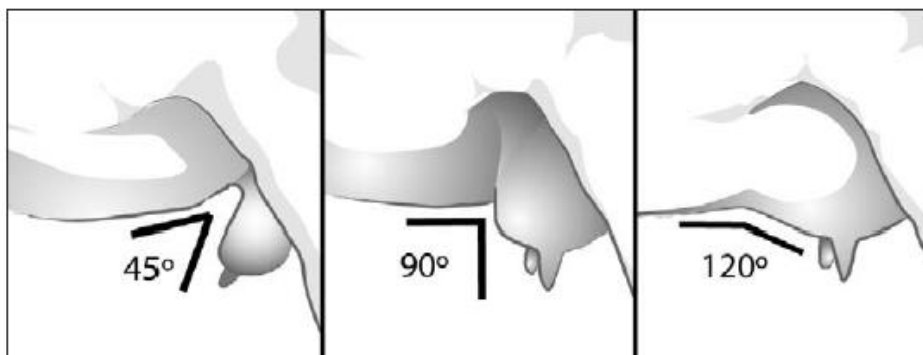


Figura 5: Esquema de las diferentes inserciones de la ubre (MAPA, 2019).

Altura inserción posterior de la ubre: el objetivo es que la distancia entre el comienzo de la ubre y la vulva sea mínima, ya que mejor insertada estará, y también, la ubre tendrá una mayor capacidad de ordeño.

Anchura inserción posterior de la ubre: lo valoramos en función de la anchura de la ubre, aproximadamente cinco centímetros por debajo de la inserción. El objetivo es tener ubres con un arco muy abierto que determina una gran anchura (Figura 6).

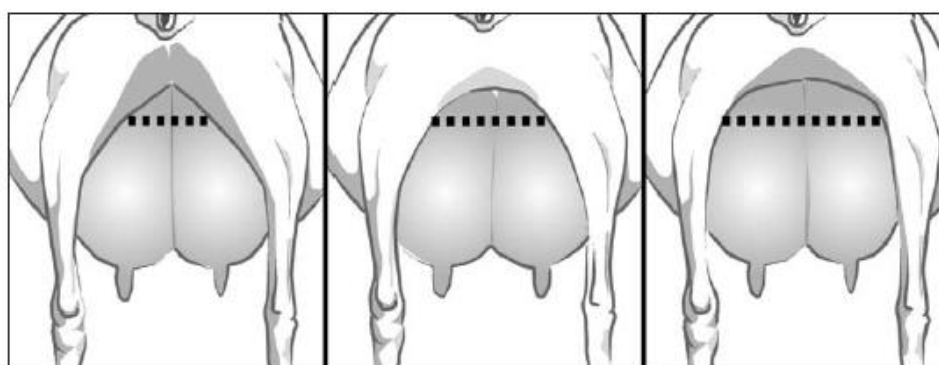


Figura 6: Esquema de la anchura de la inserción posterior de la ubre (MAPA, 2019).

Ligamento suspensor medio: es el soporte principal de la ubre, y, por eso, se buscan ligamentos fuertes que sean capaces de mantener en su sitio ubres de gran producción, durante largos periodos de tiempo. Es indeseable que sea excesivamente fuerte ya que disminuiría la capacidad de la ubre (Figura 7).

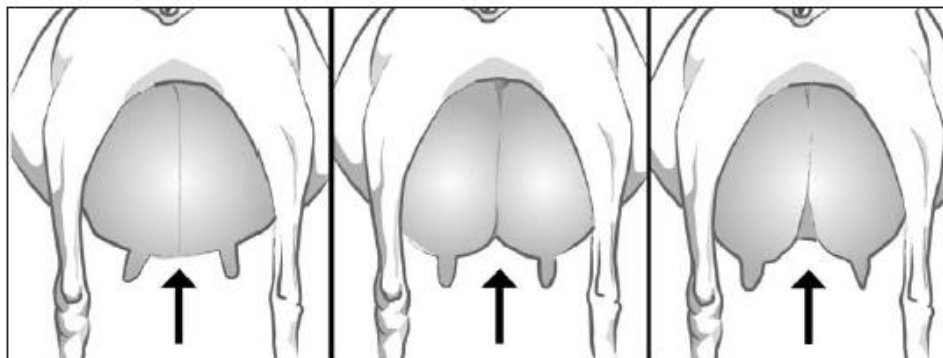


Figura 7: Esquema de tipos de ligamentos suspensores medios (MAPA, 2019).

Profundidad de la ubre: cuando se evalúa, se tiene en cuenta la distancia entre el suelo de la ubre y la punta de los corvejones. El objetivo son ubres intermedias, con la base de la ubre aproximadamente a la altura de las puntas de los corvejones, al estar protegidas, facilitan el ordeño y tienen suficiente capacidad (Figura 8).

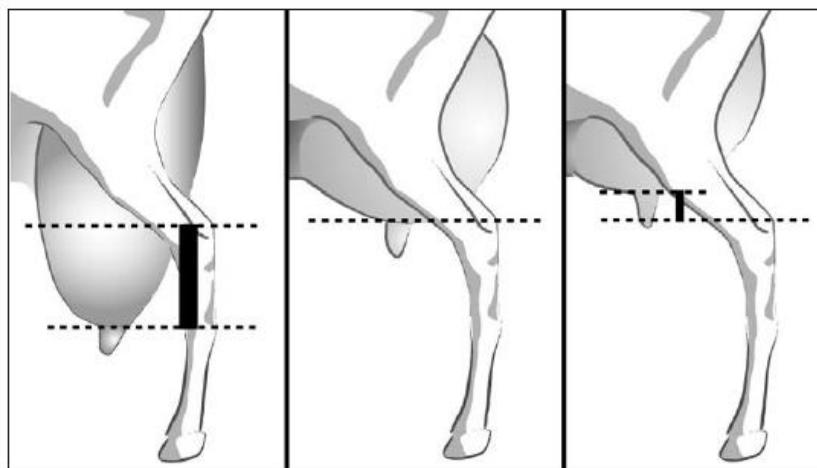


Figura 8: Esquema de tipos de profundidades de ubres (MAPA, 2019).

Implantación de pezones, vista posterior: la colocación de los pezones es un carácter determinante para facilitar el ordeño, lo que supone que la forma ideal es una colocación justo debajo de cada glándula ya que facilita el ordeño por gravedad.

Diámetro de los pezones: Se mide en la mitad de estos. Este carácter es uno de los más destacados en cuanto a los pezones, ya que es el más determinante para un buen ajuste de las pezoneras. Se busca un tamaño intermedio de pezones.

1.3.2 Máquina de ordeño y eficacia del ordeño

Un buen uso de la máquina de ordeño incluye la determinación de forma correcta por parte del operario para detener el vacío en el momento adecuado. Adelantarse a este momento podría hacer disminuir la fracción de leche a máquina y se produciría de forma crónica una inhibición de la síntesis por acumulación de leche en la glándula mamaria. Además del efecto inhibitor que tiene la estimulación de los receptores mecánicos existentes en los alveolos mamaros, también se ha demostrado la acumulación entre ordeños de algunas proteínas séricas de la leche, que inhiben también, la síntesis de leche por parte del animal (Wild, Addey, Boddy y Peaker, 1995). En las explotaciones ganaderas españolas, lo más habitual es la situación contraria, es decir, retrasar la retirada de pezoneras tras el cese del flujo de leche, en ese caso, se produciría un sobreordeño. Se ha observado recientemente, en estudios sobre cabras de raza Murciano-Granadinas, que un sobreordeño de dos minutos puede causar un aumento significativo en el grosor de la pared del pezón, el área de la pared del pezón, área de la punta del pezón y la longitud del canal del pezón (Alejandro, Roca, Romero y Díaz, 2014). La alteración de las estructuras del pezón por el ordeño mecánico está correlacionada con aumentos en los recuentos de células somáticas y la incidencia de mamitis (Wieland, Melvin, Virkler y Nydam, 2016).

1.3.3 Componentes y funcionamiento de la máquina de ordeño

La actividad más importante que caracteriza a una explotación lechera es el ordeño. El ordeño debe realizarse de forma rápida y eficaz, asegurando al mismo tiempo la salud de los animales y la calidad de la leche, así, la máquina de ordeño es una instalación que cumple cuatro funciones básicas como: (i) la extracción de leche de la ubre; (ii) un trato no traumático del pezón; (iii) el transporte de la leche ordeñada al tanque frigorífico; (iv) el lavado de la instalación.

En los últimos años, se ha modificado la máquina de ordeño para adaptarla a las características anatómicas y fisiológicas de los pequeños rumiantes. Por un lado, se ha disminuido el tamaño de las pezoneras y el diámetro de las conducciones, y además se han modificado los parámetros de pulsación, adecuándolos a estos animales. No es objetivo de este trabajo final de grado hacer una descripción pormenorizada de la máquina de ordeño, pero sí se van a nombrar algunos elementos de esta y su papel determinante en la eficacia del ordeño:

Bomba de vacío: elemento encargado de generar el vacío en la máquina de ordeño. Su principal característica es el caudal de aire que son capaces de extraer, expresado en litros por minuto, caudal que deberá ser mayor cuantas más unidades de ordeño tenga la máquina. Es necesario que la bomba de vacío sea capaz de extraer un caudal mínimo del 100 l de aire por

minuto y por punto de ordeño, de otro modo se vería muy comprometida su capacidad para mantener un nivel de vacío adecuado en la punta del pezón (en caprino 40 Kpa), y este es un factor clave para la extracción y el arrastre de la leche.

Regulador: dispositivo encargado de mantener un nivel de vacío estable en la instalación de ordeño. Este debe estar correctamente mantenido, libre de polvo para poder ejercer su función. Un regulador obstruido podría provocar niveles de vacío excesivos que potencialmente pueden dañar los pezones de los animales.

Conducción de aire, tubería de vacío y tubería de leche: conducciones que conectan la bomba de vacío con los juegos de ordeño. Debe tener un calibre suficiente para mantener un nivel de vacío estable. Habitualmente son de 50 o de 63 mm y en el caso de salas de ordeño de más de 18 puntos, la tubería de leche desde la unidad final suele ser doble y tener un circuito en anillo. En los últimos años se ha observado una creciente implantación de salas de ordeño de línea media o alta, sin embargo, sus ventajas pueden ser discutidas. A pesar de que el aprovechamiento del punto de ordeño es superior a las de línea baja, estas deben ser utilizadas bajo protocolos de sincronización de puestas y retiradas de pezoneras y entrada y salida de animales muy estrictos, de otro modo, se desaprovecha la ventaja de tener un mismo punto de ordeño para dos animales que se sitúan en plataformas diferentes. Además, las líneas altas han mostrado mayores fluctuaciones de vacío en el pezón (con potenciales problemas sanitarios) y una mayor relación de ácidos grasos libres, debido a la lipólisis que produce el hecho de tener flujos turbulentos entre el colector y la tubería de leche. Es por eso por lo que se puede afirmar que la posición de la línea utilizada es un factor importante a la hora de evaluar las curvas de flujo de leche. El sistema de ordeño en línea baja en cabras proporciona una fluctuación de vacío más pequeña y un vacío inicial más bajo, lo que podría ser beneficioso para la salud de los pezones y las ubres (Dzidic *et al.*, 2019).

Pulsador: es el dispositivo que se encarga de abrir o cerrar el vacío en los juegos de ordeño cíclicamente, produciendo el ciclo de pulsación: fase de succión y masaje. Es conveniente, en primer lugar, que estén adaptados al ganado caprino (90 pulsaciones por minuto y una relación ordeño: masaje de 60:40), en segundo lugar, realizar revisiones de su programación con periodicidad anual pues los de tipo neumático, que son más económicos y comunes, tienen tendencia a desprogramarse.

Pezoneras: es la parte distal de la unidad de ordeño que entra en contacto con el pezón, compuesta por el manguito de ordeño y copa rígida, entre ambas partes queda la “cámara de pulsación” que es donde se produce la alternancia cíclica de vacío y presión atmosférica

generada por el pulsador. El empleo de manguitos cuya vida útil ha sido superada es bastante habitual y compromete la salud del pezón y la eficacia del ordeño.

Colector: dispositivo al cual están conectadas las pezoneras donde se recoge la leche extraída de todos los pezones, y del cual sale el tubo largo de leche para la conducción de esta y el tubo largo de pulsación. Es conveniente revisar diariamente que los orificios de admisión de aire no estén obstruidos por polvo o suciedad, de otro modo, la leche se acumula en los colectores dificultando la llegada del vacío hasta los pezones de los animales.

Tubos cortos y largos de leche: conectan el interior del manguito de ordeño con el colector, circulando la leche por su interior. Deben tener un calibre adecuado, de 8 y 16 milímetros respectivamente y una longitud adecuada para facilitar la llegada del vacío y la extracción y vehiculización de la leche.

Además de los propios elementos básicos de la máquina de ordeño, existen otros elementos adicionales u otros elementos en la propia sala que van a condicionar la eficacia del ordeño y, por tanto, los rendimientos horarios. Los más importantes se describen a continuación:

Retiradores automáticos de pezoneras: en pequeños rumiantes, a diferencia del vacuno, no se suelen instalar retiradores automáticos de pezoneras sino dispositivos automáticos de corte de vacío (Bueso Ródenas *et al.*, 2014). Su objetivo es una reducción del tiempo de ordeño por animal (sobre todo en salas de ordeño con poco personal), mantener la salida uniforme de leche y reducir el riesgo de sobreordeño u ordeño en seco, con potenciales beneficios para el pezón y la calidad sanitaria de la de leche (Tangorra *et al.*, 2010). Pueden estar programados por flujo umbral de leche y un tiempo de demora si están asociados a sistemas de medición (Bueso-Ródenas *et al.*, 2014), aunque existe algún modelo comercial que actúa solamente cuando el flujo de leche baja de 100 g/min (Isolator XP, Gascoigne-Melotte, Athy, Irlanda). Bueso-Ródenas *et al.*, (2014) estudiaron los ajustes más adecuados para el uso de retiradores automáticos de pezoneras y su efecto a largo plazo, observando que en cabras Murciano-Granadinas la combinación ideal de retirada era un flujo umbral de 100 a 150 g/min y un tiempo de demora de 10 segundos. Las ventajas de la instalación de retiradores automáticos de pezoneras, señalan Bueso-Ródenas *et al.*, (2014), son más evidentes a medida que el tamaño de la sala es mayor y los tiempos de ordeño son menores, como se ha podido observar en explotaciones de ovejas y cabras donde se realizan ordeños a diario (Romero, Bueso-Ródenas, Gascó y Díaz, 2015). Posteriormente, Dzidic *et al.*, (2019) observaron que la congestión del pezón y los parámetros de temperatura (pezón y ubre) fueron significativamente más altos con la retirada manual de

pezoneras que con el retirado automático, lo que sugiere una menor compresión del tejido debido al ordeño a máquina.

Salas de espera: es una sala anexa a la sala de ordeño que permite concentrar a los animales para el ordeño, ahorrando tiempo y que, de forma adicional, estimula a los animales para un ordeño rápido. Lo ideal es que la sala de espera sea independiente al área de reposo para preservar la higiene de esta. Debe ser de fácil limpieza y con el suelo antideslizante y con una pendiente del 2-4%, que permita una mejor orientación de los animales e impida que la suciedad llegue a la sala de ordeño.

Amarres y arreadores o empujadores automáticos: tener estas instalaciones en la sala de ordeño aumentan considerablemente el rendimiento de la explotación, haciéndola más rentable, ya que el operario no pierde tiempo en mover los animales de un sitio a otro. Los amarres de salida rápida, además, evitan el movimiento del animal. Tiene un sistema de puertas secuenciales que aseguran un orden de entrada sin necesidad de contar los animales, de esta manera se reduce el tiempo para el cambio de lotes. A medida que terminan el ordeño, simultáneamente se liberan todas las plazas y salen todos los animales de una vez. Adicionalmente, se pueden instalar arreadores automáticos que dirigen a los animales con rapidez y suavidad a la sala de ordeño y a la salida de la sala, lo cual reducen la carga de trabajo de manera extraordinaria si se trata de un rebaño grande (Alejandro, 2016).

1.3.4 Rutinas de ordeño

La rutina de ordeño se define como el conjunto de operaciones a realizar antes, durante y después del ordeño, con la finalidad de obtener la máxima eficacia e higiene en la obtención de la leche de la ubre. Para ello hay que considerar un tiempo medio de ordeño y las operaciones complementarias. Las rutinas de ordeño en pequeños rumiantes dependen principalmente de las características anatómicas y fisiológicas del animal, el manejo del ordeño y el nivel de automatización de la sala de ordeño (Dzidic *et al.*, 2019).

Tradicionalmente las rutinas más completas se basaban en la doble puesta de pezoneras, estimulación intensa previa corta, ordeño automático, apurado a máquina y para terminar apurado a mano. Estas rutinas han ido cambiando paulatinamente debido al aumento del número de animales y producción de leche, morfología de la ubre y con los automatismos en las salas de ordeño. Actualmente, las rutinas de ordeño en las explotaciones ganaderas españolas de ganado caprino son mucho más simples y las rutinas más frecuentemente empleadas consisten en la puesta de pezoneras, ordeño a máquina, apurado a máquina, retirada

de pezoneras automático y aplicación de desinfectante sobre los pezones (Bueso-Ródenas *et al.*, 2015).

1.4 Eficacia de ordeño como factor determinante de la rentabilidad de explotaciones lecheras.

Hablando en términos económicos, la mejora del rendimiento de nuestras instalaciones de ordeño se traduce en un ahorro de los costes de funcionamiento de estas. Por una parte, un menor tiempo de ordeño de los animales en la sala se corresponderá con más tiempo en descansar y comer, lo que se traduce en una mayor producción de leche. Por otra parte, habrá reducciones del tiempo de trabajo en las salas, y se traduce en menor desgaste de las máquinas y menores costes de mantenimiento, así como menor necesidad de mano de obra.

Hemos descrito anteriormente como, a modo experimental e individual, se puede medir la eficacia de ordeño. Sin embargo, a modo resumido, para las explotaciones podemos decir que la eficacia de ordeño se va a ver influenciada por tres factores: (i) la producción; (ii) el tiempo empleado en el ordeño y (iii) el número de operarios dedicados al ordeño. Así, para poder evaluar correctamente la eficacia del ordeño de una explotación y poder comparar entre distintas explotaciones se deben emplear parámetros como: número de animales por puesto de ordeño y hora de ordeño (animales/puesto/hora), litros por puesto de ordeño y hora de ordeños (litros/puesto/hora). Estos parámetros pueden verse influenciados por el nivel productivo de la explotación y por el valor de flujo medio que se alcance. Cuánto más rápido sea el ordeño y más rápido se extraiga la leche de los animales, más leche se va a extraer por puesto de ordeño y más animales van a pasar por ese puesto de ordeño (Dzidic *et al.*, 2019).

Para entender mejor estos términos, podemos considerar que la producción es el parámetro más básico y fácilmente analizable. La producción puede referirse a la producción total generada durante cada sesión de ordeño o a la producción media por animal y sesión de ordeño. Sobre el flujo medio y flujos parciales, el flujo medio nos indica el volumen total de leche por minuto que la unidad de ordeño se encuentra conectada al animal (litros/minuto). Cuanto mayor sea el flujo medio de ordeño, mayor va a ser la velocidad de ordeño, mientras que un flujo muy bajo se traducirá en un ordeño muy lento. Por otro lado, los flujos parciales hacen referencia a la forma en la que se extrae la leche de los animales y se expresa en volumen de leche por intervalos de tiempo. Con los datos obtenidos de cada intervalo podemos obtener una curva de flujos parciales para cada animal, lote o sesión. El número de intervalos dependerá de la duración del ordeño. Se debe buscar siempre una curva de flujos parciales que comiencen en

los valores más elevados posibles y que desciendan progresivamente hasta el final del ordeño (López Castiello, 2020).

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es estudiar la eficacia de ordeño en cuatro explotaciones de la Comunidad Valenciana. Los objetivos específicos son determinar en cada explotación el tiempo de ordeño promedio (minutos), la producción media (litros), el flujo medio (litros/minuto) y las intervenciones por animal (n). Como objetivo adicional se formulan propuestas de mejora para cada una de las explotaciones.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Descripción de las explotaciones

La investigación se llevó a cabo en cuatro explotaciones ganaderas de la Comunidad Valenciana de caprino. Las cuatro son explotaciones de caprino lechero exclusivamente y en todas se practica solamente un ordeño diario a las 9:00 h de la mañana.

En todas las explotaciones objeto de estudio, los animales vivían en un sistema de estabulación permanente, con naves techadas. Dentro de la nave se subdividían por edades, con parques de reposición y parques de animales adultos, estando separados animales en lactación de animales en fase de secado. Todas ellas tenían una alimentación con dietas medianamente especializadas conforme a su estado productivo y se basaba en mezclas de cereales y leguminosas, con suministro *ad libitum* de forrajes como la alfalfa o paja de cereal y en el caso de que hubiera disponibilidad de subproductos, estos también se añadían a la dieta y solían ser pulpas de cítricos, pero podían variar según la zona y la época del año. Anexos a los parques de los animales, se encontraban las salas de ordeño. Las salas de ordeño tenían una sala de espera, la sala de ordeño propiamente dicha y la lechería o sala de almacenamiento de leche. La lechería contaba con un tanque de almacenamiento horizontal en todas las explotaciones.

La primera explotación ganadera (A) a la que se realizó el estudio se sitúa en la provincia de Valencia. Es una explotación de caprino lechero, que cuenta con un censo de 154 animales. El ritmo reproductivo de la explotación es de un parto al año. En la explotación A, la sala de ordeño tiene dos plataformas, con doce juegos de ordeño en cada plataforma y un equipo de ordeño instalado en línea alta. Los animales observados se encontraban distribuidos por los distintos puntos de la curva de lactación. El equipo de ordeño estaba instalado con conducciones, sistema de pulsación, algunos juegos de ordeño eran de la marca J. Delgado (Socuéllamos, España) y otros de la marca DeLaval (Tumba, Suecia). Los parámetros de ordeño empleados eran 36 KPa, relación de pulsación del 50% y 90 pulsaciones por minuto. La rutina de ordeño empleada era simple con puesta y retirada de las pezoneras de forma manual, así como apurado a máquina y mano, a juicio del único operario que realizaba el ordeño.

La segunda explotación ganadera (B) a la que se realizó el estudio se sitúa en la provincia de Castellón. Es una explotación de caprino lechero, que cuenta con un censo total de 178 animales. El ritmo reproductivo de la explotación es de un parto al año. En la explotación B, la sala de ordeño tiene dos plataformas, con veinticuatro juegos de ordeño en cada plataforma y un equipo de ordeño instalado en línea alta (Figura 9 y 10). Esta explotación pertenece a la asociación Española de Criadores de la Cabra Murciano-Granadina (ACRIMUR, 2009) y está

dentro de un programa de selección genética para mejorar sus valores productivos. Los animales observados se encontraban al final de la lactación. El equipo de ordeño estaba instalado con conducciones, sistema de pulsación y juegos de ordeño de la marca Gascoigne Melotte proveídas por Comercial Valldalbense (Vall de Alba, Castellón). Los parámetros de ordeño empleados eran de 40 KPa, relación de pulsación del 60% y 90 pulsaciones por minuto. La rutina de ordeño empleada fue rutina simple con puesta y retirada de las pezoneras manual, así como apurado a máquina y mano en todos los animales. En este caso, el ordeño lo realizaban dos operarios, uno por cada plataforma.



Figura 9: Sala de ordeño de la explotación B.



Figura 10: Sala de ordeño de la explotación B.

La tercera explotación ganadera (C) a la que se realizó el estudio se sitúa en la provincia de Castellón. Es una explotación de caprino lechero, que cuenta con 120 animales. El ritmo reproductivo de la explotación es de un parto al año. En la explotación C, la sala de ordeño tiene una plataforma, con doce juegos de ordeño y un equipo de ordeño instalado en línea alta (Figura 11). Los animales observados se encontraban al final de la lactación. El equipo de ordeño estaba instalado con conducciones, sistema de pulsación y juegos de ordeño de la marca Gea-Farm Technologies (Bönen, Alemania). Los parámetros de ordeño empleados eran de 40 KPa, relación de pulsación del 60% y 90 pulsaciones por minuto. La rutina de ordeño que se empleaba era rutina simple con puesta y retirada de las pezoneras manual, así como apurado a máquina y a mano, a juicio del operario. El ordeño estaba realizado por dos operarios.



Figura 11: Sala de ordeño de la explotación C.

Finalmente, la cuarta y última explotación ganadera (D) a la que se realizó el estudio se sitúa en la provincia de Valencia. Es una explotación de caprino lechero, que cuenta con 800 animales. El ritmo reproductivo de la explotación es variable ya que las cubriciones se programan conforme al rendimiento productivo (cuando un individuo baja de una producción umbral se introduce en un lote de cubrición). En la explotación D, la sala de ordeño tiene dos plataformas, con veinticuatro juegos de ordeño en cada plataforma y un equipo de ordeño instalado en línea baja (Figura 12). Los animales se encontraban distribuidos por los distintos puntos de la curva de lactación. El equipo de ordeño estaba instalado con conducciones, sistema de pulsación y juegos de ordeño de la marca Affi-Milking Technologies (Kibbutz Afikim, Israel). Los parámetros de ordeño empleados eran de 40 KPa, relación de pulsación del 60% y 90 pulsaciones por minuto. La rutina de ordeño que se empleaba era rutina simple con puesta manual de pezoneras, diferencialmente respecto a las tres explotaciones anteriores es que esta disponía de retiradores de pezoneras automáticos y contaba además con amarres de salida rápida lateral. El ordeño estaba realizado por dos operarios.

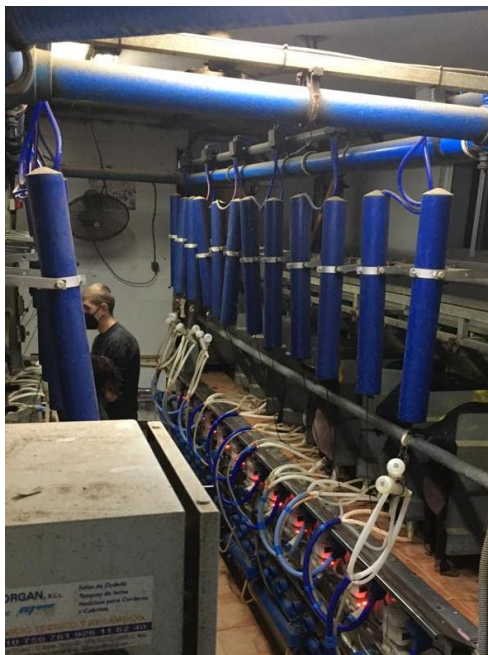


Figura 12: Sala de ordeño de la explotación D.

Tabla 3: Descripción de las explotaciones estudiadas.

	Explotación A	Explotación B	Explotación C	Explotación D
Fabricante	J. Delgado * DeLaval	Gascoigne Melotte	Gea farm technologies	Affi-Milking Technologies
Operarios	1	2	2	2
Puntos de ordeño	12	24	12	24
Animales en lactación	100	91	62	608
Alimentación en sala	Sí	Sí	No	No
Conducción de la leche	Línea alta	Línea alta	Línea alta	Línea baja
Corte de vacío	Corte de vacío manual.	Corte de vacío manual.	Corte de vacío manual con válvula en la pezonera.	Retirada automática de pezoneras.
Amarre de salida rápida	No	No	No	Sí
Sistema de gestión	No	No	No	Sí
Post-dipping	No	No	No	Sí

3.2. Metodología de los muestreos

Los muestreos tuvieron lugar en las cuatro explotaciones a las 9:00 h de la mañana aproximadamente, siendo las cuatro de un ordeño diario, como es habitual en esta región geográfica y en esta raza de caprino. En las cuatro explotaciones a las que se realizó la visualización del ordeño, se siguió el mismo protocolo, sin existir intervención alguna por parte del equipo investigador y el ordeño se realizó como en un día cualquiera.

Antes de empezar el ordeño, para facilitar los registros se indicó la plaza que ocupaba el animal dentro de la sala de ordeño con un adhesivo, así en función de la explotación tenían de doce a veinticuatro puestos de ordeño, pudiendo ser también plataforma derecha o izquierda si es que existía más de una plataforma de ordeño.

Para poder realizar el seguimiento de las variables estudiadas se diseñó a modo de hoja de campo una plantilla de Microsoft Office Excel® (2016, Microsoft Corp., Redmond, WA), (Anexo I) con los siguientes datos: Lote, plataforma, puesto del animal en la sala de ordeño, Ti (tiempo inicial), Tf (tiempo final), Tt (tiempo total de ordeño), A. Maq. (apurado a máquina), Ap. Man (apurado a mano), Intervenciones, que se calcularon en función del número de veces que el operario tocaba al animal, ya fuese porque el operario apuraba a máquina o a mano, para sostener la ubre o porque se tenían que recolocar pezoneras que se habían caído. Y finalmente, un apartado de observaciones añadidas, por si era necesario realizar alguna corrección.

El primer animal del primer grupo de cabras al que se le ponían las pezoneras para el ordeño tenía $T_i = 0$ s y a partir de ahí, cada animal tenía su propio T_i y T_f tomando como referencia el T_i del primer animal. Por otra parte, también se apuntaba la cantidad de litros presentes en el tanque antes y después del ordeño y el número de operarios que realizaban los ordeños.

3.3. Tratamiento de los datos recogidos en los muestreos

Se recopiló toda la información y se introdujo en una hoja de Microsoft Office Excel® y se procedió a hacer los cálculos siguientes para obtener los resultados de cada explotación, sin realizar comparaciones entre las explotaciones:

Tiempo de ordeño promedio (minutos): Tiempo medio que se tarda en ordeñar a un animal, desde que se colocan las pezoneras hasta que cesa el ordeño y se produce la retirada de pezoneras. Registrada con cronómetro digital (HS-70W, Casio®, Tokio, Japón).

$$\textit{Tiempo de ordeño promedio} = \frac{\textit{Tiempo final} - \textit{Tiempo inicial}}{\textit{Número de animales}}$$

Producción media (litros): cantidad media de leche ordeñada por animal.

$$\textit{Producción media} = \frac{\textit{Producción total}}{\textit{N}^{\circ} \textit{ de animales ordeñados}}$$

Flujo medio (litros/minuto): nos indica los litros por minuto que da una cabra en su ordeño.

$$\textit{Flujo medio} = \frac{\textit{Producción total}}{\textit{Tiempo total de ordeño}}$$

Intervenciones por animal (n): número de veces que el operario interviene durante el ordeño de un animal. Se incluyeron apurados a máquina, dobles puestas de pezoneras y apurados a mano sobre la pezonera.

Producción total (litros): cantidad de leche que se recoleta de todos los animales tras el ordeño. Registrada antes del ordeño y al final del ordeño en el tanque de leche y tras el arrastre de la leche de la unidad final y conducciones (Méndez Hernández, J.I., Tamayo Ayarza, J.A. y Alonso de la Vega, M.E. (2019).

$$\textit{Producción total} = \textit{Cantidad de leche final} - \textit{Cantidad de leche inicial}$$

Tiempo total de ordeño (minutos): tiempo que se tarda en ordeñar en conjunto a todos los animales de la explotación.

$$\textit{Tiempo total de ordeño} = \textit{Hora final} - \textit{Hora inicial}$$

Rendimiento horario (animales/hora): animales ordeñados por hora.

$$\textit{Rendimiento horario} = \frac{\textit{animales ordeñados totales}}{\textit{Tiempo total}}$$

Rendimiento por operario (litros/hora/operario): cantidad de leche que se obtiene de los animales por hora por cada operario.

$$\textit{Rendimiento por operario} = \frac{\textit{Producción total}}{\textit{Tiempo de ordeño} \times \textit{Número de operarios}}$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras el análisis de los resultados de las cuatro explotaciones (Tabla 4) se observó que la explotación B, tuvo el mayor tiempo de ordeño promedio de las cuatro explotaciones, siendo de $6,76 \pm 2,83$ minutos, seguida de la A, con un tiempo de ordeño promedio de $5,38 \pm 3,37$ minutos, la explotación D, con $3,40 \pm 1,28$ minutos y la C con un tiempo de ordeño de $1,75 \pm 0,73$ minutos. Según las referencias bibliográficas relativas a cabras Murciano-Granadinas, el tiempo de ordeño promedio a lo largo de una lactación puede variar entre 3,27 y 4,49 minutos (Romero *et al.*, 2015; Bueso-Ródenas *et al.*, 2019), observándose que el principal factor que afecta a la duración del ordeño es la cantidad de leche extraída, algo que se ha observado también en las cuatro explotaciones objeto de estudio. La explotación C, tiene un tiempo de ordeño promedio muy por debajo del resto de explotaciones, aspecto concordante con el hecho de que su rutina de ordeño es mucho más simple que la del resto, con el menor número de intervenciones, lo que la hace más eficiente. Por otra parte, la explotación D, tiene un tiempo de ordeño promedio similar al encontrado en experimentos realizados sobre retiradores automáticos de pezoneras (Romero *et al.*, 2015). Las explotaciones de A y B, ofrecen valores de tiempo promedio de ordeño elevado al compararlos con la bibliografía ya sea por falta de mano de obra o de automatismos (en la explotación A, el operario se debía encargar del ordeño de 12 animales en una sala con plazas para 24 animales) o por el empleo de rutinas de ordeño demasiado complejas (en el caso de la explotación B se realizaba apurado a máquina y sobre la pezonera en todos los animales, cayendo frecuentemente en el sobreordeño u ordeño en seco).

En el caso de la desviación media de los valores de tiempo de ordeño, ésta fue superior tanto en la explotación A como en la explotación B, lo que nos hace pensar que, en estas explotaciones, la aptitud al ordeño de los animales que componen el rebaño es muy heterogénea. En un estudio de Romero *et al.*, (2015) realizado en cabras Murciano-Granadinas sobre retiradores automáticos de pezoneras a lo largo de la lactación, se concluye que es importante que la variabilidad de este parámetro sea mínima ya que, en las salas de ordeño paralelas, que son las más empleadas en nuestro país, el tiempo total de ordeño por plataforma, que es directamente proporcional al tiempo de trabajo y, por tanto tiene un efecto sobre la rentabilidad de la explotación, lo determinan los animales más lentos.

Tabla 4: Resultados de las variables estudiadas en las cuatro explotaciones objeto de estudio.

	Explotación A	Explotación B	Explotación C	Explotación D
Tiempo de ordeño promedio (minutos)	5,38 ± 3,37	6,76 ± 2,83	1,75 ± 0,73	3,40 ± 1,28
Producción Media (litros)	1,59	1,78	1,29	1,50
Flujo medio (litros/minuto)	0,29	0,26	0,74	0,44
Intervenciones por Animal (n)	0,36	2,05	0,58	0
Tiempo Total de ordeño (minutos)	76,5	59,5	34,5	164
Producción Total (litros)	156	162	80	912
Rendimiento horario (animales/hora)	78	90	107	222
Rendimiento por operario (litros/hora/operario)	122,3	81,5	69,5	167

Las explotaciones en orden decreciente según su producción media por animal fueron: en primer lugar, la explotación B, con una producción media de 1,78 litros, seguida de la explotación A, que tuvo una producción media de 1,59 litros, la explotación D con 1,50 litros y finalmente la explotación C, con una producción media de 1,29 litros. Comparándolo con las referencias bibliográficas la producción media de leche a lo largo de la lactación en explotaciones de cabras Murciano-Granadinas puede variar entre 1,9 litros (Romero *et al.*, 2015) y 2,4 litros (Fernández *et al.*, 2020). En cualquier caso, los datos encontrados en nuestras explotaciones objeto de estudio son variables entre sí y con respecto a lo encontrado en la bibliografía consultada, bien por un mayor grado de selección genética como pudo ser la explotación B o por encontrarse gran parte de los animales del ordeño en gestación y en la última parte de la lactación en la explotación D (alrededor de los ocho meses postparto).

La explotación con mayor flujo medio de emisión de leche fue la explotación C, con 0,74 litros/minuto, en la explotación D fue de 0,44 litros/minuto, seguida de la explotación A con 0,29 litros/minuto de flujo medio y de 0,26 litros/minuto en la explotación B. Según Romero *et al.*, (2015) y Bueso-Ródenas *et al.*, (2019) el flujo de leche promedio en cabras Murciano-Granadinas

oscila entre 0,57 y 0,61 litros/minuto. En estudios posteriores realizados por Bueso-Ródenas, Alejandro, Romero y Díaz (2021) se vio que el flujo de leche promedio al inicio de la lactación podía llegar hasta 0,87 litros/minuto, por tanto, se estima que solamente la explotación C consigue resultados acordes a lo esperado para esta raza en condiciones experimentales.

La rutina de ordeño con mayor número de intervenciones sobre los animales fue la observada en la explotación B, con un total de 2,05 intervenciones por animal (apurado a máquina, doble puesta de pezoneras y apurado sobre la pezonera). En la explotación C se registraron 0,56 intervenciones por animal, en la explotación A fueron 0,36 por animal, y en la explotación D, no hubo intervenciones por animal durante todo el ordeño. Así, si se trata de explotaciones con automatismos como retiradores de pezoneras automáticas, no existen prácticamente intervenciones por parte de operario durante el ordeño. En estudios de retiradores automáticos se observaron valores de 0,07 intervenciones por animal con cabras Murciano-Granadinas, aspecto concordante con lo observado en la explotación D, y si estas se hacen, tienden a demorar la salida de todos los animales (Bueso-Ródenas *et al.*, 2014; Romero *et al.*, 2015).

La explotación que mayor tiempo total de ordeño tuvo fue la explotación D, con un tiempo de 164 minutos. La explotación A, tuvo un tiempo total de 76,5 minutos, mientras que en la explotación B un tiempo total de ordeño de 59,5 minutos y en la explotación C se ordeñó con un tiempo total de 34,5 minutos. Esta es una variable relacionada directamente con el número de animales ordeñados. La explotación que tuvo mejor rendimiento horario (animales/hora) fue la explotación D, con 222 animales, seguida de la explotación C con 107 animales, la explotación B con 90 animales y por último la explotación A con 78 animales. Esta variable está fuertemente influenciada por el tamaño de la sala de ordeño y con el número de operarios, así la sala de ordeño de la Explotación D contaba con 24 puntos de ordeño y 2 operarios. El rendimiento por operario en la explotación D fue de 167 litros/hora/operario, en la explotación A fue de 122,3 litros/hora/operario, mientras que en la explotación B, obtuvo un rendimiento por operario de 81,5 litros/hora/operario y la explotación C, un rendimiento por operario de 69,5 litros/hora/operario.

Haciendo un análisis individualizado podemos considerar que la única explotación que se acerca a los valores de eficacia de ordeño esperables para esta raza en este tipo de salas de ordeño es la explotación C ya que, aunque la sala de ordeño carezca de automatismos, la eficacia del ordeño alcanza valores aceptables. Este aspecto es concordante con la elevada

concentración y atención a los animales del operario encargado del ordeño, resultando en un ordeño bastante eficiente.

En la explotación D, se aprecian resultados mejorables de eficacia del ordeño teniendo en cuenta que su sala de ordeño tiene instalados sistemas automáticos de retirada de pezoneras y amarres de salida rápida. Es justificable, en parte, esta demora porque fue la única explotación que realizaba *post-dipping*, este aspecto se veía reflejado en nuestros resultados con un retraso en el tiempo total de ordeño, pero a su vez, y a largo plazo, con un mejor estado de la glándula mamaria. El método empleado en esta explotación es la inmersión de los pezones, que, aunque requiere mayor tiempo para su empleo, se emplea menor cantidad de producto, (Shearn, 1981). Esta práctica es recomendable para todas las explotaciones porque reduce las bacterias que quedan en el pezón después del ordeño, y previene y cura las posibles lesiones de la piel del pezón (Bramley y Dodd, 1984). Además, aunque fue una variable no registrada, en la explotación D se observó que, de dos operarios, había uno que, además de introducir animales en la sala de ordeño desde la sala de espera, colocaba aproximadamente el 75% de las pezoneras mientras que el otro operario colocaba el 25% restante, lo que pudo condicionar el mejorable valor de tiempo de ordeño total. Se deduce de este aspecto que, aunque la instalación de dispositivos automáticos va a ser potencialmente beneficiosa para la eficacia del ordeño, no puede acarrear desatención por parte de los operarios encargados del ordeño. Adicionalmente, dado el tamaño de la sala y la existencia de retiradores automáticas se propone la instalación de un empujador automático, cuyo coste (3000 euros aproximadamente) sería fácilmente amortizable y permitiría la reubicación de un operario en otras tareas de la explotación.

La compleja rutina de ordeño en la explotación B afectó sobremanera a la eficacia del ordeño, resultando ser esta explotación la que peores resultados ofreció en este aspecto. La rutina de ordeño de esta explotación, que incluía apurados a mano sobre la pezonera en todos los animales con la válvula abierta, además de alargar el tiempo de ordeño injustificadamente, permite la entrada de aire potencialmente contaminado al circuito y a su vez la entrada de patógenos en el tanque de leche. Además, las entradas de aire desequilibran el vacío del sistema, creando fluctuaciones de vacío que son de riesgo para el contagio de infecciones intramamarias entre animales en la sala de ordeño (mamitis infecciosas). Además, estas fluctuaciones de vacío, si son de gran magnitud pueden llegar a ralentizar el ordeño de los animales que se están ordeñando simultáneamente, especialmente si la bomba de vacío tiene una potencia limitada.

Un aspecto añadido, en este caso más referente a estado sanitario de la glándula mamaria que a eficacia del ordeño fue que solamente en la explotación D y C se retiraban de forma correcta las pezoneras, en la explotación D por tener válvulas de corte de vacío asociadas a los retiradores automáticos de pezoneras y en la explotación C tenían una válvula en la propia pezonera que permitía cortar el vacío semiautomáticamente. En las explotaciones A y B, por el contrario, se retiraban introduciendo, el operario, un dedo en el interior de la pezonera, de forma que perdía el vacío y se retiraba la pezonera, aspecto que puede crear fluctuaciones de vacío con las consecuencias mencionadas anteriormente. Este es un aspecto fácilmente subsanable, tanto a nivel técnico como económico, con la instalación de llaves de paso en el punto de ordeño.

5. CONCLUSIÓN

Las conclusiones del presente trabajo son que la eficacia de ordeño es mejorable en cada una de las explotaciones analizadas. Tras el estudio de los resultados y como objetivo adicional, se realizan una serie de propuestas para cada una de las explotaciones.

En la explotación A se recomienda la supervisión completa de la máquina de ordeño tras la observación de fluctuaciones de vacío en el vacuómetro a lo largo del ordeño.

En la explotación B, se recomienda una revisión de los protocolos de la rutina de ordeño con el objetivo de reducir los tiempos de ordeño individuales, el sobreordeño y el tiempo de ordeño total.

En la explotación C, no serían necesarios el uso de automatismos siempre que no se aumente el número de animales, pero se recomienda el empleo de *post-dipping* por sus beneficios sobre el estado sanitario de la glándula mamaria.

En la explotación D, se recomienda un plan de formación para los operarios y el mantenimiento de las instalaciones de ordeño, también se sugiere por el tamaño de la explotación, la instalación de un empujador automático para reducir el tiempo de ordeño total y la reubicación de un operario en otras labores de la explotación.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Alejandro, M. (2016). Automation devices in sheep and goat machine milking. *Small Ruminant Research*, 142, 48-50.
2. Alejandro, M., Roca, A., Romero, G., y Díaz, J. R. (2014). Effects of overmilking and liner type and characteristics on teat tissue in small ruminants. *Journal of Dairy Research*, 81(2), 215-222.
3. Asociación de Ganaderos de Caprino de Raza Murciano-Granadina de la Comunidad Valenciana. (s.f.). *Listado de socios*. <http://amurval.blogspot.com/2013/05/listado-de-socios.html>
4. Asociación Española de Criadores de la Cabra Murciano-Granadina. (2009). *La cabra Murciano-Granadina*. <http://www.acrimur.es/lacabra.php?PHPSESSID=d66643df2eeb1130c76526f4d2f7a247>.
5. Asociación Nacional de Criadores de caprino de Raza Murciano-Granadina. (2019). *Censo y distribución*. <https://caprigran.com/censo-y-distribucion/>.
6. Bramley, A. J., y Dodd, F. H. (1984). Reviews of the progress of dairy science: mastitis control—progress and prospects. *Journal of Dairy Research*, 51(3), 481-512.
7. Bruckmaier, R. M., y Wellnitz, O. (2008). Induction of milk ejection and milk removal in different production systems. *Journal of animal science*, 86(13), 15-20.
8. Bueso-Ródenas, J., Alejandro, M., Romero, G. y Díaz, J. R. (2021). Automatic Prestimulation on Dairy Goats: Milking Efficiency and Teat-End Status. *Animals*, 11(1), 121.
9. Bueso Ródenas, J., Moreno Ramón, J. y Machancoses Ramón, D. (2019). La eficacia del ordeño como factor determinante de la rentabilidad en ovino lechero. *Tierras ovino*, (27), 34-36.
10. Bueso-Ródenas, J., Romero, G., Roca, A. y Díaz, J. R. (2014). Effect of one automatic cluster remover (ACR) setting on milking efficiency on Murciano–Granadina goats. *Livestock Science*, 161, 193-200.
11. Bueso-Ródenas, J., Romero, G., Navarro, A., Pérez, E. y Díaz, J. R. (2019). Effect of the pulsation type (alternate or simultaneous) on milk yield and health status of the mammary gland of Murciano-Granadina goats. *Journal of dairy science*, 102(4), 3339-3347.
12. Capote, J., Argüello, A., Castro, N., López, J. L. y Caja, G. (2006). Correlations between udder morphology, milk yield, and milking ability with different milking frequencies in dairy goats. *Journal of dairy science*, 89(6), 2076-2079.
13. Capote, J., Delgado, J. V., Fresno, M., Camacho, M. E. y Molina, A. (1998). Morphological variability in the Canary goat population. *Small Ruminant Research*, 27(2), 167-172.

14. Díaz, J., Peris, C. y Romero, G. (2014). Efecto del ordeño mecánico en el estado sanitario de la ubre. En *Actas del XXXIX Congreso Nacional de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia*, 116-138.
15. Dzidic, A., Rovai, M., Poulet, J. L., Leclerc, M. y Marnet, P. G. (2019). Milking routines and cluster detachment levels in small ruminants. *Animal*, 13(1), 86-93.
16. Fernández, N., Martí, J. V., Rodríguez, M., Peris, C. y Balasch, S. (2020). Machine milking parameters for Murciano-Granadina breed goats. *Journal of dairy science*, 103(1), 507-513.
17. Garcés, C., Rubert-Alemán, J., Fernández, C., Díaz, J. R. y Sánchez, A. (2000). Caractérisation de la cinétique d'émission du lait de chèvre Murciano-Granadina. *Rencontres autour des recherches sur les ruminants*. (7), 314
18. López Castiello, A. (2020). El ordeño: una gran fuente de información. *Tierras ovino*, (30), 16-24.
19. Méndez Hernández, J.I., Tamayo Ayarza, J.A. y Alonso de la Vega, M.E. (2019). Tiempo de ordeño y necesidades de mano de obra en explotaciones de ovino lechero. *Tierras ovino*, (28), 18-23.
20. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [MAPA]. (2019). *Producción y mercados ganaderos de ovino y caprino de leche*. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/ovino-caprino/leche-de-oveja-y-cabra/>.
21. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2019). *Sistema Integral de Trazabilidad Animal*. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/trazabilidad-animal/>.
22. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (18 de marzo de 2021). <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL>.
23. Romero, G., Bueso-Ródenas, J., Gascó, M. P. y Díaz, J. R. (2015). Effect of automatic cluster removers (ACRs) on the milking of Murciano-Granadina goats during lactation. *Small Ruminant Research*, (128), 54-58.
24. Shearn, M. F. H. (1981). Methods of teat disinfection after milking. *Mastitis control and herd management. Institute for Research in Dairying*, 22-24.
25. Tangorra, F. M., Costa, A., y Guidobono-Cavalchini, A. (2010). Preliminary results of a field study on goats milk yield and lactation persistency as affected by automatic cluster removals. In *Proceedings of the International Conference, SHWA2010, Ragusa, Italy*. 16-18.

26. Wieland, M., Melvin, J., Virkler, P., y Nydam, D. (2016). Influence of cow characteristics and premilking udder preparation on milk flow and teat condition. *The Manager*, (3)37-38.
27. Wilde, C. J., Addey, C. V., Boddy, L. M., y Peaker, M. (1995). Autocrine regulation of milk secretion by a protein in milk. *Biochemical Journal*, 305(1), 51-58.

