

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

**EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE ALOJAMIENTO SOBRE LA PREVALENCIA
DE MASTITIS CLÍNICA EN BOVINOS DE RAZA HOLANDO**

por

Noelia Giovanna MACARI ANTÚNEZ

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias

Orientación: Medicina Veterinaria

MODALIDAD ENSAYO EXPERIMENTAL

MONTEVIDEO

URUGUAY

2023

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



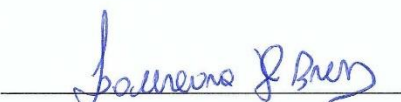
Dr. Stella Maris Huertas

Segundo miembro (Tutor):



Dra. Elena De Torres

Tercer miembro:



Dra. Laureana De Brum

Cuarto miembro (Co-tutor):

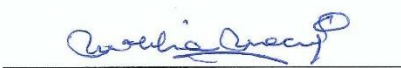


Lic. Mag. Pablo Bobadilla

Fecha:

21 de diciembre de 2023

Autor:



Noelia Giovanna Macari Antúñez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a mi familia, mi madre Luján, mi padre Héctor, mi abuela Tota, mi hermana Jimena, mi sobrino Manuel; por ayudarme siempre en la vida y en toda la carrera, por darme todo siempre para que pueda estudiar y por la paciencia. Así como a mi abuelo Antonio, mi abuela Isabel, mi abuelo Martín y mis tíos Efraín y Haydeé, que ya no están físicamente pero siempre están en mi corazón y me acompañan.

A mi tutora, Dra. Elena de Torres, de Facultad de Veterinaria, por darme la oportunidad de realizar esta tesis y por ayudarme en el proceso de realización de la misma.

A mi co-tutor, Mag. Pablo Bobadilla, de Facultad de Veterinaria, por todo el asesoramiento y trabajo en lo referente al análisis estadístico.

Al Ing. agr. Alejandro La Manna, del I.N.I.A. La Estanzuela.

A la Ing. agr. Lorena Román, del I.N.I.A. La Estanzuela, por su guía en el ensayo experimental.

A la Dra. Matilde Piquet, de Facultad de Veterinaria, por ser la primera persona que me escuchó cuando comencé mi búsqueda de tesis, me dedicó atención y tiempo, y me puso en contacto con la Dra. de Torres frente a la posibilidad de este trabajo experimental.

Quiero agradecer también al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (I.N.I.A.) La Estanzuela por brindarme la posibilidad de realizar esta tesis, permitir utilizar sus animales e instalaciones como parte del ensayo experimental, así como también por brindarme alojamiento durante mis estadías allí y todo el equipo necesario para el trabajo en el campo como equipo de lluvia.

A Esteban ("Lobo") López, trabajador experimentado del tambo del I.N.I.A. La Estanzuela, quien me enseñó y transmitió sus conocimientos tan gentilmente durante las horas de ordeño que pasé en el tambo, y quien, junto a su esposa Raquel y su familia, me recibieron tan cálidamente que me hicieron sentir como parte de la familia.

A Tomás López y María López, trabajadores del tambo anteriormente mencionado, por compartir tiempo de su trabajo conmigo.

A todos los trabajadores del I.N.I.A. La Estanzuela, como todo el personal del tambo, el personal de la cantina, del servicio de limpieza, de portería, etc., por la calidez con la que me trataron que me hicieron sentir como en casa.

Al personal de la biblioteca de la Facultad de Veterinaria, especialmente a Julia Andrés y Alejandra Lasso, por su ayuda constante y muy esmerada en cuanto a la búsqueda de material y a las referencias bibliográficas.

Al Ing. agr. Adrián Cal, de la Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) del I.N.I.A. Las Brujas, por la gentileza de proporcionarme datos necesarios para complementar mi trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
TABLA DE CONTENIDO	4
LISTA DE FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
SUMMARY	8
INTRODUCCIÓN.....	9
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
PRODUCCIÓN LECHERA EN URUGUAY	9
MASTITIS.....	10
ALOJAMIENTOS DE VACAS LECHERAS	11
Tipos de instalaciones.....	11
Alojamiento al aire libre	11
Estabulación fija.....	11
Estabulación libre con cama de paja (cama caliente).....	12
Estabulación libre con cubículos.....	13
<i>Disposición de los cubículos</i>	<i>14</i>
<i>Diseño de los cubículos.....</i>	<i>14</i>
<i>Mantenimiento de los cubículos</i>	<i>15</i>
MATERIALES DE CAMA	15
Materiales inorgánicos	16
Materiales orgánicos	16
Colchonetas	17
SCORE DE SUCIEDAD	17
SCORE DE SUCIEDAD DE PATAS	17
SCORE DE SUCIEDAD DE UBRE	19
SCORE DE SUCIEDAD DE PEZONES.....	20
Suciedad y Mastitis.....	21
SCORE DE PEZONES	21
CONDICIÓN DE LA PIEL DEL PEZÓN	21
CONDICIÓN DE LA PUNTA DEL PEZÓN.....	22

Relación entre hiperqueratosis o callosidad de la punta del pezón y mastitis	23
Hiperqueratosis de la punta del pezón	23
Rasgos microscópicos de la hiperqueratosis de la punta del pezón.....	24
Infección intramamaria	24
HIPOTESIS	25
OBJETIVOS	25
Objetivo general	25
Objetivos específicos	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
Localización	25
Período experimental	26
Animales	26
Tratamientos	26
Manejo de los animales y las instalaciones.....	27
Determinaciones en los animales.....	27
Diagnóstico de mastitis clínica	27
Scores.....	28
Procedimiento de evaluación del score de pezones.....	32
Procesamiento de los datos	32
Análisis estadístico	33
RESULTADOS.....	34
DISCUSIÓN.....	39
CONCLUSIONES.....	46
BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXO.....	53

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Puntuación de suciedad de vacas en una escala de 1-4 para la parte baja de la pata.....	28
Figura 2. Idem figura 1, versión a color.	29
Figura 3. Score de suciedad de ubre.....	30
Figura 4. Condición de la piel del pezón.....	31
Figura 5. Condición de la punta del pezón.	31
Figura 6. Prevalencia semanal de mastitis clínica en los alojamientos estudiados. .	34
Figura 7. Frecuencia semanal de vacas con patas muy sucias o extremadamente sucias.	35
Figura 8. Frecuencia semanal de vacas con ubre sucia.....	36
Figura 9. Frecuencia semanal de vacas con pezones sucios.....	37
Figura 10. Frecuencia semanal de vacas con piel de pezón agrietada.	38
Figura 11. Frecuencia semanal de vacas con al menos una punta de pezón con anillo rugoso o en flor.	39
Figura 12. Precipitación acumulada.	53

RESUMEN

La mastitis es la patología que más pérdidas ocasiona al sector lácteo en Uruguay y en el mundo. Es la inflamación de la glándula mamaria cuya causa principal es la infecciosa. La mastitis ambiental, causada por microorganismos cuya fuente es el lugar donde viven las vacas, se está observando cada vez con mayor frecuencia mundialmente. En nuestro país, el incremento de la producción de leche acompañado de una mayor densidad animal, conlleva el uso cada vez más frecuente de sistemas de encierro, lo que intensifica el problema de la mastitis ambiental. El manejo de los alojamientos y sus camas influencia la suciedad de la ubre y por tanto la prevalencia de mastitis clínica. El objetivo de este estudio fue determinar cómo influyen distintos tipos de alojamiento de vacas Holando en lactación en la prevalencia de mastitis clínica. Se estudió la relación del score de suciedad: suciedad de patas, de ubre y de pezones, y del score de pezones: piel y punta de los pezones; con la prevalencia de mastitis clínica. El ensayo tuvo lugar en la Unidad de Lechería del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (I.N.I.A.) La Estanzuela, Colonia, Uruguay; durante un período de 4 meses: de julio a octubre. Se trabajó con 64 vacas de raza Holando, éstas se dividieron en cuatro grupos, cada uno de ellos ubicado en un alojamiento diferente: 1) camas colectivas de caucho, techadas; 2) corral de tierra, no techado; 3) free-stall con camas de goma de mejor calidad, techado y 4) pradera. Una vez por semana se evaluaba en cada uno de los animales el score de suciedad y el score de pezones. Se determinaba la presencia de mastitis clínica en las vacas mediante el examen semiológico y la prueba de fondo negro. Se calcularon la prevalencia semanal de mastitis clínica y la frecuencia semanal de todos los indicadores para cada tipo de alojamiento a lo largo de los 4 meses que duró el estudio. La prevalencia de mastitis clínica tuvo variaciones independientemente del tipo de alojamiento. Los diferentes alojamientos no tuvieron efecto estadísticamente significativo sobre la prevalencia de mastitis clínica. La suciedad de ubre fue la única variable que tuvo significancia estadística con la prevalencia de mastitis clínica, y también la única sobre la cual tuvieron efecto dos alojamientos (camas colectivas y free-stall). El resto de los indicadores no tuvo asociación con la patología. Concluimos que, en este trabajo, los diferentes tipos de alojamiento estudiados no influyeron en la prevalencia de mastitis clínica y la suciedad de ubre fue el único indicador que tuvo relación con la enfermedad, por lo que puede ser útil como predictor de los casos de mastitis clínica.

SUMMARY

Mastitis is the pathology that causes the most losses in the dairy sector in Uruguay and in the world. It is the inflammation of the mammary gland whose main cause is the infectious. Environmental mastitis, caused by microorganisms whose source is where cows live, is being observed with increasing frequency worldwide. In our country, the increase in milk production accompanied by a higher animal density leads to the increasingly frequent use of confinement systems, which intensifies the problem of environmental mastitis. Management of housing and their bedding influences udder dirtiness and therefore the prevalence of clinical mastitis. The objective of this study was to determine how different types of housing of lactating Holando cows influence the prevalence of clinical mastitis. The relationship of the dirtiness score: dirtiness of legs, udder and teats, and the teat score: skin and end of the teats; with the prevalence of clinical mastitis was studied. The essay took place in the Dairy Unit of the Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (I.N.I.A.) La Estanzuela, Colonia, Uruguay; during a 4-month period: from July to October. We worked with 64 Holando cows, these were divided into four groups, each of them located in a different housing: 1) collective caoutchouc beds, covered; 2) ground corral, not covered; 3) free-stall with better quality rubber beds, covered and 4) prairie. Once a week, the dirtiness score and the teat score were evaluated in each of the animals. The presence of clinical mastitis in cows was determined by semiological examination and the black bottom test. Weekly prevalence of clinical mastitis and weekly frequency of all indicators were calculated for each housing type throughout the 4 months the study lasted. The prevalence of clinical mastitis varied regardless of the type of housing. The different housings had no statistically significant effect on the prevalence of clinical mastitis. Udder dirtiness was the only variable that had statistical significance with the prevalence of clinical mastitis, and also the only one on which two housings (collective beds and free-stall) had an effect. The rest of the indicators had no association with the pathology. We conclude that, in this work, the different types of housing studied did not influence the prevalence of clinical mastitis and udder dirtiness was the only indicator that was related to the disease, so it may be useful as a predictor of clinical mastitis cases.

INTRODUCCIÓN

Se considera a la mastitis como la causa de serias pérdidas económicas para productores e industria lechera tanto en nuestro país como a nivel mundial (Giannechini, 2013). Es considerada como la enfermedad más costosa que enfrenta el sector ganadero (Baxter, 2015).

La mastitis, inflamación de la glándula mamaria, causada por microorganismos ambientales se está volviendo cada vez más frecuente en los establecimientos de vacas lecheras en todo el mundo (Schukken, Tikofsky y Zadocks, 2005). Este problema es en particular más notorio en tambos que usan camas orgánicas (como por ejemplo la paja, el aserrín y las virutas de madera y papel), ya que estos materiales son una gran fuente de nutrientes y tienen las condiciones microambientales indicadas para el desarrollo microbiano, particularmente de bacterias (Bronzo, Zanierato, Varano y Moroni, 2009; Radostits, Gay, Blood y Hinchcliff, 2002). Sin embargo, sigue siendo un desafío importante también para establecimientos que utilizan alfombras sintéticas (Favretti, Moroni, Bronzo, Cavalli y Zanierato, 2010). El manejo que se realice en cuanto al mantenimiento de las camas influencia especialmente estas poblaciones bacterianas, afectando el grado de suciedad de la ubre en vacas lecheras y por lo tanto influyendo en las patologías consecuentes (Bronzo et al., 2009).

El diseño y el manejo de los sistemas de alojamiento tienen influencia en la prevalencia de las infecciones intramamarias y en la incidencia de la mastitis clínica (Radostits et al., 2002). Así como también pueden repercutir en un tema tan importante como el bienestar animal. Para lograrlo, las instalaciones y el sistema de producción se deben adecuar al animal, además se requiere capacitación en su manejo (Bobadilla, Salaberry, de Torres, César y Huertas, s.f.).

Se determinó que el riesgo de transmisión tiene la mayor asociación con el costo de la mastitis clínica, luego le siguen la tasa de cura bacteriológica, el costo del descarte de animales y la pérdida de rendimiento. En comparación con éstos, otros factores tuvieron una influencia mínima, como el precio de la leche, el costo de la mano de obra y el costo de los medicamentos (Down, Green y Hudson, 2013).

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

PRODUCCIÓN LECHERA EN URUGUAY

Según datos obtenidos del “Anuario Estadístico Agropecuario 2022”, realizado por la Dirección de Información y Estadísticas Agropecuarias (DIEA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), 2022; en Uruguay existen 3.159 establecimientos lecheros de los cuales 2.417 son remitentes. El rubro de la lechería en Uruguay ha manifestado un crecimiento, lo que se puede ver en indicadores como: producción de leche comercial, que era de 2.220 millones de litros/año en el período 2013/2014 y de 2.274 millones de litros/año en 2020/2021. La superficie total de tambos, que era de 798 mil ha en 2013/2014, pasó a ser de 735 mil ha en 2020/2021. El total de vacunos lecheros, en el período 2013/2014 era de 778 mil cabezas, mientras que en 2020/2021 fue de 712 mil cabezas. Tradicionalmente, en nuestro país, la mayoría de los establecimientos tiene un sistema de producción extensivo, a campo. Sin embargo, el aumento de la producción de leche y la mayor carga animal,

lleva al manejo de encierros temporales, lo que puede traer aparejado un aumento de la problemática en cuanto a salud de la ubre y bienestar animal.

MASTITIS

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria. La mastitis bovina es causada comúnmente por bacterias que invaden la ubre, se multiplican en los tejidos productores de leche y sintetizan toxinas. Estas toxinas y la inflamación resultante causan daño al tejido mamario (National Mastitis Council (NMC), 2011). La International Dairy Federation (IDF) define la mastitis como la “inflamación de uno o más cuartos de la glándula mamaria, casi siempre causada por microorganismos infecciosos” (IDF, 2011, p. 21).

La mastitis puede presentarse de forma clínica o subclínica, aguda o crónica y gangrenosa. Sus síntomas varían desde una leve reacción local hasta una grave toxemia (Blood y Radostits, 1992). La mastitis clínica es aquella que se caracteriza por anomalías visibles en la ubre y/o en la leche, a diferencia de la subclínica que no puede detectarse por observación (Philpot y Nickerson, 1992). En muchos casos clínicos en la glándula mamaria se manifiesta hinchazón, calor, dolor e induración. Los cambios más importantes en la leche incluyen la alteración del color, la presencia de coágulos y una gran cantidad de leucocitos (Radostits et al., 2002).

Los microorganismos causantes de la mastitis pueden provenir de otra vaca o del ambiente. Según de dónde provengan, se clasifican en: contagiosos, ambientales, oportunistas y otros.

Los patógenos contagiosos viven y se multiplican en la glándula mamaria y la piel del pezón, se transmiten de animal a animal principalmente durante el ordeño y dentro de ellos se incluyen especies como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium bovis* y *Mycoplasmas*.

Los patógenos ambientales son aquellos que tienen como reservorio primario el lugar donde viven las vacas. Los que se aíslan con mayor frecuencia son: *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, coliformes (*Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Aerobacter*).

Los *Staphylococcus coagulasa negativos* (SCN) constituyen el grupo de los patógenos oportunistas, que algunos consideran como integrantes de la microbiota normal de la piel de la ubre y los pezones (Radostits et al., 2002).

Las principales fuentes de agentes patógenos ambientales forman parte del medio donde se encuentra la vaca, incluyendo la cama, el suelo, el alimento y el agua de bebida. La calidad y el manejo del alojamiento del ganado bovino lechero tienen una influencia importante en los tipos de microorganismos causantes de mastitis que pueden infectar la glándula mamaria y en el grado de presión infectiva. Cualquier factor de alojamiento o sistema de manejo que de lugar a que las vacas se ensucien o se lesionen los pezones, o que genere hacinamiento tendrá como consecuencia un aumento de la mastitis clínica. Dentro de estos factores tenemos el tamaño y la comodidad de los establos, las dimensiones de los pasillos, la facilidad de movimiento de los animales y la limpieza del sistema (Radostits et al., 2002). La exposición de las

vacas a la materia fecal en las zonas de alojamiento puede tener influencia en la tasa de mastitis clínica (Schreiner y Ruegg, 2003).

ALOJAMIENTOS DE VACAS LECHERAS

La intensificación de la producción lechera en los últimos años es una realidad sin lugar a dudas (Callejo, 2009). El incremento de la carga animal da lugar a cambios en los alojamientos de las vacas lecheras.

Una instalación de producción de leche debe permitir a la vaca expresar todo su potencial productivo. Este lugar es donde las vacas comen, beben, descansan y se relacionan entre sí. La base del mantenimiento del alojamiento es la higiene y un ambiente saludable (Callejo, 2009).

Tipos de instalaciones

Sistemas de producción:

- Alojamiento al aire libre (con o sin pastoreo).
- Estabulación fija, con las vacas atadas ("tie-stall").
- Estabulación libre ("free-stall") con cama de paja (en cama caliente).
- Estabulación libre ("free-stall") con sistema de cubículos (Callejo, 2009).

Alojamiento al aire libre

Dentro del tipo de alojamiento al aire libre, una modalidad es la del alojamiento en grandes corrales ("open-lot"). Esta opción está habitualmente condicionada por el concepto de déficit hídrico (evaporación-pluviometría). A las precipitaciones habría que añadirle la humedad procedente de las deyecciones.

En el sistema de corrales, el tamaño de los corrales debe proporcionar una superficie de 45 a 55 m² por animal, lo que supone prácticamente el doble de lo que se necesita para ubicar todas las instalaciones en un sistema de alojamiento cubierto. Debe disponer de un área hormigonada de alimentación y de estructuras de sombra. Son recomendables pendientes en dirección perpendicular al comedero y en la dirección del mismo. El correcto drenaje del suelo eliminará rápidamente el agua y evitará enlodamientos de los corrales.

Otra opción, más común, es que los animales pasen períodos prolongados de tiempo en praderas y pastizales. El pasto es, sin duda alguna, el lugar donde la vaca está más cómoda, aunque hay problemas de higiene (principalmente en zonas húmedas y/o en épocas lluviosas) debidos al exceso de materia fecal, humedad, etc. (Callejo, 2009).

Estabulación fija

Es frecuente en países o zonas muy frías, donde la nieve obliga a encerrar a los animales gran parte del año.

Presenta numerosos inconvenientes:

-Las vacas permanecen todo el tiempo atadas, lo que les impide manifestar su comportamiento natural, como la interacción social con las demás vacas o la monta en caso de celo.

-Las labores de encamado de las plazas son incómodas ya que se realizan con los animales presentes, además de costosas, pues el material de cama permanece poco tiempo en buen estado.

-El ordeño, aun mecánico, es incómodo ya que es necesario agacharse para colocar y retirar las pezoneras. En el caso de ordeño con olla, además, hay que cargar con el peso de ésta hasta el tambo o el local donde se guarde la leche hasta su recogida. El rendimiento de ordeño (en vacas/hora y hombre) es bajo, por lo que se destina mucho tiempo a esta tarea.

-La falta de movilidad lleva a que las pezuñas no se desgasten.

Lo expuesto es razón suficiente para no recomendar este tipo de instalación, a pesar de que el número de cojeras suele ser más reducido que en la estabulación libre (Callejo, 2009).

Estabulación libre con cama de paja (cama caliente)

Éste es el sistema tradicional de estabulación libre. Se divide en dos zonas: zona de reposo y zona de ejercicio. En ambas áreas las vacas se mueven libremente. La zona de reposo es donde las vacas descansan, por lo que se aporta material de cama. En la zona de ejercicio, los animales comen, beben y se relacionan.

El problema de este tipo de instalación es el control que debe haber de la humedad y de la temperatura, ya que puede suceder que las vacas se agrupen en determinados puntos donde el microclima es más confortable (mayor ventilación, menor temperatura, etc.) y, como consecuencia, se empeoran las condiciones higiénicas y aumenta el riesgo de mastitis ambientales.

Área de reposo

El área de reposo, cubierta, contiene cama acumulada sobre tierra apisonada o sobre solera de hormigón. En el primer caso, el suelo debe tener buen drenaje, aunque aun así no lo recomendamos porque la limpieza con maquinaria termina por generar superficies irregulares con socavones, charcos, etc., cada vez más difíciles de limpiar y, por lo tanto, sirviendo de caldo de cultivo a todo tipo de microorganismos patógenos ambientales. La segunda opción, aunque más costosa, es preferible desde el punto de vista higiénico.

En general, la recomendación es respetar una superficie mínima de 1 m²/vaca y cada 1.000 litros de producción anual, con un mínimo de 6 m²/vaca. La forma que más se adapta a esta área es la rectangular, con una profundidad máxima de 9 a 12 m. La longitud está condicionada por el espacio que se necesite en el comedero. El pasaje desde la zona de reposo a la de ejercicio debe ser libre a lo largo de toda la nave.

La cama debe ser de buena calidad para brindar una superficie confortable de descanso y unas buenas condiciones de higiene. El consumo de paja puede fijarse en 1 kg/m² por vaca y día, lo que implica un elevado consumo de este material, cuyo precio puede ser alto. Además la tarea diaria de encamar supone una importante necesidad de mano de obra.

Cuando no se dispone de paja a un precio competitivo, el sistema de “cama caliente” se transforma en un problema. Debido a ello, algunas explotaciones utilizan arena, papel de periódico troceado, aserrín o estiércol compostado. Los materiales orgánicos permiten el crecimiento microbiano, por lo que su manejo y mantenimiento debe ser minucioso para evitar un mayor riesgo de provocar patologías en las vacas, sobre todo mastitis. Para mantener esta cama en buen estado, se suele necesitar revolver su superficie diariamente; y semanalmente, se debe voltear a fondo.

Independientemente de la frecuencia con que se retire la materia fecal, es recomendable efectuar una desinfección anual de esta zona.

Área de ejercicio

La zona de ejercicio permite el acceso al comedero y el tránsito dirigido a la sala de ordeño.

Su ancho mínimo debe ser de 4-4,5 m, lo que permite el cruce de dos vacas por detrás de las que están comiendo. A menudo esta área configura un verdadero patio o corral entre el comedero y la zona de reposo. También puede ubicarse al otro lado de la zona de reposo, separada de la zona de alimentación.

Los bebederos deben colocarse en esta zona, con la precaución de que no dificulten la limpieza de la misma si se realiza con arrobadera automática o acoplada al tractor (Callejo, 2009).

Las ventajas de este tipo de estabulación libre son: mayor adaptabilidad del edificio, menor inversión, mayor comodidad, menor incidencia de cojeras, menos lesiones de patas.

Por otro lado, las desventajas son: necesidad de separar vacas en celo, elevado consumo de paja, más trabajo (encamado diario y retirada de estiércol), almacenamiento cubierto de la paja, mayor riesgo de pisotones en la ubre, mayor riesgo de mastitis ambientales (Callejo, 2009).

Estabulación libre con cubículos

En esta clase de alojamiento, la zona de descanso está dividida en compartimientos individuales, a los que cualquier vaca puede ingresar libremente para descansar.

La finalidad del cubículo es maximizar el tiempo de descanso de la vaca y disminuir gastos de mantenimiento (material de cama).

Se recomienda respetar la proporción 1:1, es decir, un cubículo por vaca, aunque no todos suelen estar ocupados simultáneamente.

La disposición de los cubículos es en hileras paralelas a lo largo de los pasillos de circulación. Estos pasillos, normalmente de hormigón, permiten el paso de los animales a otras zonas del establo y además forman parte del sistema de manejo de las heces. El sistema exige una limpieza frecuente de los pasillos de deyecciones (o pasillos de acceso a los cubículos), pero esta limpieza se puede automatizar con el uso de palas mecánicas, o mediante la instalación de arrobaderas.

Un establo de cubículos debe tener una disposición interior que debe permitir el adecuado movimiento de las vacas y su acceso al área de alimentación, bebederos, cubículos en sí, sala de ordeño y, si se dispone de ellos, al patio de ejercicio o al pasto.

La colocación de los cubículos, del comedero y del bebedero debe estar coordinada de manera de proveer espacios y distancias apropiadas para el desplazamiento de las vacas. El diseño también debe permitir la retirada de la materia fecal, la distribución del alimento y favorecer una buena ventilación.

Los pasillos de circulación deberán tener un ancho de, por lo menos, 3,5-3,7 m. Cuanto más ancho es el pasillo, más limpias suelen estar las vacas, ya que los más estrechos tienen más estiércol por metro cuadrado, con lo que los animales se salpican más fácilmente cuando caminan. El pasillo de alimentación debe ser de, al menos, 4,5 m de ancho. El ancho de los pasillos tiene que permitir el cruce de dos animales, incluso por detrás de las vacas que están en el comedero.

Los cubículos, cornadizas o “barreras de comedero”, y bebederos se organizan en módulos de alojamiento. Un grupo de producción puede estar alojado en uno o más módulos. Dos lotes de vacas de diferente nivel de producción pueden compartir un mismo módulo.

Se debe proporcionar una cornadiza por cada dos o tres hileras de cubículos. Lo ideal es que haya espacio suficiente para que todas las vacas puedan comer a la vez. El movimiento de los animales se facilita proporcionando “pasos de cruce”. Para que los pasillos no resulten excesivamente largos y dificulten el tránsito de las vacas, estos pasos de cruce se dispondrán, como máximo, cada 25-30 cubículos consecutivos (30-36 m), considerando que, para evitar pasillos ciegos, se deberá disponer de un paso en cada extremo. Este paso también debe permitir el cruce de dos animales, por lo que tendrá un ancho de, por lo menos, 2,5 m. Generalmente, en estos pasos se colocan bebederos.

Se pueden colocar dos o tres filas de cubículos (Callejo, 2009).

Disposición de los cubículos

Cuando se colocan en dos filas, los cubículos pueden adoptar dos disposiciones: cabeza con cabeza o cola con cola. En general, la disposición cabeza con cabeza es la que proporciona un mejor encaje dimensional entre la zona de reposo y la de alimentación; la longitud necesaria para el descanso y para la alimentación son similares, principalmente cuando se disponen bebederos en los pasillos de circulación.

En los tres casos (también en naves de tres filas) el esquema se puede repetir al otro lado del pasillo de alimentación, como una imagen en espejo, lo que es bastante habitual. De esa manera tendríamos naves de 4 y de 6 filas.

En rebaños grandes, los cubículos se disponen en varias naves, frecuentemente paralelas entre sí. Además, este modelo posibilita una estandarización de la construcción y una fácil ampliación de la explotación, en caso de que se haya previsto suficiente espacio (Callejo, 2009).

Diseño de los cubículos

La marca o huella que deja la vaca en el suelo donde está echada tiene una longitud que va desde las articulaciones de los carpos (patas delanteras) hasta la cola, lo que define la longitud del espacio necesario para estar echada y, por consiguiente, la longitud de la zona de descanso del cubículo. Esta huella es más larga si la vaca extiende alguno de sus miembros anteriores hacia adelante.

El ancho de esta marca se extiende desde el extremo de la pezuña de la pata trasera que queda por encima hasta la extensión del abdomen en el lado opuesto. Esta medida es el ancho mínimo del cubículo.

El espacio requerido para realizar los movimientos de acostarse y levantarse se extiende hacia adelante y hacia abajo para la cabeza y el hocico, hacia arriba y hacia adelante para permanecer de pie, y lateralmente para los movimientos de los cuartos traseros (Callejo, 2009).

Mantenimiento de los cubículos

Si los cubículos están bien diseñados, logramos que las vacas se encuentren echadas el mayor tiempo posible y que estén muy limpias.

Es necesario que el cubículo sea mantenido de manera correcta, fundamentalmente en lo que a la cama se refiere:

Los cubículos deben acondicionarse dos veces todos los días. El arreglo consiste en retirar las heces acumuladas dentro del cubículo y encima del bordillo trasero. El momento más apropiado es cuando las vacas no se encuentran en el alojamiento, ya sea que se han ido a ordeñar o bien tienen acceso a corrales exteriores.

Se colocará cama limpia en el tercio posterior del cubículo.

Los cubículos deben rellenarse (excepto si tienen suelo de colchoneta) dos veces por semana (Callejo, 2009).

Este tipo de free-stall presenta las siguientes ventajas: menor superficie necesaria por animal, simplicidad en el manejo de grupos, mayor tranquilidad de los animales, menor consumo de paja, permite otros materiales de cama, permite la automatización de la limpieza, menos trabajo para su mantenimiento, mayor higiene de los animales, menor riesgo de mastitis ambiental, favorece la instalación del robot de ordeño.

Mientras que sus desventajas son: exige precisión en el dimensionamiento, mayor inversión inicial, precisa adaptación de las vaquillonas, manejo de deyecciones semifluidas (exige fosa de almacenamiento), mayor frecuencia de mantenimiento, mayor exigencia en el manejo, mayor riesgo de cojeras y lesiones de patas (Callejo, 2009).

En este trabajo de investigación utilizamos variantes de estos sistemas de alojamientos clásicos que se usan en el mundo, de acuerdo a las que se utilizan más frecuentemente en nuestro país.

MATERIALES DE CAMA

El material que recubre la superficie de descanso tiene un papel fundamental en la carga microbiana a la que va a estar expuesta la vaca y, por consiguiente, en su estado sanitario. La cama y la materia fecal son dos de los principales reservorios de los microorganismos ambientales más representativos como lo son los estreptococos ambientales y los coliformes. Estos gérmenes van a ingresar en la ubre a través del canal del pezón durante el período entre ordeños (Callejo, 2009).

La elección de la cama es una parte esencial de un programa de control de mastitis.

El material de cama debe reunir las siguientes características:

- Debe ser confortable (capacidad de acolchamiento), sin asperezas.
- Que no sea abrasivo.
- Debe estar limpio y seco.
- Que minimice el crecimiento microbiano.
- Debe ser compatible con el sistema de manejo de las deyecciones.
- Que necesite un mínimo mantenimiento.
- De bajo costo (Callejo, 2009).

Materiales inorgánicos

Los materiales inorgánicos (arena o carbonato cálcico) tienen la ventaja de limitar el crecimiento microbiano, ya que no suponen un sustrato nutritivo para los patógenos. Si se usan correctamente proporcionan una superficie mullida y no se permite su apelmazamiento. Les permiten a los animales con cojera moderada y severa que puedan levantarse con menos dificultad que en otras superficies, puesto que les aportan suficiente tracción con menos dolor al apoyar las pezuñas.

Su mayor desventaja, por lo general, es el desgaste que producen en los elementos de limpieza (arrobaderas) y en las soleras, además de en la maquinaria de agitación y de bombeo.

La arena debe ser fina, evitando material grueso como piedras o aglomerados, que puede provocar incomodidad y lesiones. Ésta se puede reciclar y volver a utilizar como material de cama (Callejo, 2009).

Materiales orgánicos

Debido a su naturaleza orgánica, materiales como la paja, la viruta, el aserrín o la cáscara de arroz favorecen el crecimiento microbiano ya que les aportan a los microorganismos todo lo que necesitan: nutrientes, humedad y temperatura, por lo que la limpieza debe ser frecuente y el material renovarse cada poco tiempo. El crecimiento microbiano también aumenta cuando el material está muy picado.

Su costo puede ser muy variable, según su disponibilidad. También su calidad así como su capacidad absorbente pueden variar mucho, en función del tamaño al que esté cortado el material (en el caso de la paja o de la viruta). La densidad baja también encarece el transporte.

En el aserrín se desarrollan coliformes, específicamente *Klebsiella pneumoniae*, sobre todo si procede de madera verde.

Además se utiliza estiércol compostado, dado que no se requiere comprarlo y suele existir en la misma explotación.

Este material, cuando entra en contacto con orina, leche, etc., se vuelve un sustrato ideal para el crecimiento bacteriano, siendo abundantes los coliformes. También se compacta bastante si no se hace un buen manejo. Puede tener un resultado aceptable

en zonas secas o semiáridas, pero uno muy negativo en regiones húmedas (Callejo, 2009).

Hay una relación entre el crecimiento bacteriano y propiedades bioquímicas o nutricionales específicas de los materiales de cama, dentro de las que se incluyen pH, contenido de N total y contenido de C total. Alto pH (por ejemplo, en el caso de sólidos de estiércol digeridos o arena reciclada) y alto contenido de C (%) (por ejemplo, en el caso de virutas y sólidos de estiércol digeridos) pueden explicar, en parte, por qué algunos materiales de cama mantenían moderados a altos niveles de crecimiento de *K. pneumoniae* (que representa una gran familia general de bacterias ambientales, los coliformes). El menor crecimiento se vió en arena limpia, la cual tenía niveles más bajos de C total (%) (Godden, Bey, Lorch, Farnsworth y Rapnicki, 2008).

Colchonetas

Existe una amplia variedad de estas colchonetas o alfombras, variando su diseño, el material del que están fabricadas y el de relleno: colchonetas rellenas de material desmenuzado, de material esponjoso, alfombra de caucho, material de cama de agua.

Se recomienda distribuir encima de la colchoneta otro material (paja, aserrín, viruta, carbonato cálcico) que es lo que va a aportar limpieza, la colchoneta aporta la comodidad.

Tiene como principal ventaja que el consumo de paja, aserrín u otro material de cobertura de la alfombra se reduce a la mitad.

Algunos materiales han resultado abrasivos para la vaca. Otra desventaja es su costo y su vida útil, no mayor a 5-7 años.

Las vacas cojas suelen preferir los cubículos de arena ante las colchonetas, por experimentar menos dolor al levantarse y echarse.

La alfombra debe cubrir toda la superficie de descanso del cubículo, incluido el bordillo trasero.

Los productores que utilizan cama de arena tienen un alto grado de satisfacción por el nivel de confort, limpieza y menor cantidad de lesiones de corvejón, mientras que los que usan colchonetas están más satisfechos con el manejo de las deyecciones y con el uso y costo del encamado (Callejo, 2009).

La limpieza de las vacas se va a relacionar con la limpieza de la cama. Una mayor suciedad en las vacas y una mayor incidencia de mastitis nos indican que la higiene del cubículo no es la adecuada (Callejo, 2009).

En nuestro estudio, además de las alfombras, no se utilizaron otros materiales de cama.

SCORE DE SUCIEDAD SCORE DE SUCIEDAD DE PATAS

El sistema de puntuación de higiene (o suciedad) registra la distribución y el grado de contaminación por estiércol sobre diferentes áreas del cuerpo de la vaca, en tres zonas principales: la ubre, la parte baja de la pata trasera y la parte de arriba de la

pata y flanco (Cook, 2002). En este trabajo, el score de suciedad de Cook (2002) fue utilizado solamente para evaluar la porción baja de las patas, sin embargo, no deja de ser conveniente describirlo de manera completa para obtener una comprensión integral del tema.

Para que el score sea útil para veterinarios y productores, debemos primero entender el significado de la contaminación por estiércol en distintas zonas del cuerpo y luego ser capaces de comparar el grado de suciedad con algún punto de referencia establecido, derivado del propio establecimiento a través del tiempo, o de otros establecimientos similares (Cook, 2002).

La suciedad de la zona baja de la pata indicará la cantidad de estiércol a través del cual los animales tienen que caminar en los pasajes y áreas de ejercicio. La región de arriba de la pata y flanco reflejará la contaminación de acostarse en la materia fecal en la parte posterior de los cubículos y en lotes sucios y húmedos. Las colas sueltas que caen en pasillos llenos de estiércol húmedo también van a contribuir a la contaminación por estiércol en esta zona del cuerpo. Existe a su vez, transferencia de estiércol desde la parte baja de las patas y cola hacia la ubre, quedando la ubre como el área más importante para puntuar (Abe, 1999; Cook, 2002).

Cada área es puntuada de la siguiente manera: 1: limpio, poco o sin evidencia de estiércol; 2: limpio, sólo escaso estiércol salpicando; 3: sucio, visibles placas demarcadas de estiércol y 4: extremadamente sucio, placas confluentes de estiércol. Cada una de las vacas debería recibir un puntaje separado para cada zona, no un puntaje único representativo de todas las zonas. Cuando se le presentan los datos al productor, presentar una puntuación media o una mediana para cada área no le es de utilidad, más bien deberíamos estar interesados en la proporción de puntajes que son “demasiado sucio”. El autor ha designado arbitrariamente los puntajes 3 y 4 para cada área como “demasiado sucio”. Las vacas en distintos ambientes van a tener diferente patrón zonal de suciedad:

- Típicamente, las vacas de free-stall tendrán puntajes de la parte baja de la pata altos que responden a una higiene insuficiente de los pasajes por donde caminan. Unos pocos animales pueden tener puntajes del flanco y de la ubre altos si están echados en los pasillos, pero esto no se presenta generalmente como un grupo problema.

- Los animales confinados en un lote con suciedad barrosa húmeda van a tener la peor imagen de higiene de todas, su parte baja de las patas van a estar extremadamente sucias de caminar a través del barro profundo y su parte de arriba de las patas y flancos van a estar cubiertos de tener que echarse en la suciedad (Cook, 2002).

La relevancia práctica de cuantificar la suciedad en relación a la prevalencia de mastitis es:

Como veterinario que visita un establecimiento, es difícil decirle a un productor que sus vacas están “demasiado sucias” y que se necesita mejorar la limpieza. El uso de un abordaje cuantitativo, más que una opinión cualitativa, es una forma más efectiva de dar el mensaje y al puntuar en zonas podemos brindar consejos más estructurados sobre cómo mantener más limpios a los animales.

Para que el score de suciedad sea tomado con seriedad, debe haber un costo asociado con mantener sucios a los animales. Para las vacas lecheras, el costo de una higiene pobre es un riesgo incrementado de mastitis (además de problemas locomotores) (Cook, 2002).

SCORE DE SUCIEDAD DE UBRE

La exposición a patógenos causantes de mastitis y la eficiencia del mecanismo de defensa de la vaca son dos factores claves que determinan el riesgo de infección intramamaria (Hamann, 1991). Se piensa que la limpieza de la ubre tiene influencia en la cantidad y el tipo de microorganismos presentes en la superficie de los pezones, y se consideran a las ubres y pezones sucios como una fuente de bacterias ambientales en la leche (Galton, Adkinson, Thomas y Smith, 1982; Guterbock, 1984).

Los reservorios de microorganismos ambientales son agua, estiércol, y suciedad presente en el ambiente. Las vacas, a menudo, toman contacto con patógenos de mastitis ambiental en los lugares de alojamiento o caminos. Si se da lugar a que la ubre y los pezones se ensucien o se mojen, grandes números de estas bacterias tienen la oportunidad de infectar la ubre (Schreiner y Ruegg, 2002). La incidencia de infección intramamaria se relacionó con el número de patógenos que causan mastitis presentes en la punta del pezón (Neave, Dodd y Kingwill, 1966). Pankey (1989) reportó que la cantidad de bacterias en la leche se incrementa cuando los pezones son limpiados y secados de forma inadecuada.

La exposición a las heces en las áreas de alojamiento de los animales puede influenciar la tasa de mastitis clínica (Schreiner y Ruegg, 2003). Ward et al. (2002) observaron que la incidencia más baja de mastitis se produjo en el rebaño con las vacas más limpias y las camas más satisfactorias. El manejo del rebaño y la limpieza del animal fueron reportados de tener más influencia en el recuento de células somáticas (R.C.S.) del tanque general que la terapia de la vaca seca (Bodoh, Battista, Schultz y Johnston Jr, 1976).

Los sistemas de puntuación de suciedad han sido utilizados para evaluar la limpieza de las vacas y del ambiente del establecimiento (Barkema et al., 1998, 1999; Bartlett, Miller, Lance y Heider, 1992; Reneau, Seykora, Heins, Bey y Farnsworth, 2003; Ward et al., 2002).

Factores como: aumentos en el tamaño del rebaño, diseño inadecuado de las instalaciones, limpieza de pasillos y remoción de estiércol poco frecuentes, presión para los tamberos para incrementar el rendimiento de la sala de ordeño, y cambios en la disponibilidad y uso de diferentes materiales de cama, han actuado en contra de un progreso significativo en esta área de la industria lechera (Cook y Reinemann, 2007).

Se asignó a las ubres una puntuación en base a determinados criterios: 1: completamente libre de suciedad o tiene muy poca suciedad; 2: levemente sucio, 2-10 % del área de superficie; 3: mayormente cubierto de suciedad, 10-30 % del área de superficie o 4: completamente cubierto, con una capa gruesa y dura de suciedad, > 30 % del área de superficie (Cook y Reinemann, 2007; Schreiner y Ruegg, 2002). Las ubres puntuadas 3 y 4 tienen mayor riesgo de mastitis que las puntuadas 1 y 2 (Cook y Reinemann, 2007). El score de suciedad de ubre fue categorizado como "limpio" (puntuación de 1 y 2) o "sucio" (puntuación de 3 y 4) (Schreiner y Ruegg, 2003).

Estas herramientas de puntuación de suciedad no hablan muy adecuadamente de las razones de la contaminación por heces de la ubre. Existen cuatro mecanismos básicos de transferencia de materia fecal a la ubre, y la importancia relativa de cada uno de ellos es diferente según el tipo de alojamiento:

-Transferencia directa: Las vacas pueden echarse en un cubículo o área de cama contaminado por estiércol, o en ocasiones en un pasaje de tránsito, y transferir microorganismos directamente a la ubre (Cook y Reinemann, 2007).

-Transferencia por la pata: Los animales pueden caminar a través de la materia fecal, quedando sus pies y miembros cubiertos de estiércol, lo cual transfiere bacterias a las puntas de los pezones cuando la vaca se echa y la ubre viene a descansar en uno de los pies posteriores (Abe, 1999).

-Transferencia por salpicadura: Cuando las vacas caminan a través de materia fecal líquida y profunda salpicarán las heces hacia la ubre (Cook y Reinemann, 2007).

-Transferencia por la cola: En algunas situaciones, la cola puede quedar sumamente contaminada con estiércol y transferir bacterias a la parte posterior de la ubre y regiones de flancos (Abe, 1999). Se ha demostrado que los cuartos posteriores tienen tasas de infección intramamaria más altas, y la presencia de colas intactas fue considerada como un posible factor causante (McCrary, 1976). El pelo de la cola que se ensucia con materia fecal puede contaminar el cuerpo y la ubre de la vaca (Johnson, 1992). Sin embargo, la acción de cortar corta la cola no hizo una diferencia consistente en la limpieza del animal (Schreiner y Ruegg, 2002).

La parte baja de las patas de vacas alojadas en free-stall están muy contaminadas y la transferencia por la pata implica un riesgo significativo de contaminación de la ubre. La transferencia por salpicadura en pasillos poco drenantes también es importante (Cook y Reinemann, 2007).

Se ha sugerido que la consistencia fecal, el manejo de la cama y la etapa de lactancia contribuyen a las diferencias de rebaño en las puntuaciones de suciedad (Ward et al., 2002). Es probable que, el tipo de superficie del área de descanso y el tipo de cama usada en esa superficie, tengan una influencia grande en el score de suciedad de ubre. Factores adicionales que podrían influenciar las puntuaciones de suciedad incluyen: sobrepoblación, patrones de dominancia entre animales y el número de veces que las vacas son movidas para el ordeño o con propósitos de manejo (Schreiner y Ruegg, 2003).

Existen estudios que han identificado relaciones entre higiene y calidad de la leche (Barkema et al., 1998; Guterbock, 1984; Khaita, Wittum, Smith, Henderson y Hoblet, 2000; Peeler, Green, Fitzpatrick, Morgan y Green, 2000). Una investigación realizada en Gran Bretaña encontró que la incidencia de mastitis clínica fue reducida en establecimientos que tenían prácticas de limpieza más exigentes comparada con establecimientos con prácticas más relajadas (Peeler et al., 2000).

La prevalencia de microorganismos ambientales estuvo significativamente asociada con el score de suciedad de ubre. Vacas con ubres caracterizadas como sucias tuvieron un riesgo aumentado de infección intramamaria causada por patógenos principales comparadas con ubres caracterizadas como limpias (Schreiner y Ruegg, 2003).

SCORE DE SUCIEDAD DE PEZONES

Complementariamente al score de suciedad de ubre incorporamos el score de suciedad de pezones, ya que consideramos que para nuestro sistema de producción y nuestra rutina de ordeño podría ser útil. Debido a la falta de bibliografía sobre un

score de suciedad específico de los pezones, nos basamos en el score de suciedad de ubre.

Suciedad y Mastitis

La tasa de nueva infección aumenta con el número de microorganismos en la punta del pezón (Neave et al., 1966). Se han hecho asociaciones entre alojamiento limpio, animales limpios y menor recuento de células somáticas del tanque general del rebaño (Barkema et al., 1998, 1999; Bodoh et al., 1976). Se demostró un incremento significativo en la prevalencia de microorganismos ambientales causantes de mastitis a medida que el score de suciedad de la ubre aumentaba (Ruegg, comunicación personal, 2002 citado por Cook, 2002). Cook, Bennett, Emery y Nordlund (2001) confirmaron una relación significativa entre la proporción de ubres puntuadas 3 y 4 y la tasa de nueva infección derivada de análisis de R.C.S. Esto confirma la importancia de mantener limpias las vacas y las ubres (Cook, 2002).

Sin embargo, es importante saber que la presencia de grandes números bacterianos en la punta del pezón puede que no sea siempre obvia. Por lo tanto, el score de suciedad es sólo parte de una investigación exhaustiva dentro de la fuente de nuevas infecciones ambientales (Cook, 2002).

El ambiente en el cual tenemos a nuestras vacas lecheras tiene un efecto muy importante en la salud y bienestar de las mismas. Diseñar alojamientos cómodos y limpios, incluso si no es el costo más bajo para instalar y mantener, es clave en determinar la salud y longevidad de la vaca lechera en el tambo (Cook, 2002).

SCORE DE PEZONES

La clasificación de la condición del pezón de la vaca se puede utilizar para evaluar los efectos del manejo del ordeño, del equipo de ordeño o del medio ambiente en el tejido del pezón y el riesgo de nuevas infecciones intramamarias. Se necesita un método simple y confiable para evaluar la salud del pezón en rebaños lecheros. El "Teat Club International" (grupo de investigadores y asesores de salud de la ubre) propone un protocolo simple para el examen sistemático de pezones en tambos comerciales (Mein et al., 2001). El score de pezones (teat score) incluye la evaluación de la piel del pezón y la punta del mismo, además de otras características como tetas moradas.

CONDICIÓN DE LA PIEL DEL PEZÓN

La piel del pezón saludable está cubierta con un manto protector de ácidos grasos que derivan de la dermis y los cuales retrasan el crecimiento de patógenos bacterianos. Los cambios en la condición de la piel del pezón relacionados con clima duro o irritación química pueden tardar en aparecer unos pocos días o semanas (cambios a mediano plazo). Cuando se expone a tiempo frío, húmedo y ventoso, la piel de los pezones que son ordeñados a máquina a menudo se vuelve escamosa, irritada o agrietada (piel rasgada) y el recubrimiento protector de la superficie puede removerse, permitiendo así la colonización de microorganismos como *Staphylococcus aureus*. Las condiciones frías, húmedas o barrosas predisponen al endurecimiento o engrosamiento de la piel del pezón. El barro, a medida que se seca, extrae la humedad de la piel, lo que consecuentemente produce una pérdida de elasticidad de la piel del

pezón. El ordeño a máquina provoca que los problemas de agrietamiento o rajado se exacerben. La irritación química asociada con el tipo o concentración del antiséptico, o tipo o concentración inadecuada de los emolientes, puede agravar los efectos de las condiciones climáticas adversas y promover el agrietamiento del pezón. Los acondicionadores o emolientes de la piel disminuyen la evaporación de la misma o actúan como humectantes ya sea para mantener o mejorar la condición de la piel del pezón. La sequedad de los pezones negros se tiende a sobreestimar si se evalúa sólo por observación. El examen se mejora al frotar suavemente la piel del pezón con un dedo. En ausencia de rajaduras y heridas, las diferencias en la condición de la piel categorizada como lisa o rugosa no parecen tener influencia sobre las tasas de nueva infección de mastitis. Como consecuencia, los autores proponen un sistema de clasificación simple:

-Normal: Es una piel de brillo suave, suave a la palpación, saludable.

-Seca: La piel de esta clase es escamosa, desmenuzable o rugosa pero sin rajado.

-Lesiones abiertas: En esta categoría permiten espacio para una descripción específica, por ejemplo, agrietada, rajada, mancha negra (Mein et al., 2001).

CONDICIÓN DE LA PUNTA DEL PEZÓN

El grado de hiperqueratosis que pueda tener la punta del pezón (rugosidad, cornificación o callosidad) es una condición dinámica. El estado de las puntas de los pezones para una vaca individual o rebaño puede cambiar dentro de días, principalmente en regiones que se encuentran bajo condiciones climáticas duras o cambios climáticos repentinos. Las características estacionales pueden afectar la sequedad y la dureza de la queratina. Sin embargo, en ausencia de condiciones climáticas inusualmente adversas, los cambios en la condición de la punta del pezón se producen durante un período de 2-8 semanas (cambios a largo plazo). Además de las condiciones climáticas estacionales, dentro de los factores principales que tienen relación con la hiperqueratosis de la punta del pezón se incluyen: la forma de la punta del pezón, el nivel de producción y la etapa de lactancia, e interacciones entre el manejo del ordeño y factores de la máquina (especialmente ordeño lento y sobreordeño). La predisposición genética de animales individuales parece influir en el grado de hiperqueratosis. Esta influencia genética se suma a los efectos más evidentes producidos por el tamaño y la forma de los pezones. En general, las puntuaciones de las puntas de los pezones son peores para pezones largos y puntiagudos, vacas de mayor producción o animales sometidos a ordeño lento. Además, las puntuaciones cambian con la etapa de lactancia y la parición. La hiperqueratosis de la punta del pezón se puede exacerbar por antisépticos que causan irritación química a la piel del pezón o se puede mejorar por el uso de un antiséptico con un emoliente efectivo en una concentración alta (Mein et al., 2001).

Factores que influyen en la rugosidad de la punta del pezón son: la preparación de la ubre preordeño, el tiempo en que las copas están puestas y los ajustes del umbral para la remoción automática del órgano. Estos efectos se agravan por: alto vacío de ordeño, sobreordeño, uso de pezoneras con bocas rígidas o pezoneras que están montadas a tensión alta (Mein et al., 2001).

El sistema internacional para clasificar las puntas de los pezones, para evaluación de campo de rutina, es:

-Sin anillo (S): Éste es un estado típico para muchos pezones poco después del comienzo de la lactancia.

-Anillo liso o levemente rugoso (L): Dentro de esta clase hay un anillo formado sin rugosidad o sólo rugosidad leve y sin frondas de queratina.

-Rugoso (R): En esta categoría existe un anillo formado rugoso con frondas aisladas de queratina vieja que se extienden 1-3 mm desde el orificio. Ésto indica alguna ruptura en la integridad epitelial.

-Muy rugoso (MR) o en flor: Aquí hay un anillo formado con frondas rugosas de queratina vieja que se extienden > 4 mm desde el orificio. El borde del anillo está rugoso y rajado lo que le da una apariencia “floreceda” a la punta del pezón (Mein et al., 2001).

Se puede requerir profundizar las investigaciones si se observan uno o más de lo siguiente:

Principales efectos a mediano plazo y a largo plazo:

-Condición de la piel del pezón: si más del 5 % de las vacas tienen lesiones abiertas (como grietas o rajaduras) en uno o más pezones.

-Hiperqueratosis de la punta del pezón: si más del 20 % de las vacas tienen uno o más pezones calificados como R o MR, o más del 10 % calificados como MR (Mein et al., 2001).

Relación entre hiperqueratosis o callosidad de la punta del pezón y mastitis

El canal del pezón es la barrera física y química primaria a la invasión de microorganismos causantes de mastitis hacia adentro de la ubre (Hamann, 1987). En el período entre ordeños, los músculos lisos que rodean el conducto del pezón deberían estar contraídos y el canal del pezón bien cerrado para impedir el pasaje de bacterias desde el orificio del pezón hacia el interior de la glándula (Nickerson, 1994). Una punta del pezón en buena condición es un factor de resistencia importante a la colonización microbiana de la glándula mamaria (Michel, Seffner y Schulz, 1974). Los cambios en el tejido del pezón por el ordeño, en su flexibilidad y en la integridad del canal del pezón pueden favorecer la penetración de patógenos en la ubre (O'Shea, 1987).

Hiperqueratosis de la punta del pezón

Después de repetidos ordeños, se producen cambios en el tejido de la punta del pezón, que terminan en el desarrollo de un anillo calloso alrededor del orificio del pezón (Neijenhuis et al., 2001c). Factores del animal como forma de la punta del pezón, posición del pezón, longitud del mismo, producción de leche, etapa de lactancia y parición muestran una relación con puntas de pezones callosas (Bakken, 1981; Graf, 1982; Johansson, 1957; Michel et al., 1974; Neijenhuis, Barkema, Hogeveen y Noordhuizen, 2000; Rathore, 1977; Shearn y Hillerton, 1996; Sieber y Farnsworth, 1981). Desde hace años se sabe con claridad que los cambios observados resultan de un aumento o acumulación de tejido calloso alrededor del orificio en lugar de una erosión del tejido o del orificio del pezón. Estas alteraciones están asociadas con fuerzas mecánicas ejercidas por el vacío y la pezonera con movimiento mientras transcurre el ordeño mecánico (Neijenhuis et al., 2001c). La

magnitud de la fuerza depende de factores como vacío de ordeño, vacío de pulsación, tiempo de funcionamiento de la máquina, tipo de pezonera y forma del pezón (Ebendorff y Ziesack, 1991; Hamann, 1987; Mein y Thompson, 1993; Rasmussen, 1993). La enorme variación en la frecuencia de callosidad entre rebaños que usan sistemas de ordeño similares sugiere que existe una mayor influencia genética para la susceptibilidad (Shearn y Hillerton, 1996).

Rasgos microscópicos de la hiperqueratosis de la punta del pezón

La clasificación macro y microscópica de los anillos de callosidad de las puntas de los pezones tienen una buena similitud (Neijenhuis et al., 2001c). La callosidad de la punta del pezón se trata de una hiperplasia del estrato córneo (Neijenhuis, de Koning, Barkema y Hogeveen, 2001b). Los anillos de callosidad más gruesos evidencian paraqueratosis y los núcleos son notorios. En los pezones con score de la punta del pezón con callosidad gruesa y rugosa se observan reacciones perivasculares como infiltración de linfocitos, granulocitos o eritrocitos. Cuando la callosidad es gruesa, la porción de afuera del canal del pezón podría no cerrarse bien y los patógenos pueden penetrar más adentro del canal. El anillo calloso puede pasar a tener rugosa su superficie. La rugosidad puede proveer grietas donde las bacterias patógenas pueden alojarse, haciendo de este modo más difícil la desinfección efectiva del pezón, lo que termina incrementando el riesgo de nueva infección intramamaria (Neijenhuis et al., 2001c).

Infección intramamaria

De acuerdo al estudio de Neijenhuis et al. (2000), las vacas con mastitis clínica tenían puntuaciones de callosidad de la punta del pezón peores que sus pares sanas, particularmente cuando la enfermedad ocurría entre el segundo y el quinto mes de lactancia. A medida que la lactancia progresa la probabilidad de tener mastitis clínica disminuye (Neijenhuis, Barkema, Hogeveen y Noordhuizen, 2001a).

El mantenimiento de la integridad del revestimiento del canal del pezón y del orificio del pezón son las claves para minimizar los riesgos de infección por patógenos de la mastitis. Una hiperplasia leve constituye una respuesta fisiológica básica (normal) a las fuerzas generadas por el ordeño (Neijenhuis et al., 2001c). Siempre que las condiciones de ordeño sean correctas, puede ser el reflejo de un balance saludable entre el grado de descamación por ordeño y la tasa de regeneración de queratina dentro del canal del pezón (Lacy-Hulbert, 1998; Williams y Mein, 1985).

La forma de la punta del pezón puede desempeñar un papel importante en la prevención del acceso microbiano al canal estriado, como parte de un mecanismo de defensa genético (Chrystal et al., 2001). La mayoría de las investigaciones indicaban que, a medida que las puntas de los pezones pasan de puntiagudas a invertidas, la susceptibilidad a la mastitis aumenta (Appleman, 1973; Boge, 1965; Götze, 1951; Hodgson, Murdock y Hillers, 1980; Jahnke, 1954; Seykora y McDaniel, 1985). Seykora y McDaniel (1985), concluyeron que las puntas de los pezones más puntiagudas conferían una mayor resistencia a la mastitis. Por otro lado, la forma de la punta del pezón no tuvo efecto significativo en las células somáticas (Chrystal et al., 2001). Otras investigaciones (Bakken, 1981; Chrystal, Seykora y Hansen, 1999; Krüger, 1953; McEwen y Cooper, 1947; Pohl, 1956) tampoco han encontrado una relación entre la susceptibilidad a la mastitis y la forma de la punta del pezón.

Parece que, en el caso de las puntas de los pezones sin anillo de callosidad son más susceptibles si son puntiagudas que invertidas. Los pezones invertidos tienen más riesgo cuando presentan anillo de callosidad grueso (Neijenhuis et al., 2001a).

Por lo tanto, se puede decir que, cuando la cantidad de callosidad de la punta del pezón es pequeña no parece aumentar el riesgo de infección intramamaria en la vaca lechera en lactancia y puede ser considerada como una respuesta fisiológica y beneficiosa del pezón al ordeño a máquina. Un mayor grado de callosidad y rugosidad de la punta del pezón está asociado con una probabilidad más alta de presentar nuevas infecciones de la glándula mamaria. La evaluación de la punta del pezón en rebaños comerciales puede tener la función de ayudar a identificar y resolver problemas vinculados con el manejo del ordeño, el ambiente o la máquina de ordeño (Neijenhuis et al., 2001c).

HIPOTESIS

La prevalencia de mastitis clínica en vacas lecheras está asociada con el tipo de alojamiento en el establecimiento.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar cómo influyen diferentes tipos de alojamiento de vacas Holando en lactación en la prevalencia de mastitis clínica.

Objetivos específicos

- Calcular la prevalencia semanal de mastitis clínica en dichos alojamientos.
- Evaluar el score de suciedad: de patas, de ubre y de pezones; y calcular la frecuencia semanal de los mismos.
- Evaluar el score de pezones (teat score): condición de la piel y punta de los pezones, y calcular la frecuencia semanal de cada uno.
- Estudiar la asociación de cada uno de los scores: score de suciedad: de patas, de ubre y de pezones, y score de pezones: piel y punta de los pezones; con la prevalencia de mastitis clínica.

MATERIALES Y MÉTODOS

-Localización:

El ensayo experimental se realizó en la Unidad de Lechería del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (I.N.I.A.) La Estanzuela, Estación Experimental “Dr. Alberto Boerger”, ubicado en ruta 50, kilómetro 11, Semillero, Departamento de Colonia, República Oriental del Uruguay.

-Período experimental:

El trabajo se llevó a cabo durante 4 meses, previo al inicio del ensayo se realizó un período de habituación de 18 días y el período experimental comenzó el 4 de julio de 2015 y finalizó el 16 de octubre de 2015.

-Animales:

Se trabajó con 64 vacas de raza Holando en el período de lactancia, de entre 2 y 9 años de edad, con un número de lactancia promedio de $2,8 \pm 2,15$; días en lactancia (DEL) promedio al inicio del ensayo: $82 \pm 20,6$; producción de leche: $35 \pm 4,9$ lts. El peso vivo al inicio era de: $565 \pm 44,5$ kgs.; con una condición corporal al comienzo de: $2,9 \pm 0,29$.

-Tratamientos:

El diseño experimental incluyó cuatro tratamientos que consistían en cuatro tipos de alojamientos. Se dividió aleatoriamente a los animales en cuatro grupos de 16 vacas cada uno. Cada grupo se ubicó en un alojamiento diferente. Se identificaron a los animales en cada tratamiento numerándolos del 1 al 16 pintado sobre lateral del animal con un color que caracterizaba a cada tipo de alojamiento.

Los cuatro tratamientos eran los siguientes:

- Tratamiento 1-Naranja: Este tipo de alojamiento consistía en camas colectivas de caucho (Animat Inc. Canada), sobre solera de hormigón, con forma rectangular, techadas. El resto del lugar estaba conformado por suelo de hormigón, con acceso a comederos de cemento y agua “*ad libitum*”. El corral tenía un espacio de 30 m² por vaca.
- Tratamiento 2-Verde: Aquí los animales estaban alojados en un corral de tierra, que proporcionaba una superficie de 60 m² por animal, con un montículo, no techado. Tenían acceso a comederos de madera ubicados en una pequeña área de suelo de hormigón y agua “*ad libitum*”.
- Tratamiento 3-Azul: Este tratamiento consistía en cubículos individuales con camas de goma de más alta calidad (colchón Elista, Bioret- Agri- Agrotechning), techados, tipo “free-stall” (modelo EURO BLD milking, Jourdain, Francia). Estaba conformado por 16 cubículos, es decir que se respetaba la proporción de un cubículo por vaca. Estaban colocados en dos filas con una disposición cabeza con cabeza. El resto del área estaba constituido por suelo de hormigón, con comederos de cemento y agua “*ad libitum*”. Los animales disponían de una superficie de 20 m² por vaca.
- Tratamiento 4-Amarillo: Las vacas aquí tenían acceso a pradera (festuca sp.), de la cual se utilizaron 120 m² por animal, con una pequeña zona de tierra en las proximidades de los comederos y un pequeño camino de balasto que comunicaba la zona de los comederos con la pastura. Los comederos eran de madera y tenían agua “*ad libitum*” ubicada en el área de la pradera.

-Manejo de los animales y las instalaciones:

Se comenzó con un período de habituación de 18 días, durante el cual los animales que no se adaptaron al tratamiento fueron cambiados de grupo o se descartaron. Durante el ensayo propiamente dicho, el manejo diario era el siguiente:

A las 06:05 horas las vacas eran juntadas para ser llevadas desde los corrales al tambo, para llegar al mismo a las 06:20 horas para el ordeño de la mañana. El ordeño de la tarde se realizaba, al comienzo del ensayo (dos meses), a las 15:15 horas; y posteriormente, a las 16:20 horas. La distancia entre los corrales y el tambo era de 600 metros.

La dieta era de ración totalmente mezclada (T.M.R.), compuesta por: silo pack pradera, ensilaje de maíz, grano húmedo de maíz (por la mitad del ensayo se sustituyó por grano húmedo de sorgo) y expeller de soja. Con respecto al horario de suministro del alimento, por lo general cuando las vacas volvían del ordeño de la mañana a los corrales, estaban siendo llenados los comederos, ésto era aproximadamente a las 08:30 horas.

Los animales tenían agua “*ad libitum*”.

La limpieza de las camas colectivas y el free-stall se realizaba una vez por día, en general mientras las vacas no estaban presentes en los corrales durante el ordeño de la mañana. Para ello se utilizaba pala mecánica y pala de mano.

Los días de lluvia, luego del ordeño de la tarde, los animales eran llevados todos juntos a una pradera (*festuca* sp.) en lugar de ser apartados respectivamente en sus alojamientos, hasta ser llevados al ordeño de la mañana siguiente. Ésto estaba determinado para que no pisotearan los corrales y era una medida puntual. A lo largo del ensayo las vacas fueron a la pastura en 12 ocasiones. La distancia desde la pradera hasta el tambo era de 700 metros.

-Determinaciones en los animales:

- *Diagnóstico de mastitis clínica:*

El diagnóstico de mastitis clínica se realizaba mediante la prueba de fondo negro que era parte de la rutina y por un examen semiológico: inspección, palpación (superficial y profunda); para buscar las alteraciones clínicas en la glándula mamaria y/o en la leche. A través de la inspección, observamos si hay aumento del tamaño de cada cuarto de la ubre (*tumefacción*), asimetría entre los cuartos, enrojecimiento de la piel de la glándula mamaria y del pezón (*rubor*), cambio del color de la leche, presencia de grumos en la misma. Por medio de la palpación superficial buscamos si presenta temperatura elevada a nivel local (*calor*); y mediante la palpación profunda buscamos poner en evidencia la presencia de *dolor* a través de la reacción del animal, además de determinar la consistencia de la ubre.

Una vez que se detectaba una vaca enferma se procedía a extraer una muestra de leche del cuarto mamario afectado siguiendo las normas establecidas por el

National Mastitis Council (Hogan et al., 1999). Eran congeladas y enviadas al Laboratorio CO.LA.VE.CO. (Cooperativa Laboratorio Veterinario de Colonia), en un plazo máximo de un mes de extraídas.

- **Scores:**

Se realizaban el **Score de suciedad** y el **Score de pezones (Teat score)**, a todos los animales de forma individual. Eran realizados una vez por semana, al comienzo de cada una.

El **Score de suciedad** evaluaba, la **suciedad de patas**: el grado de suciedad de los animales a nivel de la porción distal de los miembros posteriores, utilizando el score de suciedad de Cook, 2002; a través de la inspección de los animales al ir haciéndolos pasar de a uno, clasificándolo en una escala de cuatro puntos, donde “1” es un animal limpio y “4” uno excesivamente sucio. Ésto se efectuaba previo al ordeño de la tarde, en el momento en que las vacas eran sacadas del sistema de alojamientos para ser llevadas al tambo.

- 1: Limpio, ya sea poco o sin evidencia de estiércol
- 2: Limpio, hay sólo escaso estiércol salpicando
- 3: Sucio, existen visibles placas demarcadas de estiércol
- 4: Extremadamente sucio, se observan placas confluentes de estiércol (Cook, 2002).

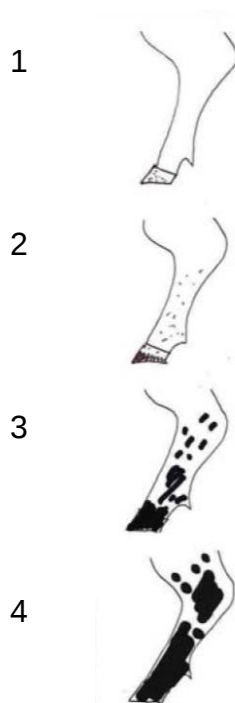


Figura 1. Puntuación de suciedad de vacas en una escala de 1-4 para la parte baja de la pata.¹

¹ (Cook, 2002)



Figura 2. Idem figura 1, versión a color.²

Suciedad de ubre y suciedad de pezones: Luego, en el ordeño de la tarde, en la propia sala de ordeño, antes de comenzar el mismo, se examinaba, en cada uno de los animales, la suciedad de ubre. Basándonos en el score de suciedad de ubre de Schreiner y Ruegg, 2003; que toma como base el de Schreiner y Ruegg, 2002; mediante la inspección se observaba la limpieza o suciedad específicamente de las glándulas mamarias y los pezones, clasificándolos en: limpio o sucio. Debido a la falta de bibliografía de un score específico de suciedad de pezones, para evaluar la suciedad en los mismos utilizamos el score de suciedad de ubre.

² (Cook, s.f.)

- 1: Completamente libre de suciedad o hay muy poca suciedad
- 2: Se encuentra levemente sucio, 2-10 % del área de superficie con suciedad
- 3: Se aprecia mayormente cubierto de suciedad, que abarca 10-30 % del área de superficie
- 4: Está completamente cubierto, con una capa gruesa y dura de suciedad, ocupando > 30 % del área de superficie (Cook y Reinemann, 2007; Schreiner y Ruegg, 2002).

Limpio: puntuación de 1 y 2

Sucio: puntuación de 3 y 4 (Schreiner y Ruegg, 2003).

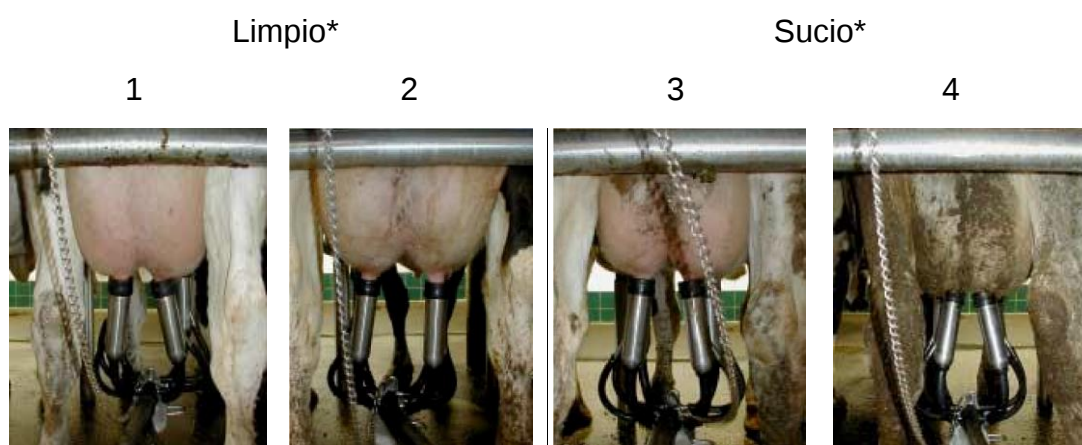


Figura 3. Score de suciedad de ubre.³

El **Score de pezones** se realizaba inmediatamente después del ordeño, antes del sellado de los pezones, en cada animal. Utilizando el score de Mein et al., 2001; en base a la inspección y la palpación, se evaluaban dos cosas: la **piel de los pezones**, clasificándola en: normal, seca o agrietada. Y la **punta de los pezones**, categorizándola a cada una en: sin anillo o con anillo, y dentro de este último: liso, rugoso o en flor.

Piel de los pezones:

Normal: piel de brillo suave, suave a la palpación, saludable

Seca: es una piel escamosa, desmenuzable o rugosa pero sin rajado

Lesiones abiertas: permiten lugar para una descripción específica, por ejemplo, agrietada, rajada, mancha negra (Mein et al., 2001).

³ (Ruegg, 2002)

*(Schreiner y Ruegg, 2003)



Figura 4. Condición de la piel del pezón.⁴

Punta de los pezones:

Sin anillo (S): es un estado típico para muchos pezones poco después de haber comenzado la lactancia.

Anillo liso o levemente rugoso (L): aquí hay un anillo formado sin rugosidad o sólo rugosidad leve y sin frondas de queratina.

Rugoso (R): existe aquí un anillo formado rugoso con frondas aisladas de queratina vieja que se extienden 1-3 mm desde el orificio. Esta clase indica alguna ruptura en la integridad epitelial.

Muy rugoso (MR) o en flor: se aprecia un anillo formado con frondas rugosas de queratina vieja que se extienden > 4 mm desde el orificio. El borde del anillo está rugoso y rajado lo que le otorga a la punta del pezón una apariencia “floreceda” (Mein et al., 2001).

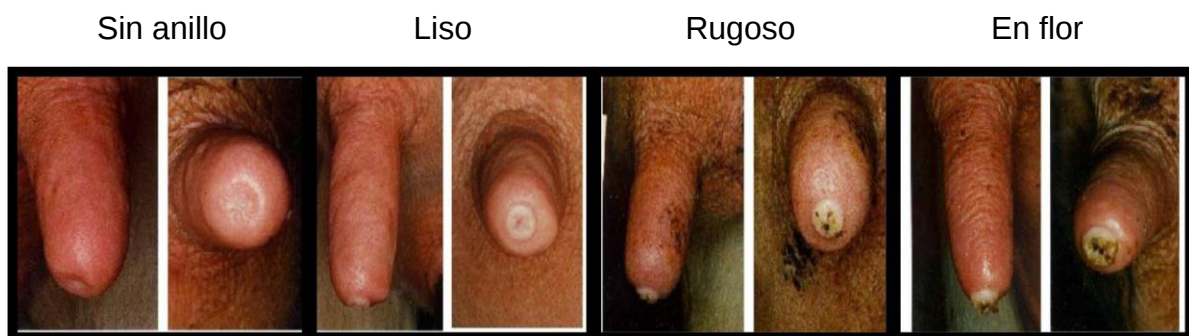


Figura 5. Condición de la punta del pezón.⁵

⁴ *(Hemling, s.f.)

** (NMC, 2007)

*** (Shearn, s.f.)

⁵ (Ruegg y Reinemann, 2005)

Procedimiento de evaluación del score de pezones

- Para simplificar y dinamizar el procedimiento, la condición del pezón la debemos evaluar inmediatamente después que el órgano se retira y antes de la aplicación del post-dipping. Sin embargo, si queremos evaluar los cambios en la piel en mayor detalle, es necesario evaluar la piel del pezón justo antes del ordeño.
- Observar y registrar los pezones en un patrón regular.
- Ver los pezones, al inicio, sin manipularlos.
- Secar la punta del pezón con una toalla de papel en caso de que resto de leche o desbridamiento obstruya la vista del orificio.
- Ver los pezones agarrando el pezón por arriba de la punta de manera firme y dócil. Observar el pezón primero de costado y luego desde la punta. Buena iluminación es fundamental. Si hay poca iluminación, es mejor usar una linterna de cabeza para la evaluación con las manos libres.
- Puntuar todos los pezones de por lo menos 80 vacas, o por lo menos 20 % de los animales en rebaños mayores a 400 vacas. Para la confiabilidad de los datos, puntuar una muestra representativa de animales de todos los grupos de alimentación y grupos de manejo (Mein et al., 2001). En nuestro estudio se evaluaron todos los pezones de todas las vacas que participaron en el ensayo.
- Un método de grabación automático, permite a un sólo observador evaluar y registrar los pezones. Si hay dos personas presentes, una puede observar los pezones mientras la otra registra los datos (Mein et al., 2001).

Todos los datos eran registrados en planillas.

Debemos mencionar que luego del ensayo se nos presentó un inconveniente ajeno a nosotros en lo referente a la recolección de los datos de dos de las variables: suciedad de pezones y piel de los pezones, lo que nos obligó a disponer de los datos de 8 y 7 semanas respectivamente en vez de 14 semanas como contamos para el resto de las variables.

-Procesamiento de los datos:

Mastitis clínica: Se categorizó a cada vaca de la siguiente manera: Sin mastitis clínica (0), Con mastitis clínica (1), Manca (2), Refugo (3). Se calculó la prevalencia semanal de vacas con mastitis clínica (1) para cada tratamiento: cantidad de animales enfermos / total de animales en ordeño.

Suciedad de patas: Se clasificó a la suciedad de patas en: 1: Limpias o levemente sucias, 2: Moderadamente sucias, 3: Muy sucias, 4: Extremadamente sucias. Se calculó la frecuencia semanal de vacas con patas muy sucias (3) o extremadamente

sucias (4) para cada tratamiento: cantidad de animales con patas muy o extremadamente sucias / total de animales en ordeño.

Suciedad de ubre: Se categorizó a la ubre según la suciedad en: Limpia (0), Sucia (1). Se realizó el cálculo de la frecuencia semanal de vacas con ubre sucia (1) para cada uno de los tratamientos: número de animales con ubre sucia / total de animales en ordeño.

Suciedad de pezones: De igual manera que para la ubre, se clasificó a los pezones de acuerdo a la suciedad en: Limpios (0), Sucios (1). Se calculó la frecuencia semanal de vacas con pezones sucios (1) para cada tratamiento: cantidad de animales con pezones sucios / total de animales en ordeño.

Piel de los pezones: Se categorizó como: Normal (0), Seca (1), Agrietada (2). Se efectuó el cálculo de la frecuencia semanal de vacas con piel de pezón agrietada (2) para cada uno de los tratamientos: número de animales con piel de pezón agrietada / total de animales en ordeño.

Punta de los pezones: Cada punta de pezón fue categorizada de la siguiente manera: Sin anillo (0), Anillo liso (1), Anillo rugoso (2), Anillo en flor (3). Cada vaca se categorizó según el valor máximo encontrado en las puntas de los pezones evaluadas. Se calculó la frecuencia semanal de vacas con al menos una punta de pezón con anillo rugoso (2) o en flor (3) para cada tratamiento: cantidad de animales con al menos una punta de pezón con anillo rugoso o en flor / total de animales en ordeño.

Complementariamente, con el fin de explicar ciertos resultados en lo referente a la suciedad de las patas, se solicitó a la Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) del I.N.I.A. (2015) datos sobre las precipitaciones que se produjeron durante el tiempo que duró el ensayo.

-Análisis estadístico:

Para el análisis descriptivo de los datos, se construyeron los siguientes polígonos de frecuencia:

- Casos de mastitis clínica (prevalencia) por semana en función del tratamiento.
- Vacas con patas muy sucias o extremadamente sucias por semana en función del tratamiento.
- Vacas con ubre sucia por semana en función del tratamiento.
- Vacas con pezones sucios por semana en función del tratamiento.
- Vacas con piel de pezón agrietada por semana en función del tratamiento.
- Vacas con al menos una punta de pezón con anillo rugoso o en flor por semana en función del tratamiento.
- Precipitación acumulada por semana.

El análisis exploratorio y las gráficas se realizaron utilizando Microsoft Office Excel versión 2016.

Para el análisis inferencial se utilizó un modelo general lineal de la familia Poisson, considerando como variable respuesta el número de animales con Mastitis Clínica y como variables explicativas: Tratamiento, Semanas, Conteo de Suciedad de Patas,

Conteo de Suciedad de Ubre, Conteo de Suciedad de Pezones, Conteo de Piel de Pezones y el Conteo de Punta de Pezones. Al modelo final se llegó utilizando el Criterio de Selección de Akaike y estudio de los residuos. También se evaluó la asociación entre los scores (considerándolos como variables respuestas), los tratamientos y el tiempo, para ésto se utilizó un modelo general lineal de la familia Poisson. El nivel de significación se consideró en $\alpha = 0,05$. Se utilizó el software de análisis estadístico R (R Foundation, 2021).

RESULTADOS

Prevalencia de mastitis clínica

La figura 6 muestra la prevalencia semanal de mastitis clínica en los alojamientos en estudio.

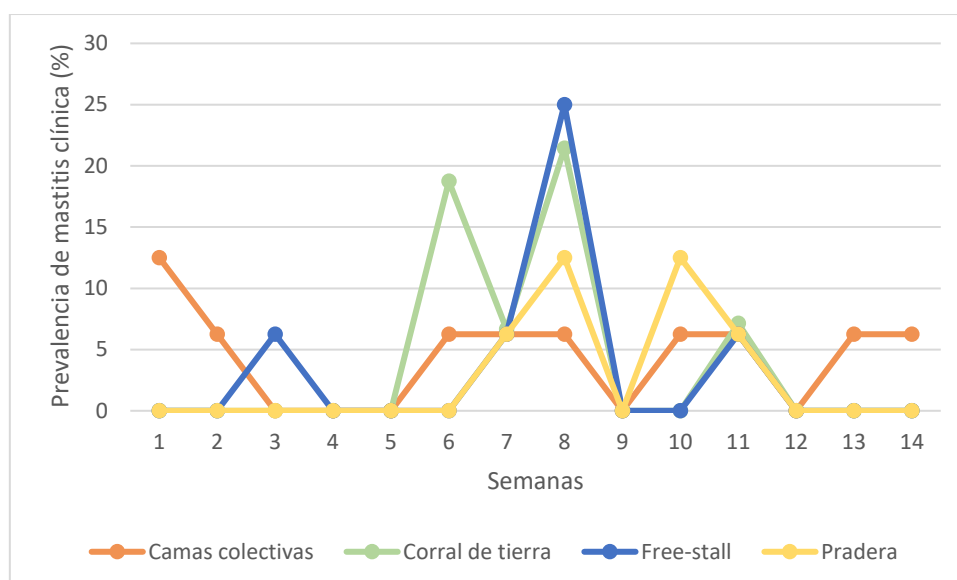


Figura 6. Prevalencia semanal de mastitis clínica en los alojamientos estudiados.

Obsérvese que existió una variación en las prevalencias de mastitis clínica a lo largo del período de estudio. Las prevalencias más altas se presentaron en la semana 8 aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

No se detectó un efecto estadísticamente significativo de los distintos tratamientos en la prevalencia de mastitis clínica, ni se detectaron asociaciones entre el tiempo (semanas) y la prevalencia de la patología. Sin embargo, se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la suciedad de ubre y la prevalencia de mastitis clínica con un P valor = 0,0499. Por otro lado, no se encontró efecto de los indicadores de suciedad de patas, suciedad de pezones, piel de los pezones y punta de los pezones; sobre los casos de mastitis clínica.

Score de suciedad:

Score de suciedad de patas

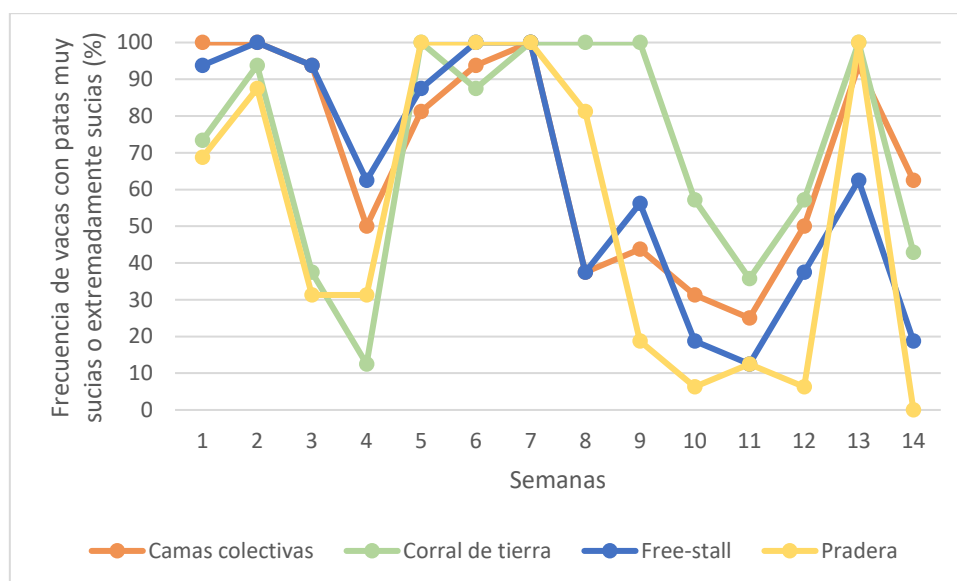


Figura 7. Frecuencia semanal de vacas con patas muy sucias o extremadamente sucias.

Se presentaron variaciones en las frecuencias semanales de vacas con patas muy sucias o extremadamente sucias (grados 3 y 4) (figura 7).

No hubo efecto de los tratamientos en la suciedad de patas. En general todos los alojamientos tuvieron un comportamiento similar. Las frecuencias semanales fueron similares para los cuatro tratamientos.

Hubo relación de las semanas con la suciedad de patas. En las semanas 4, 9, 10, 11, 12 y 14 hubo una disminución estadísticamente significativa de la cantidad de animales con patas muy o extremadamente sucias ($p < 0,001$).

Fue durante el período entre las semanas 5 y 7, y la semana 13 donde se observaron los mayores porcentajes para todos los tratamientos, en la semana 7 el 100 % de las vacas tuvieron las patas muy sucias o extremadamente sucias.

Score de suciedad de ubre

La frecuencia semanal de suciedad de ubre se representa en la figura 8.

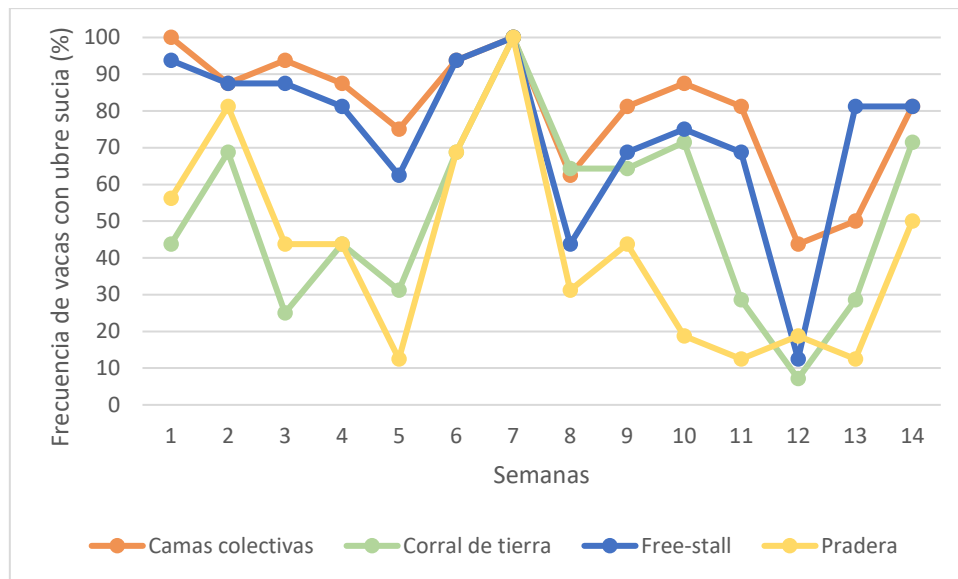


Figura 8. Frecuencia semanal de vacas con ubre sucia.

La suciedad de ubre también varió a través de las semanas. El 100 % de las evaluaciones para las camas colectivas, el 93 % para el corral de tierra, el 93 % para el free-stall y el 79 % de las evaluaciones para la pradera; estuvieron por encima del 15 % de vacas con la ubre sucia.

Hubo efecto de algunos tratamientos sobre la suciedad de ubre. Los alojamientos de las camas colectivas y del free-stall tuvieron significativamente más vacas con ubres sucias ($p < 0,001$).

Existió asociación entre las semanas y la suciedad de ubre. En las semanas 5, 12 y 13 hubo un descenso estadísticamente significativo de la cantidad de animales que tenían la ubre sucia ($p < 0,05$).

Al igual de lo que ocurrió para suciedad de patas, en la semana 7 para todos los tratamientos se afectó mucho la suciedad de la ubre, ya que en todos ellos el 100 % de las vacas tenían la ubre sucia (grados 3 y 4).

La suciedad de ubre siguió un patrón similar de variación al de la suciedad de patas, con la salvedad que la suciedad de ubre se presentaba aproximadamente una semana desfasada en cuanto a la ocurrencia de la suciedad de las patas.

Tanto en suciedad de patas como de ubre hubo una gran proporción del tiempo del ensayo en que las vacas permanecieron sucias.

Score de suciedad de pezones

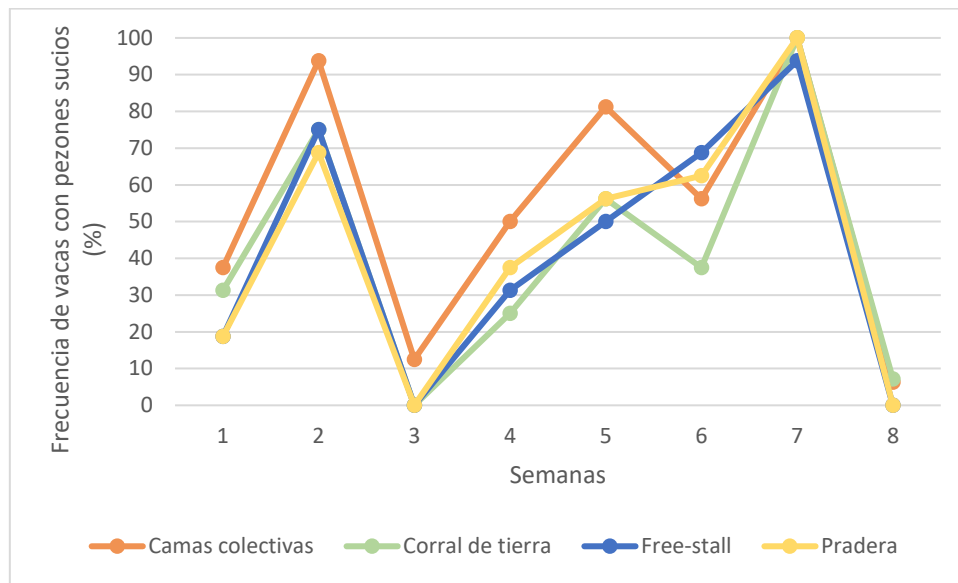


Figura 9. Frecuencia semanal de vacas con pezones sucios.

Se produjeron variaciones en las frecuencias semanales de vacas con pezones sucios (figura 9).

Los distintos alojamientos tuvieron una variación similar.

En la semana 7 se observó un incremento de la frecuencia en todos los alojamientos, alcanzando casi el 100 % de las vacas con pezones sucios. Pero, tan sólo una semana después, en la semana 8, este máximo cayó a casi el 0 %.

No se observó un patrón de variación de frecuencias similar de la suciedad de pezones con la de la suciedad de patas y la suciedad de ubre.

Score de pezones:

Score de piel de los pezones

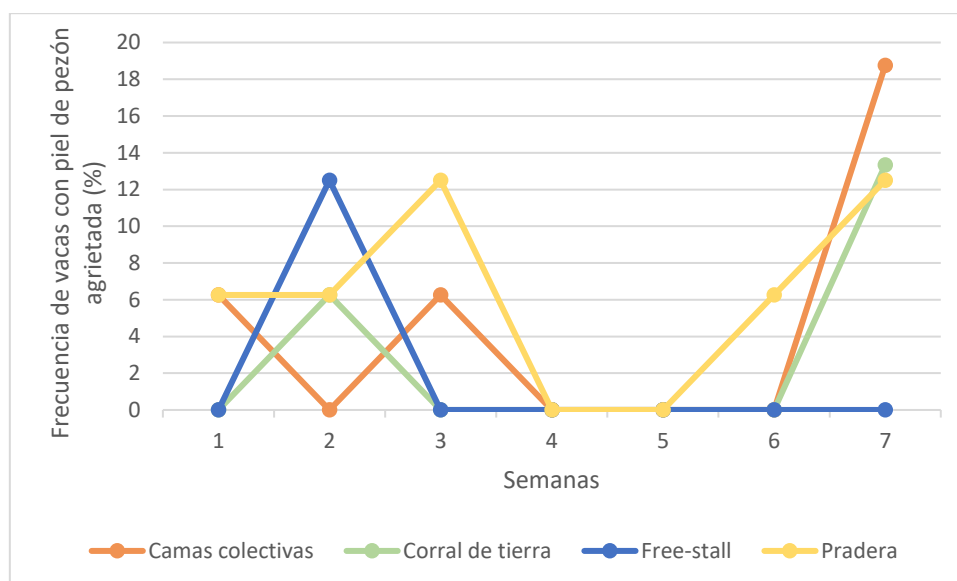


Figura 10. Frecuencia semanal de vacas con piel de pezón agrietada.

Existió una variación en las frecuencias semanales. El 57 % de los datos obtenidos para camas colectivas, el 71 % para corral de tierra, el 86 % para free-stall y el 29 % de los datos obtenidos para pradera, estuvo por debajo del 5 % de vacas con piel de pezón agrietada (figura 10). Es decir, los valores de frecuencia de piel de pezón agrietada en general fueron bajos.

En la semana 7 se produjo un máximo de vacas con piel de pezón agrietada en tres de los cuatro alojamientos.

Score de punta de los pezones

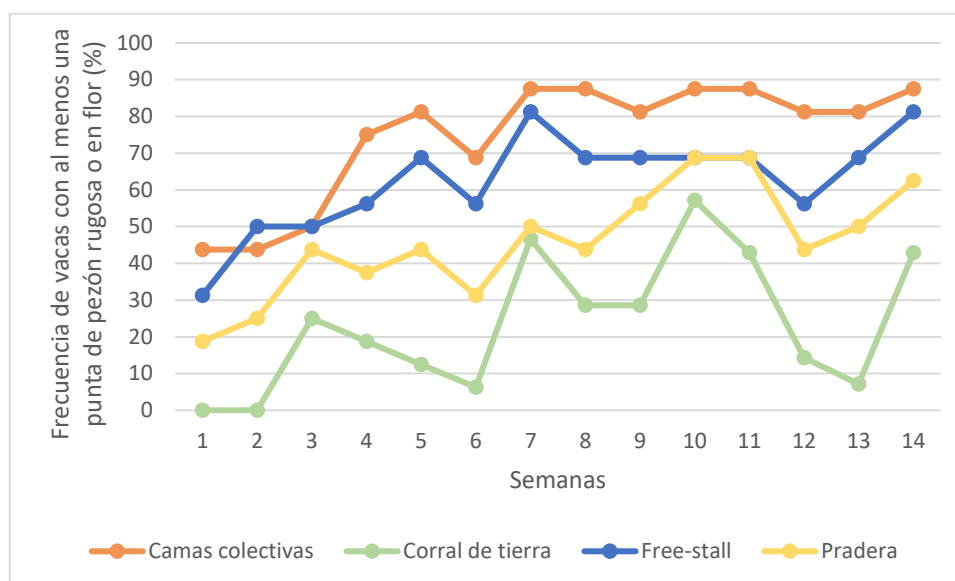


Figura 11. Frecuencia semanal de vacas con al menos una punta de pezón con anillo rugoso o en flor.

Se presentó una variación en las frecuencias semanales de vacas con al menos una punta de pezón con anillo rugoso o en flor (figura 11). El 100 % de los valores para camas colectivas, el 50 % para el corral de tierra, el 100 % para free-stall y el 93 % de los valores para pradera en el período considerado, fueron por encima del 20 %.

Todos los alojamientos acompañaron esta variación.

Hubo una tendencia sostenida al alza en general de todos los alojamientos hasta la semana 7, luego una estabilización. En la semana 12 se produjo una disminución y hacia el final del ensayo volvieron a elevarse.

DISCUSIÓN

Prevalencia de mastitis clínica

En la variación observada en las prevalencias de mastitis clínica no hay diferencias significativas entre los distintos alojamientos. Se considera que el objetivo es que la prevalencia de mastitis clínica sea menor al 5 % mensual (Ruegg, 2012), por lo que la prevalencia semanal no debería ser mayor a 1,25 %. En diferentes momentos del período de estudio los alojamientos considerados logran el objetivo propuesto. El tratamiento de las camas colectivas se encuentra por debajo de ese porcentaje en el 36 % de las semanas, el corral de tierra en el 71 % de las semanas, el free-stall en el 71 % de las semanas y la pradera en el 71 % de las semanas. Por lo tanto, no hay un alojamiento que alcance el objetivo con mayor frecuencia, lo que denota que no hay diferencias entre ellos para prevalencia de mastitis clínica. Es decir, no hay un alojamiento donde haya una mayor prevalencia de la patología. Si comparamos

nuestros resultados con los obtenidos en el estudio realizado por Mendina et al. (2023) llevado a cabo también en Uruguay; en el cual utilizando vacas de parición de otoño y de primavera, evaluaron el efecto de dos tipos de alojamiento en un sistema de confinamiento parcial con pastoreo sobre indicadores de mastitis, observamos que fueron similares. Los mismos consistían en: un establo con cama de compost utilizando eucaliptus, aserrín de pino, astillas de madera y cáscara de arroz, techado; y un corral con cama de tierra, exterior. Estos tipos de encierro no tuvieron diferencias significativas sobre la incidencia de mastitis clínica. Por otro lado, difieren de lo encontrado por Sjostrom, Heins, Endres, Moon y Sorge (2019); quienes evaluaron dos tipos de alojamiento: uno interior, con cama de compost y rellenado con aserrín; y otro exterior, con cama de paja. En ese estudio, en el alojamiento interior se observó más mastitis clínica que en el exterior. Según lo establecido por los autores, ésto pudo deberse a la mayor humedad que contiene el compost a diferencia de la paja. Por lo tanto, en ese trabajo, las diferencias de materiales de cama dieron lugar a diferencias en la mastitis clínica. Sin embargo, de acuerdo a los resultados de nuestra investigación y de Mendina et al. (2023), ni los tipos de alojamiento ni los materiales de cama utilizados tienen relación con la mastitis clínica.

En la semana 8 se dio la mayor prevalencia de mastitis clínica para todos los tratamientos, que estuvo precedida, una semana antes, por un incremento en el score de suciedad de ubre para todos los alojamientos.

La suciedad de ubre es la única variable que tuvo un efecto significativo sobre la prevalencia de mastitis clínica. Es decir que, si aumenta la suciedad de ubre aumenta la mastitis clínica. Esta relación se puede observar en las respectivas gráficas, donde se aprecia una asociación entre las variaciones de prevalencias de mastitis clínica y las del score de suciedad de ubre, con un desfase de una semana, lo que indicaría que las vacas primero se ensucian la ubre y luego aparece la mastitis clínica. Por lo tanto, el indicador de la suciedad de ubre puede ser utilizado como un predictor de los casos de mastitis clínica. Este resultado será discutido más en detalle cuando nos refiramos al score de suciedad de ubre más adelante.

Si bien hay una asociación entre el score de suciedad de ubre y la mastitis clínica, la prevalencia de mastitis clínica no tiene relación con el tipo de alojamiento. Lo que demuestra que desde el punto de vista de la salud, los indicadores que se miden sobre el animal son mejores que los que se miden en el ambiente (Damián y Ungerfeld, 2013).

Score de suciedad:

Score de suciedad de patas

Se determinó que los alojamientos y la suciedad de patas no están relacionados. No hay un alojamiento donde las vacas tienen más sucias las patas. Ésto es diferente a lo observado en el estudio de Sjostrom et al. (2019), en el cual en el alojamiento interior las vacas tenían mayor suciedad de patas que las del exterior. A diferencia de nuestro estudio, estos autores utilizaron el score de suciedad de Reneau et al. (2005). Eso pudo deberse a la mayor distancia que debían caminar las vacas del alojamiento interior hacia y desde la sala de ordeño. En cambio, en nuestro trabajo, todos los alojamientos estaban ubicados a la misma distancia del tambo y todos los animales

utilizaban el mismo camino para desplazarse. Tomando como referencia lo observado en el estudio realizado por Lopez-Benavides et al. (2007), cuando nos referimos a suciedad de patas, un factor que hay que tener en consideración son los caminos por donde transitan las vacas. Cuando éstos están asociados con un alto pasaje de animales y condiciones climáticas de bajas temperaturas y alta humedad, lo que les otorga la característica de barrocos; favorecen la contaminación de los caminos por bacterias ambientales (Lopez-Benavides, Williamson y Cursons, 2005). Por medio de la suciedad que recogen las patas cuando las vacas caminan, dicha contaminación bacteriana pasa a las patas y a través de éstas se puede transferir al lugar donde viven los animales (Lopez-Benavides et al., 2007). Coincidentemente, en nuestro estudio se dieron estas condicionantes: el camino entre el sistema de alojamientos y la sala de ordeño tenía un alto tránsito, todas las vacas incluidas en el ensayo pasaban por el mismo cuatro veces al día; y se llevó a cabo en su mayor parte en invierno, con las características de frío y humedad que esta estación presenta. Por lo tanto, habría que tener en cuenta, no sólo el lugar donde viven las vacas, sino también los caminos por donde transitan.

Podemos pensar que la variación de suciedad de patas observada puede estar relacionada con factores ambientales como las precipitaciones. A diferencia de lo que sucede para ubre, las patas tienen más que ver con el efecto de las lluvias porque son con las que caminan. Existe el preconceito de que, con respecto a la suciedad, el problema del barro es peor cuando éste se empieza a orear, cuando llueve se lava, pero cuando se empieza a secar se pega. Gracias a los datos proporcionados por la Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) del I.N.I.A. (2015), representados en la figura 10 en la sección “Anexo”, las semanas 4, 9, 10, 11, 12 y 14, en las cuales las vacas tenían las patas más limpias, coinciden o están próximas a las semanas donde aumentaron las precipitaciones, lo que apoya la idea de que cuando llueve se lava y por lo tanto disminuye la suciedad.

Nótese que, luego del aumento de precipitaciones de la semana 4, en el entorno de dos semanas después, se observó un aumento de la suciedad de patas en todos los alojamientos, en la semana 5 comenzó a subir, continuó en la semana 6 y alcanzó el máximo en la semana 7. También ocurrió luego de las lluvias de las semanas 9, 10 y 11, alrededor de tres semanas después, en la semana 13, en todos los tratamientos las vacas tuvieron otro incremento de suciedad en sus patas. Debido a que en nuestro caso no obtuvimos significancia estadística, la posible correlación observada entre la suciedad de patas y las precipitaciones con un desfase de hasta +3 semanas, requerirá futuras investigaciones para ser confirmada. Ésto explicaría el máximo de suciedad de patas de la semana 7. Afirmaría la idea de que cuando el barro se seca empeora la suciedad. Por lo tanto, demostraría que el esfuerzo de limpieza hay que intensificarlo de una a tres semanas después de las lluvias.

No hay relación estadísticamente significativa entre el score de suciedad de patas y la prevalencia de mastitis clínica. Por lo tanto, la suciedad de patas no influye en los casos de mastitis clínica. En el trabajo de investigación que realizaron Schreiner y Ruegg (2003), no encontraron asociación del score de suciedad de patas con la prevalencia de infección intramamaria causada por patógenos ambientales. A diferencia de nuestro trabajo, estos autores tuvieron en su objetivo el estudio de la mastitis subclínica. Trabajaron con ocho rebaños alojados en free-stalls. Y se basaron en el score de suciedad de patas de Schreiner y Ruegg (2002), distinto al usado por

nosotros para patas. Para estos autores, los posibles factores que influyen más en el score de suciedad de patas que en el de ubre son: los sistemas de manejo del estiércol, la frecuencia de limpieza de los pasillos del establo y la facilidad de movimiento del ganado; lo que complementa y reafirma la idea de la influencia de los caminos.

Sin embargo, la suciedad de patas no se puede descuidar, ya que por transferencia la suciedad puede pasar de las patas a la ubre, por ejemplo cuando los animales se echan y las patas tienen contacto con la ubre, y terminar repercutiendo indirectamente en la mastitis clínica.

Score de suciedad de ubre

Según Ruegg (2006), las ubres sucias (grados 3 y 4) deberían ser menores al 15 %. En el presente estudio, en un alto porcentaje de las evaluaciones para cada alojamiento las frecuencias de ubres sucias fueron superiores al 15 %, por lo que no se cumplió esta meta.

Todos los alojamientos también siguieron la misma variación de la suciedad de la ubre a lo largo del ensayo. Pero en relación a lo que ocurrió para la suciedad de las patas, hubo más diferencia entre los tratamientos que en general se mantuvo a lo largo de las semanas. Considerando los alojamientos de mayor porcentaje de vacas con ubre sucia se comportaron de forma similar las camas colectivas y el free-stall, ambos alojamientos techados. Los alojamientos con menor porcentaje de suciedad de ubre fueron la pradera y el corral de tierra, ambos no techados. Estas diferencias entre los tratamientos muestran que las camas colectivas y el free-stall afectan la suciedad de la ubre. La realidad de que en los alojamientos techados las vacas se ensucian más su ubre que en los no techados, muestra que, a diferencia de las patas, la suciedad de la ubre no está tan relacionada con el efecto de las lluvias sino que puede tener más relación con el manejo del ambiente donde se encuentra la vaca: por ejemplo la frecuencia de limpieza del lugar y la densidad de animales. En las camas colectivas y el free-stall había más densidad de animales que en la pradera y el corral de tierra y por lo tanto mayor probabilidad de que una vaca se eche encima de las heces de otra. Resultados similares se obtuvieron por Sjostrom et al. (2019), quienes observaron que las vacas que se encontraban en el alojamiento interior presentaban mayor suciedad de ubre que las alojadas en el exterior. En ese estudio se usó el score de suciedad de Reneau et al. (2005), diferente al utilizado para ubre en el presente trabajo. Dichos resultados también pudieron estar relacionados a la densidad de animales, siendo que el alojamiento interior tenía menos espacio por vaca comparado con el exterior. Mendina et al. (2023) también obtuvieron un efecto de los alojamientos sobre el score de suciedad de ubre, pero contrariamente a lo encontrado en nuestro estudio, los animales que se encontraban en el corral exterior de tierra resultaron con mayor suciedad. Los autores adjudicaron estos resultados a las condiciones barrosas producidas por la exposición a las lluvias sumado a un incremento de las deyecciones y del pisoteo de los animales debido a un mayor confinamiento. Cabe recordar que, en nuestro trabajo, en los días lluviosos las vacas eran llevadas a una pradera para evitar que pisotearan los corrales.

Por tanto, en el presente estudio, podemos considerar que las variaciones en el porcentaje de ubres sucias que se produjeron en el tiempo, tanto las disminuciones

de las semanas 5, 12 y 13 como el máximo de la semana 7, tuvieron más que ver con el manejo del ambiente y menos con las lluvias.

Si comparamos las variaciones de las frecuencias de la suciedad de ubre con las de la suciedad de patas tienen un comportamiento similar con una diferencia de una semana aproximadamente, lo que podría indicar que los animales primero se ensucian las patas y luego la ubre, ya que cuando las vacas se echan las patas toman contacto con la ubre y así lo hace la suciedad. En el estudio de Schreiner y Ruegg (2003) encontraron que el score de suciedad de ubre y el score de suciedad de patas estuvieron asociados significativamente. Ésto indicaría que la suciedad de ubre está influenciada por la suciedad de patas.

En todos los alojamientos la mayoría de los animales se mantuvieron la mayor parte del tiempo con las patas muy o extremadamente sucias y/o con la ubre sucia. No hay un alojamiento que se destaque donde las vacas pasen más tiempo sucias.

Como ya lo mencionamos en la discusión de mastitis clínica, la suciedad de ubre es el único indicador que tiene relación estadísticamente significativa con la prevalencia de mastitis clínica. Es decir, la suciedad de ubre influye en la mastitis clínica. Al comparar las gráficas de ambas variables (figuras 6 y 8), las variaciones en las frecuencias de suciedad de ubre son similares a las variaciones en las prevalencias de mastitis clínica con un desfase de una semana, aumenta la suciedad de ubre y una semana después se eleva la mastitis clínica. Es decir, hay máximos de suciedad de ubre seguidos de un máximo de mastitis clínica, como por ejemplo lo que se observa claramente en las semanas 7 y 8 respectivamente. Esta relación muestra que las vacas primero se ensucian la ubre y posteriormente se enferman de mastitis clínica. Por lo que decíamos que, el score de suciedad de ubre puede ser usado como un predictor de los casos de mastitis clínica.

De igual manera, en el estudio realizado por Breen, Green y Bradley (2009); también encontraron una asociación entre la suciedad de ubre y la mastitis clínica, utilizando el score de suciedad de ubre de Schreiner y Ruegg (2002), el mismo que toma como base el de Schreiner y Ruegg (2003), empleado por nosotros. Dicho trabajo se basó en ocho rebaños, de los cuales siete estaban alojados en cubículos (cuatro con cama de paja picada, uno con cama de arena, uno de aserrín y uno de papel) y uno en corral de paja. Estos autores determinaron que, factores de riesgo a nivel de la vaca como ubres muy sucias tienen una clara asociación con un mayor riesgo de desarrollar mastitis clínica en la lactancia. Por otro lado, con la salvedad de que Schreiner y Ruegg (2003) trabajaron sobre la mastitis subclínica, encontraron una relación significativa del score de suciedad de ubre con la prevalencia de infección intramamaria causada por patógenos ambientales, de manera similar a como nosotros encontramos con la mastitis clínica. La suciedad de ubre fue evaluada por el mismo score que en nuestro trabajo. Según estos autores, el tipo de superficie de descanso del free-stall y el tipo de material de cama que se coloca por encima probablemente tengan mayor influencia sobre el score de suciedad de ubre que sobre el score de suciedad de patas; lo que apoya la idea de que la suciedad de la ubre tiene más que ver con el manejo del ambiente donde vive la vaca, sobre todo donde se echa y apoya la ubre. Por el contrario, si bien Mendina et al. (2023) encontraron una tendencia del score de suciedad de ubre a estar relacionado con los indicadores de mastitis sólo en las vacas del corral de tierra que habían parido en otoño, no se obtuvo significancia

estadística en ninguno de los grupos como sí en nuestro estudio. En ese trabajo emplearon también el mismo score de suciedad de ubre que nosotros. A pesar de que los animales que se encontraban en el corral de tierra se ensuciaron más las ubres no alcanzaron una asociación significativa con la mastitis, lo que los autores atribuyen a la naturaleza compleja de la patología.

El score de suciedad de ubre es un indicador útil de lo que sucede en el ambiente, lo que nos puede servir para subsanar deficiencias en el manejo del ambiente donde viven las vacas como frecuencia de limpieza del lugar, frecuencia de recambio de materiales de cama, etc.; y permitir así prevenir la aparición de casos de mastitis clínica.

Score de suciedad de pezones

En el acompañamiento que hacen bastante juntos los diferentes alojamientos a la variación de la suciedad de pezones, ninguno de los alojamientos se destaca en el cual las vacas se ensucien más o menos los pezones.

No hay similitud de lo que sucede con el score de suciedad de pezones con los scores de suciedad de patas y de ubre. Ésto puede atribuirse a que la suciedad de los pezones es más dependiente del manejo en la sala de ordeño, la rutina de ordeño, el lavado previo de los pezones; y más independiente de las causas ambientales. Debido al lavado de los pezones que se realiza rutinariamente antes de cada ordeño en este establecimiento puede estar la ubre sucia y los pezones limpios. Por este motivo podemos pensar que si en el tambo se realiza un manejo adecuado de la rutina de ordeño, el score de suciedad de pezones no sería de mucha utilidad. En esas circunstancias adquiere más importancia el score de suciedad de ubre. Más aún, en la bibliografía recabada, se habla de score de suciedad de ubre, no de pezones.

A diferencia de lo que ocurre con la suciedad de las patas y de la ubre, el máximo de la semana 7 en cuanto a la suciedad de los pezones, podría estar relacionado entonces con un mal manejo de la rutina en la sala de ordeño, por ejemplo un lavado de los pezones inadecuado o ausente. El repentino mejoramiento de los resultados en la semana 8, podría explicarse por un posible llamado de atención que se hubiera hecho por el posible mal manejo realizado anteriormente. Habría un efecto manejo. Habla de la importancia de la rutina de ordeño.

No existió significancia estadística entre el score de suciedad de pezones y los casos de mastitis clínica. Por lo tanto, a pesar de que la suciedad de ubre tiene relación con la mastitis clínica, la variable de suciedad de pezones que incorporamos al estudio no tiene efecto sobre la patología.

Score de pezones:

Score de piel de los pezones

Según Mein et al. (2001) hasta el 5 % de piel de pezón agrietada se considera normal. Tres de los cuatro alojamientos presentaron altos porcentajes de datos que estuvieron por debajo del 5 %, sin embargo, para todos los tratamientos existieron máximos por

encima de la meta planteada. Por lo que, la piel de los pezones tuvo mayormente una variabilidad dentro de lo aceptable.

Esto puede deberse a que, si bien la mayor parte del ensayo se llevó a cabo en invierno y que el tiempo frío, húmedo y ventoso favorece el deterioro de la condición de la piel de los pezones, el correcto uso del sellado post-ordeño puede haber minimizado los efectos citados, ya que ayuda a mantener la integridad de la piel del pezón debido a que los selladores de pezones contienen agentes emolientes de la piel con la finalidad de proporcionar un beneficio acondicionador de la misma para hacer frente al clima duro o a los efectos de la máquina de ordeño (Hemling, 2002). Por lo tanto, la condición de la piel de los pezones tiene que ver, no sólo con las condiciones ambientales y el ordeño a máquina, sino también con la correcta aplicación y la calidad del producto utilizado para el sellado post-ordeño.

En nuestro trabajo ninguno de los alojamientos presentó un porcentaje sostenido de piel de pezón agrietada por encima de la meta durante el período considerado. Sjostrom et al. (2019) no obtuvieron diferencias de piel de pezón agrietada entre los alojamientos, lo que pudo deberse a que los tratamientos se encontraban bajo las mismas condiciones climáticas, de invierno, de igual manera que puede explicarse lo ocurrido en el presente estudio.

El máximo de la semana 7 lo podríamos relacionar con el máximo de precipitaciones de la semana 4.

En el presente trabajo, el análisis estadístico confirmó que la piel de los pezones no tiene relación con la prevalencia de mastitis clínica. En el estudio de Vissio, Pereyra, Lamberti, Bonetto y Larriestra (2020); llevado a cabo principalmente en otoño e invierno, el estado de la piel del pezón tampoco estuvo asociado al riesgo de mastitis clínica, con la salvedad de que las vacas evaluadas se encontraban en sistemas de producción semi-pastoriles.

Score de punta de los pezones

Hasta el 20 % de vacas con al menos una punta de pezón rugosa o en flor es normal (Mein et al., 2001). Debido a que un elevado porcentaje de los valores para cada tratamiento fueron superiores al 20 %, se puede decir que hubo un deterioro importante de las puntas de los pezones de las vacas de todos los alojamientos.

Los diferentes tipos de alojamiento se comportaron de manera similar. Es importante aclarar que en nuestro trabajo, ya al comienzo del mismo, tres de los tratamientos estudiados presentaban tetas rugosas o florecidas que fueron aumentando para todos los grupos, por lo que esta condición no presentó diferencias entre alojamientos a lo largo del período de estudio. Sjostrom et al. (2019), quienes se basaron en el score de Mein et al. (2001), el mismo utilizado en nuestro estudio; no encontraron diferencias de puntas de los pezones entre los alojamientos, lo que atribuyen a que estaban sometidos a las mismas condiciones climáticas, de igual manera que los animales en nuestro ensayo.

El comportamiento de las frecuencias de vacas con al menos una punta de pezón rugosa o en flor de todos los alojamientos a lo largo del ensayo puede explicarse

porque aproximadamente en la mitad del experimento se notó que la presión de vacío de la máquina ordeñadora estaba elevada, lo que evidentemente era la causa del desmejoramiento en alza de las puntas de los pezones observado. En la semana 11 fue regulado el vacío, lo que puede tener que ver con la disminución posterior de las frecuencias, aunque este tipo de lesión no suele remitir rápidamente. La elevación de los valores hacia el final del ensayo nos hace cuestionar la posibilidad de que la presión de vacío se haya visto alterada nuevamente, aunque esta eventualidad no fue comprobada. En el estudio de Kochman (2011), en el cual se evaluó la relación entre la sobre-presión de vacío y la salud de la punta del pezón, el autor encontró que el nivel de sobre-presión puede tener un efecto dramático sobre el score de pezones. Utilizando una escala de cuatro puntos, al igual que el presente estudio, a medida que aumentaba la sobre-presión de vacío aumentaban las puntas de los pezones rugosas o en flor. Lo que lo llevó a concluir que, esta relación del nivel de vacío con la salud de la punta del pezón, debe ser tomada en cuenta a la hora de configurar la máquina de ordeño.

La comparación de los datos al comienzo y al final del ensayo nos muestra que una vez que se genera una lesión en la punta de los pezones es difícil que se pueda revertir.

En nuestro estudio el análisis estadístico nos demostró que la punta de los pezones no influyó en la prevalencia de mastitis clínica. Ésto difiere de los resultados obtenidos por Breen et al. (2009), quienes hallaron una relación entre la punta de los pezones y la mastitis clínica. En ese estudio se utilizó el score de Neijenhuis et al. (2000), diferente al que usamos en el presente trabajo. Encontraron que, factores de riesgo a nivel del cuarto mamario como la hiperqueratosis de la punta del pezón estuvo asociada con la mastitis clínica, de manera que, el peor score de punta de pezón (hiperqueratosis muy severa) tuvo posibilidades significativas de desarrollar mastitis clínica.

CONCLUSIONES

-La prevalencia de mastitis clínica no tuvo relación con los tipos de alojamiento de vacas Holando en lactación estudiados: camas colectivas de caucho, corral de tierra, free-stall con camas de goma, y pradera.

-La prevalencia semanal de mastitis clínica tuvo variaciones durante los meses de julio, agosto, setiembre y octubre, independientemente del tipo de alojamiento.

-La suciedad de ubre tuvo relación con la prevalencia de mastitis clínica. En este estudio el score de suciedad de ubre actuó como predictor de los casos de mastitis clínica.

-Los alojamientos en las camas colectivas de caucho y el free-stall con camas de goma estuvieron asociados con la suciedad de ubre.

-La suciedad de patas, suciedad de pezones, piel de los pezones y punta de los pezones no tuvieron efecto sobre la prevalencia de mastitis clínica.

BIBLIOGRAFÍA

- Abe, N. (1999). The deeper the “mud”, the dirtier the udder. *Hoard's Dairyman*, 144, 439.
- Appleman, R.D. (1973). Subjective evaluation of teat canal anatomy. *Journal of Dairy Science*, 56(3), 411-413.
- Bakken, G. (1981). Relationships between udder and teat morphology, mastitis and milk production in norwegian red cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 31, 438-444.
- Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Lam, T.J.G.M., Beiboer, M.L., Benedictus, G., y Brand, A. (1998). Management practices associated with low, medium and high somatic cell counts in bulk milk. *Journal of Dairy Science*, 81(7), 1917-1927.
- Barkema, H.W., Van der Ploeg, J.D., Schukken, Y.H., Lam, T.J.G.M., Benedictus, G., y Brand, A. (1999). Management style and its association with bulk milk somatic cell count and incidence rate of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 82(8), 1655-1663.
- Bartlett, P.C., Miller, G.Y., Lance, S.E., y Heider, L.E. (1992). Managerial determinants of intramammary coliform and environmental streptococci infections in Ohio dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 75(5), 1241-1252.
- Baxter, K. (2015). Mastitis control in practice. En *British Mastitis Conference* (pp. 23-27). Taunton: Dairy Group.
- Blood, D.C., y Radostits, O.M. (1992). *Medicina veterinaria: libro de texto de las enfermedades del ganado vacuno, ovino, porcino, caprino y equino* (7ª ed., 2 Vol.). Madrid: Interamericana.
- Bobadilla, P.E., Salaberry, X., de Torres, E., César, D., y Huertas, S. (s.f.). *Buenas prácticas de manejo en establecimientos lecheros*. Recuperado de <https://bienestaranimal.org.uy/wp-content/uploads/2022/06/Cartilla-Lecheria.pdf>
- Bodoh, G.W., Battista, W.J., Schultz, L.H., y Johnston Jr, R.P. (1976). Variation in somatic cell counts in dairy herd improvement milk samples. *Journal of Dairy Science*, 59(6), 1119-1123.
- Boge, A. (1965). *Untersuchungen über verschiedene prädisponierende Faktoren für die Entstehung von Mastitiden* (Tesis). Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Breen, J.E., Green, M.J., y Bradley, A.J. (2009). Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. *Journal of Dairy Science*, 92(6), 2551-2561.
- Bronzo, V., Zanierato, A., Varano, R., y Moroni, P. (2009, enero). Monitoring of the efficacy of a Bio-hygienization treatment on the reduction of the microbial load in cubicles of an Italian herd. En *48th NMC Annual Meeting*. National Mastitis Council, Charlotte. Recuperado de http://www.aspenveterinaryresources.com/AspenVeterinaryResources/media/Aspen-Media/Aspen_SOP-Collection-of-Scientific-Papers.pdf
- Callejo, A. (2009). *Cow comfort: el bienestar de la vaca lechera*. Zaragoza: Servet.
- Chrystal, M.A., Seykora, A.J., y Hansen, L.B. (1999). Heritabilities of teat end shape and teat diameter and their relationships with somatic cell score. *Journal of Dairy Science*, 82(9), 2017-2022.
- Chrystal, M.A., Seykora, A.J., Hansen, L.B., Freeman, A.E., Kelley, D.H., y Healey, M.H. (2001). Heritability of teat-end shape and the relationship of teat-end shape with somatic cell score for an experimental herd of cows. *Journal of Dairy Science*, 84(11), 2549-2554.
- Cook, N.B. (2002, setiembre). The influence of barn design on dairy cow hygiene, lameness and udder health. En *Proceeding of the 35th annual conference American Association of Bovine Practitioners* (pp. 97-103). AABP, Madison.

- Cook, N.B. (s.f.). *Hygiene scoring card*. Recuperado de <http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/4hygiene/hygiene.pdf>
- Cook, N.B., Bennett, T.B., Emery, K.M., y Nordlund, K.V. (2001). Wisgraph®: Quantifying the contribution of non-lactating cow udder infection to the overall intramammary new infection rate on Wisconsin dairy farms. En *Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality* (pp. 121-125). AABP-NMC, Vancouver, Canadá.
- Cook, N.B., y Reinemann, D.J. (2007, enero). A tool box for assessing cow, udder and teat hygiene. En *46th Annual Meeting of the National Mastitis Council*. National Mastitis Council, San Antonio. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.179.2886&rep=rep1&type=pdf>
- Damián, J.P., y Ungerfeld, R. (2013). Indicadores de bienestar animal en especies productivas: una revisión crítica. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 21(2), 103-113.
- Dirección de Información y Estadísticas Agropecuarias. (2022). *Anuario Estadístico Agropecuario 2022*. Recuperado de https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2022/O_MGAP_Anuario_estadistico_2022-DIGITAL.pdf
- Down, P.M., Green, M.J., y Hudson, C.D. (2013). Rate of transmission and the cost of clinical mastitis. En *25th British Mastitis Conference* (pp. 15-16). Taunton: Dairy Group.
- Ebendorff, W., y Ziesack, J. (1991). Studies into reduction of milking vacuum (45-kPa) and its impact on teat stress, udder health as well as on parameters of milk-yield and milking. *Monatshefte Fur Veterinarmedizin*, 46(24), 827-831.
- Favretti, M., Moroni, P., Bronzo, V., Cavalli, S., y Zanierato, A. (2010, enero-febrero). Monitoring of the efficacy of a bio-hygienization treatment on the reduction of the microbial load in cubicles with mats of an Italian dairy herd. En *49th NMC Annual Meeting*. National Mastitis Council, Albuquerque. Recuperado de http://www.aspenveterinaryresources.com/AspenVeterinaryResources/media/Aspen-Media/Aspen_SOP-Collection-of-Scientific-Papers.pdf
- Galton, D.M., Adkinson, R.W., Thomas, C.V., y Smith, T.W. (1982). Effects of premilking udder preparation on environmental bacterial contamination of milk. *Journal of Dairy Science*, 65(8), 1540-1543.
- Giannechini, E. (2013). Mastitis (Definiciones, Epidemiología, Situación Nacional, Tratamientos). En *Curso de Enfermedades infecciosas* [Presentación en Powerpoint]. Montevideo: Facultad de Veterinaria, Universidad de la República.
- Godden, S., Bey, R., Lorch, K., Farnsworth, R., y Rapnicki, P. (2008). Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 151-159.
- Götze, R. (1951). Zur Bekämpfung der Euterentzündung des Rindes. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 58, 198-205.
- Graf, R. (1982). *Teat-end lesions caused by machine milking in cows* (Tesis de doctorado). Universität München.
- Guterbock, W.M. (1984). Practical aspects of mastitis control in large dairy herds. II. Milking hygiene. *The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 6(11), s651-s658.
- Hamann, J. (1987). Effect of machine milking on teat end condition – A literature review. *Bulletin of the International Dairy Federation*, (215), 33-49.
- Hamann, J. (1991). Milking hygiene, milking and mastitis. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, 11(5), 260-264.

- Hemling, T.C. (s.f.). *Un muro natural contra la mastitis*. Recuperado de www.agromundo.com.mx/art1.html
- Hemling, T.C. (2002). Teat condition – Prevention and cure through teat dips. En *Proceedings of the British Mastitis Conference* (pp. 1-14). Institute for Animal Health/Milk Development Council, Brockworth.
- Hodgson, A.S., Murdock, F.R., y Hillers, J.K. (1980). Effect of teat-end shape on milking rate and udder health. *Journal of Dairy Science*, 63(1), 118.
- Hogan, J.S., González, R.N., Harmon, R.J., Nickerson, S.C., Oliver, S.P., Pankey, J.W., y Smith, K.L. (1999). *Laboratory handbook on bovine mastitis* (Rev.). Madison: National Mastitis Council Inc.
- International Dairy Federation. (2011). Suggested interpretation of mastitis terminology (revision of Bulletin of IDF N° 338/1999). *Bulletin of the International Dairy Federation*, (448), 21. Recuperado de https://fil-idf.org/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2011/03/Bulletin-of-the-IDF-No.-448_2011-Suggested-Interpretation-of-Mastitis-Terminology-revision-of-Bulletin-of-IDF-N%C2%B0-338_1999-1-fdvlh1.pdf
- Jahnke, H.D. (1954). *Beiträge zur pathogenese und pathologischen anatomie der euterentzündungen unter besonderer berücksichtigung der zu melbarkeitsstörungen führenden veränderungen* (Tesis). Freie Universität Berlin.
- Johansson, J. (1957). Investigation on variation in udder and teat shape in cows. *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, 70, 233-270.
- Johnson, A.P. (1992). Mastitis control without a slap in the face. *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*, 24, 146.
- Khaita, M.L., Wittum, T.E., Smith, K.L., Henderson, J.L., y Hoblet, K.H. (2000). Herd characteristics and management practices associated with bulk-tank somatic cell counts in herds in official Dairy Herd Improvement Association programs in Ohio. *American Journal of Veterinary Research*, 61(9), 1092-1098.
- Kochman, A.K. (2011). The effects of over-pressure on teat end health. En *National Mastitis Council, 50th Annual Meeting*. Arlington. Recuperado de <https://laurenagrisystems.com/wp-content/uploads/2019/08/8.-Effects-of-Over-Pressure.pdf>
- Krüger, W. (1953). Begünstigen bestimmte Zitzen- und Euterformen die Ausbildung von Euterentzündung beim Rinde? *Tierärztliche Umschau*, 8, 432-436.
- Lacy-Hulbert, J. (1998). Physical characteristics of the teat canal and the relationship with infection. En *37th NMC Annual Meeting* (pp. 54-61). National Mastitis Council, St. Louis.
- Lopez-Benavides, M.G., Williamson, J.H., y Cursons, R.T. (2005). Associations between *Streptococcus uberis* populations on farm races and climatic changes during a twelve-month period. *Proceedings New Zealand Society of Animal Production*, 65, 153-156.
- Lopez-Benavides, M.G., Williamson, J.H., Pullinger, G.D., Lacy-Hulbert, S.J., Cursons, R.T., y Leigh, J.A. (2007). Field observations on the variation of *Streptococcus uberis* populations in a pasture-based dairy farm. *Journal of Dairy Science*, 90(12), 5558-5566.
- McCrory, J. (1976). Do cows' tails help to cause mastitis? *Journal of Agriculture*, 74, 341.
- McEwen, A.D., y Cooper, M.B. (1947). Bovine mastitis. *The Veterinary Record*, 59(48), 655-664.
- Mein, G.A., Neijenhuis, F., Morgan, W.F., Reinemann, D.J., Hillerton, J.E., Baines, J.R., ... Hemling, T. (2001, setiembre). Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 1. Non-infectious factors. En *Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality* (pp. 347-351). AABP-NMC, Vancouver. Recuperado de

https://www.researchgate.net/profile/Eric_Hillerton/publication/237767923_Evaluation_of_Bovine_Teat_Condition_in_Commercial_Dairy_Herds_1_Non-Infectious_Factors/links/00b495289ed4d73f70000000/Evaluation-of-Bovine-Teat-Condition-in-Commercial-Dairy-Herds-1-Non-Infectious-Factors.pdf

- Mein, G.A., y Thompson, P.D. (1993). Milking the 30,000-pound herd. *Journal of Dairy Science*, 76(10), 3294-3300.
- Mendina, G.R., Damián, J.P., Meikle, A., Chilbroste, P., Bentancur, O., y Adrien, M. de L. (2023). Udder hygiene and mastitis indicators in contrasting environmental conditions during half-time confinement in pasture-based dairy systems. *Animals*, 13, 1544-1554.
- Michel, G., Seffner, W., y Schulz, J. (1974). Hyperkeratosis of teat duct epithelium in cattle. *Monatsheft für Veterinärmedizin*, 29(15), 570-574.
- National Mastitis Council. (2007). *Guidelines for evaluating teat skin condition*. Recuperado de <http://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2016/09/Guidelines-for-Evaluating.pdf>
- National Mastitis Council. (2011). *Preguntas sobre calidad de la leche*. Recuperado de <http://www.nmconline.org/trans/elLecheroContEnv.pdf>
- Neave, F.K., Dodd, F.H., y Kingwill, R.G. (1966). A method of controlling udder disease. *The Veterinary Record*, 78(15), 521-523.
- Neijenhuis, F., Barkema, H.W., Hogeveen, H., y Noordhuizen, J.P.T.M. (2000). Classification and longitudinal examination of callused teat ends in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83(12), 2795-2804.
- Neijenhuis, F., Barkema, H.W., Hogeveen, H., y Noordhuizen, J.P.T.M. (2001a). Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 84(12), 2664-2672.
- Neijenhuis, F., de Koning, K., Barkema, H., y Hogeveen, H. (2001b). The effects of machine milking on teat condition. En International Committee for Animal Recording (Ed.), *Physiological and technical aspects of machine milking* (pp. 33-40). Roma: International Committee for Animal Recording.
- Neijenhuis, F., Mein, G.A., Britt, J.S., Reinemann, D.J., Hillerton, J.E., Farnsworth, R., ... Timms, L. (2001c, setiembre). Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: 4. Relationship between teat-end callosity or hyperkeratosis and mastitis. En 2° *Proceedings of the International Symposium on Mastitis and Milk Quality* (pp. 362-366). AABP-NMC. Vancouver. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Eric_Hillerton/publication/242418581_Evaluation_of_bovine_teat_condition_in_commercial_dairy_herds_4_Relationship_between_teat-end_callosity_or_hyperkeratosis_and_mastitis/links/00463529406bb95f5f000000/Evaluation-of-bovine-teat-condition-in-commercial-dairy-herds-4-Relationship-between-teat-end-callosity-or-hyperkeratosis-and-mastitis.pdf
- Nickerson, S.C. (1994). Bovine mammary gland: structure and function; relationship to milk production and immunity to mastitis. *Agri-Practice*, 15(6), 11-18.
- O'Shea, J. (1987). Machine milking factors affecting mastitis – A literature review. *Bulletin of the International Dairy Federation*, (215), 5-32.
- Pankey, J.W. (1989). Premilking udder hygiene. *Journal of Dairy Science*, 72(5), 1308-1312.
- Peeler, E.J., Green, M.J., Fitzpatrick, J.L., Morgan, K.L., y Green, L.E. (2000). Risk factors associated with clinical mastitis in low somatic cell count british dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 83(11), 2464-2472.
- Philpot, W., y Nickerson, S. (1992). *Mastitis: el contra ataque*. Naperville: Surge International Babson Brothers Co.

- Pohl, A. (1956). Züchterische Masznahmen zur Euterverbesserung. *Förderungsdienst*, 4, 15-20.
- R Foundation. (2021). *R: A language and environment for statistical computing* (R version 4.1.2) [Software]. Viena: R Foundation. Recuperado de <https://www.R-project.org/>
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C., y Hinchcliff, K.W. (2002). Mastitis. En *Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino* (9ª ed., Vol. 1, pp. 711-829). Madrid: McGraw-Hill – Interamericana.
- Rasmussen, M.D. (1993). Influence of switch level of automatic cluster removers on milking performance and udder health. *Journal of Dairy Research*, 60, 287-297.
- Rathore, A.K. (1977). Teat shape and production associated with opening and prolapse of the teat orifice in friesland cows. *British Veterinary Journal*, 133(3), 258-262.
- Reneau, J.K., Seykora, A.J., Heins, B.J., Bey, R.F., y Farnsworth, R.J. (2003, enero). Relationship of cow hygiene scores and SCC. En *Annual Meeting-National Mastitis Council Incorporated* (pp. 362-363). Madison: National Mastitis Council.
- Reneau, J.K., Seykora, A.J., Heins, B.J., Endres, M.I., Farnsworth, R.J., y Bey, R.F. (2005). Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(8), 1297-1301.
- Ruegg, P.L. (2002). *Udder hygiene scoring chart*. Recuperado de <https://milkquality.triforce.cals.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/212/2011/09/udder-hygiene-chart.pdf>
- Ruegg, P.L. (2006). The role of hygiene in efficient milking. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 18, 285-293.
- Ruegg, P.L. (2012). New perspectives in udder health management. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 28(2), 149-163.
- Ruegg, P.L., y Reinemann, D. (2005). *Teat condition scoring chart*. Recuperado de <https://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/212/2011/09/TEAT-CONDITION-SCORING-CHART.pdf>
- Schreiner, D.A., y Ruegg, P.L. (2002). Effects of tail docking on milk quality and cow cleanliness. *Journal of Dairy Science*, 85(10), 2503-2511.
- Schreiner, D.A., y Ruegg, P.L. (2003). Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 86(11), 3460-3465.
- Schukken, Y.H., Tikofsky, L.L., y Zadocks, R.N. (2005). Environmental control for mastitis prevention, milk quality and food safety. En H. Hogeveen (Ed.), *Mastitis in Dairy Production Current Knowledge and Future Solutions* (pp. 109-114). Wageningen: Academic Publishers.
- Seykora, A.J., y McDaniel, B.T. (1985). Heritabilities of teat traits and their relationships with milk yield, somatic cell count, and percent two-minute milk. *Journal of Dairy Science*, 68(10), 2670-2683.
- Shearn, M. (s.f.). *Chaps*. Recuperado de <https://www.nmconline.org/project/chaps-3/>
- Shearn, M.F.H., y Hillerton, J.E. (1996). Hyperkeratosis of the teat duct orifice in the dairy cow. *Journal of Dairy Research*, 63, 525-532.
- Sieber, R.L., y Farnsworth, R.J. (1981). Prevalence of chronic teat-end lesions and their relationship to intramammary infection in 22 herds of dairy cattle. *Journal the American Veterinary Medical Association*, 178(12), 1263-1267.
- Sjostrom, L.S., Heins, B.J., Endres, M.I., Moon, R.D., y Sorge, U.S. (2019). Effects of winter housing system on hygiene, udder health, frostbite, and rumination of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 10606-10615.
- Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) (2015). Recuperado de <http://www.inia.uy/GRAS/>

- Vissio, C., Pereyra, M., Lamberti, M., Bonetto, C., y Larriestra, A. (2020). Mastitis en vacas Holstein y factores asociados en tambos de Córdoba, Argentina. *Revista Veterinaria*, 31(2), 120-125.
- Ward, W.R., Hughes, J.W., Faull, W.B., Cripps, P.J., Sutherland, J.P., y Sutherst, J.E. (2002). Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. *Veterinary Record*, 151(7), 199-206.
- Williams, D.M., y Mein, G.A. (1985). The role of machine milking in the invasion of mastitis organisms and implications for maintaining low infection rates. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 37(4), 415-424.

ANEXO

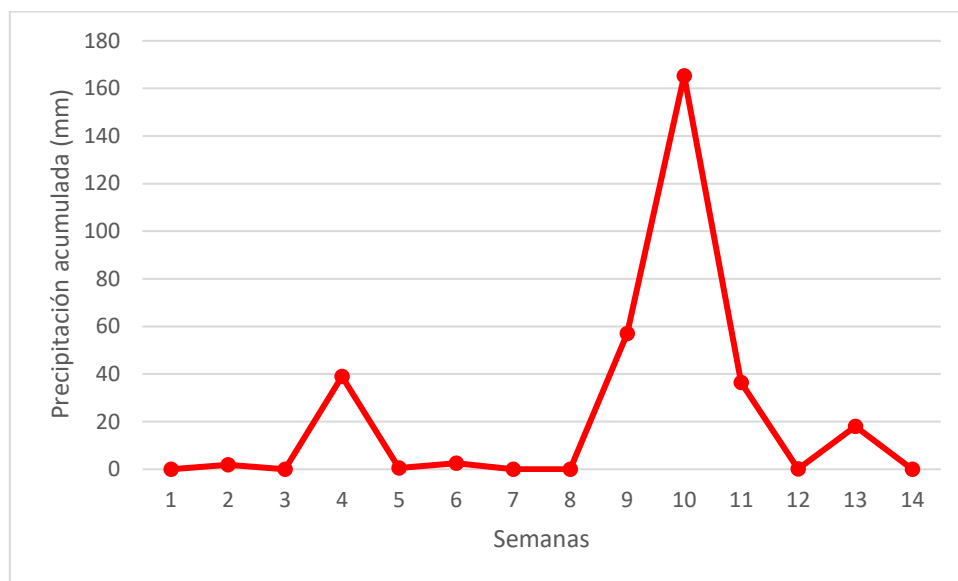


Figura 12. Precipitación acumulada.