

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**Evaluación del grado de conductividad eléctrica por medio de Draminski 4Q como
método de detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros de la raza Holstein,
Arequipa**

Tesis presentada por la Bachiller:

Brito Alfonzo, Andrea Daniela

ORCID: 0009-0007-1635-6879

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario y Zootecnista

Asesor:

Dr. Reátegui Ordóñez, Juan Eduardo

ORCID: 0000-0001-6359-3999

Arequipa – Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 31 de Agosto del 2024

Dictamen: 011342-C-EPMVZ-2024

Visto el borrador del expediente 011342, presentado por:

2019120012 - BRITO ALFONZO ANDREA DANIELA

Titulado:

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA POR MEDIO DE DRAMINSKI 4Q
COMO MÉTODO DE DETECCIÓN DE MASTITIS SUBCLÍNICA EN BOVINOS LECHEROS DE LA
RAZA HOLSTEIN, AREQUIPA**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

**29486382 - CUADROS MEDINA SANTIAGO BALTAZAR
DICTAMINADOR**



**16423061 - FERNANDEZ FERNANDEZ FERNANDO
DICTAMINADOR**



**29595150 - NEIRA HUAMANI MARCOS LEANDRO
DICTAMINADOR**



Evaluación del grado de conductividad eléctrica por medio de Draminski 4Q como método de detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros de la raza Holstein, Arequipa

INFORME DE ORIGINALIDAD

28%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	2%
3	333shopcdn-19890.kxcdn.com Fuente de Internet	2%
4	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	2%
5	sites.google.com Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	digi.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%
8	rraae.cedia.edu.ec Fuente de Internet	1%

Dedicatoria

A mí, porque con amor y mucho orgullo finalizo una etapa que parecía inalcanzable y que llevaré conmigo muchos recuerdos hermosos llenos de gratitud comprometiéndome a seguir preparándome académicamente y dar siempre lo mejor de mí, respetar y honrar la profesión con excelencia, ética y servicio.



Agradecimientos

A Dios por todas sus bendiciones y colocar en mi camino a las personas correctas que han sido luz en muchos momentos de oscuridad contribuyendo en mi formación y apoyo para lograr esta meta tan anhelada.

Con todo mi amor a mi amada madre Madelen Cristina Alfonzo por tus palabras de aliento a pesar de la distancia, eres mi motor y tu apoyo ha sido esencial en cada logro que he alcanzado, gracias por tu amor incondicional y por ese corazón tan lleno de bondad y amor, te amo y te agradezco desde lo más profundo de mi corazón.

A mis hermanas Stephanie, Michelle y Marghils les expreso mi entera gratitud de manera sincera por cuidar de mamá y papá mientras yo estoy lejos, a pesar de todas las dificultades y siempre estar ahí cuidando de nuestra familia ¡las quiero mucho!

Agradezco también a mi fiel compañero Teodoro Alfonsín que ha sido mi consuelo y alegría en todo este viaje. En las noches de traspaso su compañía y su habilidad para brindarme alegrías y cariño sincero aliviando el estrés y muchos momentos de soledad.

Un sincero agradecimiento a mi asesor el Dr. Cs. MVZ. Juan Eduardo Reategui Ordoñez por tomarse el tiempo y compromiso en ser mi guía en la elaboración de este presente trabajo de investigación, por toda su excelente enseñanza académica y profundo respeto y amor por el aprendizaje.

A la Dra. Brenda Kiara Baylon Baylon por su paciencia y apoyo en la orientación de esta investigación, mis mejores deseos para usted en sus futuros proyectos.

Al Dr. Larry Antonio Valles Chirinos por su apoyo incondicional en momentos tan desafiantes en mi estadía en Perú, por abrirme las puertas de su clínica veterinaria y brindarme sus conocimientos, pero sobre todo su amistad, sin su apoyo este viaje hubiera sido mucho más difícil que Dios le bendiga siempre.

Al Dr. José Luis Revilla por contribuir en la elaboración de este proyecto y por las oportunidades de enseñanzas y alegrías brindadas.

Al fundo Mis Tres Tesoros por permitir la realización de este proyecto.

A mi alma mater, la Universidad Católica de Santa María.

Gracias.

RESUMEN

Esta investigación se ejecutó en el distrito de Majes, Arequipa, con el objetivo de evaluar el grado de conductividad eléctrica por medio de DRAMINSKI 4Q como método de detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros. Para la ejecución de este estudio, se utilizaron 120 vacas de la raza Holstein, de las cuales se obtuvieron los grados de conductividad eléctrica en leche por cuarto mamario (cuarto anterior izquierdo – CAI, cuarto anterior derecho – CAD, cuarto posterior izquierdo – CPI y cuarto posterior derecho CPD) utilizando el equipo detector de mastitis Draminski 4Q al momento del ordeño, caracterizándose según el número de lactancia (1^a, 2^a, 3^a y 4^a lactancia) y días en leche, DEL (0-101, 102-203, 204-305), registrando una serie de lecturas por semana en un total de tres semanas de estudio. Los resultados de conductividad eléctrica fueron en el CAI durante la primera semana de $446,53 \pm 101,23$ mS/cm; $472,29 \pm 105,97$ mS/cm y $455,17 \pm 125,97$ mS/cm en la segunda y tercera semana respectivamente. La conductividad eléctrica en el CAD fue de $436,93 \pm 102,39$ mS/cm en la primera semana; de $472,02 \pm 115,83$ mS/cm en la segunda y de $453,77 \pm 119,59$ mS/cm en la tercera semana. En la primera semana el CPI obtuvo un grado de conductividad eléctrica de $463,05 \pm 115,66$ mS/cm; $485,17 \pm 117$ mS/cm en la segunda y de $470 \pm 101,93$ mS/cm en la tercera semana. La conductividad eléctrica en el CPD arrojó los valores de $455,13 \pm 105,33$ mS/cm; $474,79 \pm 101,85$ mS/cm y $475,88 \pm 119,89$ mS/cm en la primera, segunda y tercera semana respectivamente. A la interpretación de los grados de conductividad eléctrica se manifiesta que, el porcentaje de CAI afectados e identificados con mastitis subclínica en la primera semana fue de 0,84% incrementando a 2,52% en la segunda semana y 4,20% en la tercera semana. El porcentaje de afectación para el CAD fue de 4,20% manteniéndose constante en la segunda semana y en aumento para la tercera semana con 5,88%. El CPI tuvo un grado de afectación de 0,84% en la primera semana de evaluación, ascendiendo a 1,68% en la segunda semana y continuando con la tendencia de incremento en la tercera semana con 3,36% de CPI afectados por mastitis subclínica. El porcentaje de casos positivos para mastitis subclínica en CPD fue del 3,36% en las tres semanas de evaluación. Al evaluar el grado de conductividad eléctrica por medio de Draminski 4Q en bovinos lecheros se puede determinar que los cuartos más afectados por mastitis subclínica son los cuartos anteriores el CAI con 4,20% y el CAD con 5,89%.

Palabras clave: conductividad eléctrica, leche, mastitis, bovino

ABSTRACT

This research was carried out in the district of Majes, Arequipa, with the aim of evaluating the degree of electrical conductivity by means of DRAMINSKI 4Q as a method of detecting subclinical mastitis in dairy cattle. For the execution of this study, 120 cows of the Holstein breed were used, of which the degrees of electrical conductivity in milk were obtained per mammary quarter (left anterior fourth - CAI, right anterior fourth - CAD, left posterior fourth - CPI and right posterior fourth CPD) using the Draminski 4Q mastitis detector equipment at the time of milking, characterized by the number of lactation (1a, 2a, 3a and 4a lactation) and days in milk, DEL (0-101, 102-203, 204-305), recording a series of readings per week in a total of three weeks of study. Electrical conductivity results were in the CAI during the first week of 446.53 101.23 mS/cm; 472.29 105.97 mS/cm and 455.17 125.97 mS/cm in the second and third weeks respectively. The electrical conductivity in the CAD was 436.93 102.39 mS/cm in the first week; 472.02 115.83 mS/cm in the second and 453.77 119.59 mS/cm in the third week. In the first week the CPI obtained an electrical conductivity grade of 463.05 115.66 mS/cm; 485.17 117 mS/cm in the second and 470 101.93 mS/cm in the third week. The electrical conductivity in the CPD yielded the values of 455.13 105.33 mS/cm; 474.79 101.85 mS/cm and 475.88 119.89 mS/cm in the first, second and third weeks respectively. According to the interpretation of the electrical conductivity grades, the percentage of CAI affected and identified with subclinical mastitis in the first week was 0.84% increasing to 2.52% in the second week and 4.20% in the third week. The percentage of affectation for CAD was 4.20% remaining constant in the second week and increasing for the third week with 5.88%. The CPI had a degree of involvement of 0.84% in the first week of evaluation, amounting to 1.68% in the second week and continuing with the trend of increase in the third week with 3.36% of CPI affected by subclinical mastitis. The percentage of positive cases for subclinical mastitis in CPD was 3.36% in the three weeks of evaluation. When evaluating the degree of electrical conductivity by means of Draminski 4Q in dairy cattle it can be determined that the quarters most affected by subclinical mastitis are the previous quarters the CAI with 4.20% and the CAD with 5.89%.

Keywords: electrical conductivity, milk, mastitis, bovine

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I 1

1. INTRODUCCIÓN 2

1.1. Enunciado del Problema 2

1.2. Descripción del problema 2

1.3. Justificación del trabajo 3

1.3.1. Aspecto general..... 3

1.3.2. Aspecto tecnológico..... 3

1.3.3. Aspecto social. 4

1.3.4. Aspecto económico..... 4

1.3.5. Importancia 5

1.4. Objetivos 6

1.4.1. Objetivo general..... 6

1.4.2. Objetivos específicos 6

1.5. Hipótesis 6

CAPÍTULO II 7

2. MARCO TEORICO 8

2.1. Análisis bibliográfico..... 8

2.1.1. Anatomía de la glándula mamaria 8

2.1.2. Sistema secretor de la leche y conductos 13

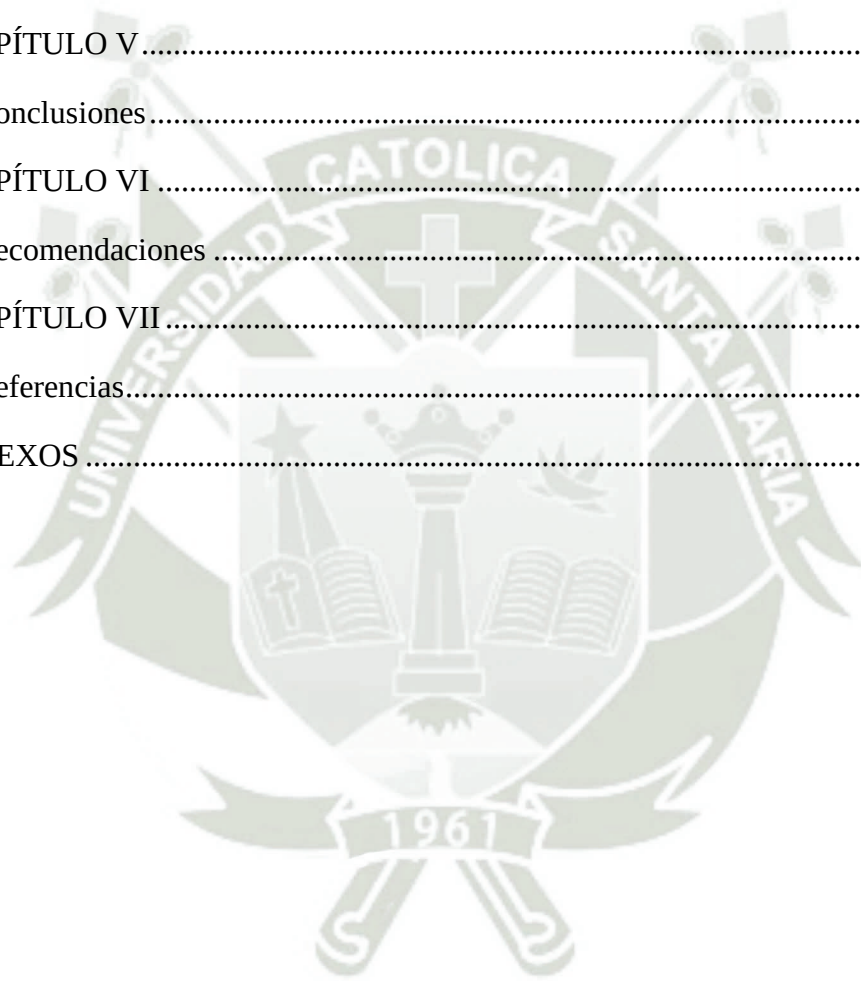
2.1.3. Irrigación 14

2.1.4. Sistema linfático 15

2.1.5. Inervación de la ubre 15

2.1.6. Desarrollo de la glándula mamaria.....	16
2.1.7. Curva de lactancia	20
2.1.8. Mastitis clínica	22
2.1.9. Mastitis subclínica.....	23
2.1.10 Etiología	24
2.1.11. Patogénesis	26
2.1.12. Transmisión de varios tipos de organismos de la mastitis	28
2.1.13. Diagnóstico de la mastitis.....	29
2.1.14. La conductividad eléctrica como técnica diagnóstica de mastitis.....	31
2.1.14.1. Dispositivo detector de mastitis subclínica DRAMINSK 4Q.....	32
2.1.15. Factores predisponentes a mastitis subclínicas	35
2.2. Antecedentes de investigación.....	38
2.2.1. Análisis de tesis	38
2.2.2. Análisis de trabajos de investigación.....	44
CAPÍTULO III.....	47
3. MATERIALES Y METODOS	48
3.1. Materiales.....	48
3.1.1. Localización del trabajo.....	48
3.1.2. Materiales biológicos	48
3.1.3. Materiales de campo	48
3.1.4. Materiales de escritorio.....	48
3.1.5. Equipos y maquinarias.....	48
3.2. Métodos	49
3.2.1. Muestreo	49
3.2.2. Métodos de evaluación	50
3.3. Variables de respuesta	53
3.3.1. Variables independientes	53

3.3.2. Variables dependientes	53
3.4. Evaluación estadística.....	54
3.4.1. Diseño Experimental.....	54
3.4.2. Análisis estadísticos	54
CAPÍTULO IV	56
4. RESULTADOS Y DISCUSION	57
CAPÍTULO V.....	97
5. Conclusiones.....	98
CAPÍTULO VI	99
6. Recomendaciones	100
CAPÍTULO VII.....	101
7. Referencias.....	102
ANEXOS	109



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía de la glándula mamaria de la vaca.....	11
Figura 2. Los alveolos y conductos que forman el sistema secretor de leche	14
Figura 3. Representación esquemática de las etapas del desarrollo de la glándula mamaria	17
Figura 4. La producción de leche y el ciclo reproductivo se encuentran estrechamente ligados.....	19
Figura 5. Típica curva de lactancia de acuerdo al numero de lactancia en vacas Holstein	20
Figura 6. Reflejo de liberación de la leche	21
Figura 7. Desarrollo de la mastitis y de la defensa de la vaca contra la infección	27
Figura 8. Principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño	28
Figura 9. Modelo; 4x4 Q MAST	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Grado de conductividad eléctrica registrada (mS/cm) en las vacas evaluadas	57
Tabla 02. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la primera semana. ..	60
Tabla 03. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la segunda semana...	61
Tabla 04. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la segunda semana...	62
Tabla 05. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de primera lactancia ..	66
Tabla 06. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de primera lactancia durante la primera semana.....	67
Tabla 07. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de primera lactancia durante la segunda semana.	67
Tabla 08. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de primera lactancia durante la segunda semana.	67
Tabla 09. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de segunda lactancia.	69
Tabla 10. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la primera semana.....	70
Tabla 11. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la segunda semana.	71
Tabla 12. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la tercera semana.	72
Tabla 13. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de tercera lactancia....	73
Tabla 14. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la primera semana.....	74
Tabla 15. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la segunda semana.	75

Tabla 16. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la tercera semana.	76
Tabla 17. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de cuarta lactancia.	77
Tabla 18. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la primera semana.	78
Tabla 19. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la segunda semana.	79
Tabla 20. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la tercera semana.	80
Tabla 21. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de 0-101 días en leche (DEL).	83
Tabla 22. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la primera semana.	84
Tabla 23. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la segunda semana.	85
Tabla 24. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la tercera semana.	86
Tabla 25. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de 102-203 días en leche (DEL).	87
Tabla 26. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la primera semana.	88
Tabla 27. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la segunda semana.	89
Tabla 28. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la tercera semana.	90

Tabla 29. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de 204-305 días en leche (DEL).....	91
Tabla 30. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la primera semana.....	92
Tabla 31. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la segunda semana.	93
Tabla 32. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la tercera semana.	94



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 01. Conductividad eléctrica registrada en las vacas evaluadas durante la primera semana.	58
Gráfico 02. Conductividad eléctrica registrada en las vacas evaluadas durante la segunda semana.	58
Gráfico 03. Conductividad eléctrica registrada en las vacas evaluadas durante la tercera semana.	59
Gráfico 04. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la primera semana	60
Gráfico 05. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la segunda semana	61
Gráfico 06. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la tercera semana..	62
Gráfico 07. Porcentaje de cuartos afectados según posición anatómica durante las tres semanas de estudio en base al grado de conductividad eléctrica.	63
Gráfico 8. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de primera lactancia durante la primera, segunda y tercera semana.	68
Gráfico 09. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la primera semana.	70
Gráfico 10. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la segunda semana.	71
Gráfico 11. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la tercera semana.	72
Gráfico 12. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la primera semana.	74
Gráfico 13. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la segunda semana.	75

Gráfico 14. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la tercera semana.	76
Gráfico 15. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la primera semana.	78
Gráfico 16. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la segunda semana.	79
Gráfico 17. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la tercera semana.	80
Gráfico 18. Mastitis subclínica detectada por conductividad eléctrica en vacas según número lactancia.	81
Gráfico 19. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la primera semana.	84
Gráfico 20. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la segunda semana.	85
Gráfico 21. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la tercera semana.	86
Gráfico 22. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la primera semana.	88
Gráfico 23. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la segunda semana.	89
Gráfico 24. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la tercera semana.	90
Gráfico 25. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la primera semana.	92
Gráfico 26. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la segunda semana.	93

Gráfico 27. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la tercera semana. 94

Gráfico 28. Mastitis subclínica detectada por conductividad eléctrica en vacas según días en leche (DEL)..... 95



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 01. Calibración del dispositivo con agua	51
Fotografía 02. Toma de muestra de leche de cada cuarto	51
Fotografía 03. Lecturas obtenidas de los cuatro cuartos de una vaca en el dispositivo Draminski 4Q	52
Fotografía 04. Anotación de las lecturas obtenidas en el registro de muestreo.....	52





CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Enunciado del Problema

“Evaluación del grado de conductividad eléctrica por medio de Draminski 4Q como método de detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros de la raza Holstein, Arequipa”

1.2. Descripción del problema

La mastitis se define como la inflamación de la glándula mamaria que generalmente se presenta como una respuesta a la invasión por microorganismos y se caracteriza por lesiones en el epitelio glandular, seguido por una inflamación clínica o subclínica, pudiendo presentarse con cambios patológicos localizados o generalizados, dependiendo de la magnitud de la lesión, esto influye directamente en la cantidad de leche producida por la vaca.

Si no se diagnostica a tiempo y no se inicia un tratamiento en mastitis clínica o un programa de control en mastitis subclínica, puede cronificarse y afectar directamente sobre los niveles de producción de la leche además de provocar un deterioro del estado del animal, que obligue a su sacrificio, o su retiro de la producción.

La denominación de mastitis subclínica hace referencia a que, a pesar de la existencia de infección en la ubre, no existen cambios externos visibles que manifiesten la condición patológica en el animal ni alteren las características composicionales de la leche producida. La mastitis subclínica evoluciona sin signos inflamatorios externos, pero si afecta sobre los niveles de leche producida, reduciendo la producción hasta niveles de 48% en los cuartos afectados.

Dado que, al no ser detectada, la mastitis subclínica constituye un riesgo sanitario para las vacas en producción y que, una gran proporción de las glándulas afectadas no se identifican fácilmente por palpación manual de la ubre ni por el examen visual con la copa de fondo oscuro, es necesario encontrar nuevas tecnologías que permitan el diagnóstico en campo y permita identificar el grado infección subclínica.

La evaluación del grado de conductividad eléctrica como método de detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros permitirá una rápida detección de estados subclínicos de inflamación de la ubre de una gran cantidad de vacas, directamente en el establo durante el ordeño. Lo que permitirá tomar las correspondientes acciones profilácticas para limitar el paso de la enfermedad a su estado clínico.

1.3. Justificación del trabajo

1.3.1. Aspecto general

La mastitis subclínica es un problema significativo en la industria de la producción lechera, ya que puede pasar desapercibida en las inspecciones visuales rutinarias y afectar tanto la cantidad como la calidad de la leche producida. Los métodos tradicionales de detección, como el California Mastitis Test (CMT) y el recuento de células somáticas (SCC), presentan limitaciones en términos de sensibilidad y especificidad.

En virtud de la importancia de abordar la problemática de la mastitis subclínica en la producción lechera, considerando las limitaciones de los métodos de detección actuales y la prometedora utilidad de la conductividad eléctrica como una alternativa efectiva. Se busca mejorar la detección temprana de la enfermedad, reducir pérdidas económicas para los productores, contribuir al bienestar animal y fomentar la innovación en la industria agropecuaria, lo que justifica su realización.

1.3.2. Aspecto tecnológico

El presente trabajo de investigación radica en la necesidad de adoptar tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y la precisión en la detección de mastitis subclínica en la industria ganadera. La tecnología de medición de conductividad eléctrica, en este caso representada por el dispositivo Draminski, ofrece ventajas en términos de rapidez, portabilidad y capacidad de detección temprana de esta enfermedad, lo que supera las limitaciones de los métodos tradicionales. La aplicación exitosa de esta tecnología no solo puede reducir las pérdidas económicas asociadas con la mastitis subclínica, sino que también impulsaría la

modernización y la competitividad de la producción lechera, estableciendo un marco tecnológico más sólido y sostenible para el sector ganadero en su conjunto.

1.3.3. Aspecto social.

La mastitis subclínica no solo afecta la rentabilidad de los productores de leche, sino que también tiene un impacto en la disponibilidad y asequibilidad de productos lácteos para la población en general. Al mejorar la detección y, por lo tanto, la gestión de esta enfermedad, la tesis contribuirá a la sostenibilidad económica de los productores, lo que a su vez podría mantener o incluso reducir los precios de los productos lácteos en el mercado. Además, al promover el bienestar animal a través de una detección y tratamiento más temprano de la mastitis subclínica, se garantiza que los bovinos lecheros sean tratados de manera ética y se reduzca el sufrimiento animal, un aspecto cada vez más valorado por la sociedad. En última instancia, esta investigación no solo beneficia a los productores y consumidores, sino que también aboga por prácticas más sostenibles y socialmente responsables en la producción agropecuaria, lo que refuerza su importancia en el aspecto social.

1.3.4. Aspecto económico

La mastitis subclínica conlleva costos considerables para los productores, ya que reduce la cantidad y calidad de la leche producida, aumenta los gastos en tratamientos y afecta la eficiencia general de la producción. La introducción de la tecnología de conductividad eléctrica como método de detección más eficiente tiene el potencial de permitir una detección temprana y precisa de la enfermedad, lo que a su vez conduce a una reducción de las pérdidas económicas. Además, al mejorar la salud de los animales y la calidad de la leche, esta tesis puede aumentar la competitividad de los productores en el mercado y contribuir al crecimiento sostenible de la industria lechera, lo que hace que la investigación sea importante desde una perspectiva económica.

1.3.5. Importancia

La mastitis subclínica representa un desafío significativo en la industria de la producción de leche, ya que esta forma de la enfermedad puede pasar desapercibida en inspecciones visuales convencionales, lo que conduce a una disminución en la cantidad y calidad de la leche producida y, en consecuencia, a pérdidas económicas sustanciales para los productores. La tesis se convierte en una herramienta valiosa al evaluar la eficacia de la conductividad eléctrica como método de detección, ya que promete mejorar la detección temprana de la mastitis subclínica y permitir un tratamiento más oportuno y eficaz. Esto, a su vez, puede reducir los costos de tratamiento, mejorar la rentabilidad de los productores y mantener precios más bajos para los consumidores, lo que tiene un impacto directo en la economía.

Además, la investigación contribuye al bienestar animal, ya que la detección temprana de la mastitis subclínica permite una atención más rápida y adecuada a los bovinos afectados, disminuyendo su sufrimiento y garantizando prácticas más éticas en la producción de leche. En un contexto más amplio, la adopción de tecnologías avanzadas como la conductividad eléctrica promueve la modernización de la industria ganadera, lo que es fundamental para su sostenibilidad a largo plazo y su competitividad en el mercado global.

La tesis también tiene el potencial de impulsar la innovación en la producción de leche al introducir un método de detección más eficiente y preciso, lo que fomenta una mejora continua en la industria y podría tener aplicaciones en otros sectores de la producción agropecuaria. En última instancia, la relevancia de esta investigación reside en su capacidad para abordar un problema económico, mejorar el bienestar de los animales, impulsar la sostenibilidad y promover la innovación en la producción de leche, convirtiéndola en un componente valioso para el desarrollo y la mejora de la industria agropecuaria y el bienestar general de la sociedad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el grado de conductividad eléctrica por medio de DRAMINSKI 4Q como método de detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el grado de conductividad eléctrica como método de detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros de la raza Holstein según el número de lactancia.
- Evaluar el grado de conductividad eléctrica como método de detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros de la raza Holstein según los DEL.

1.5. Hipótesis

Dado que la conductividad eléctrica de la leche está determinada por la concentración de cationes y aniones, especialmente Na^+ y Cl^- , y que las infecciones intramamarias alteran estos niveles iónicos, es probable que el uso del dispositivo Draminski 4Q pueda detectar eficazmente la mastitis subclínica en bovinos lecheros de la raza Holstein, considerando una conductividad eléctrica normal en leche mayor a 300 mS/cm.



CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Análisis bibliográfico

2.1.1. Anatomía de la glándula mamaria

2.1.1.1. Anatomía Externa

La glándula mamaria es un tipo de glándula que se encuentra en la piel y se clasifica como exocrina, alcanzando su desarrollo más complejo en mamíferos placentarios. Su unidad operativa es el alvéolo mamario, donde se genera el producto de secreción principal de la glándula mamaria: la leche (1). La glándula mamaria del vacuno se encuentra ubicada en la región inguinal, delimitada anteriormente por el vientre, posteriormente por el periné y lateralmente por el pliegue de la pragada. Tiene una forma de “asa de té” porque sobresale de la parte de la nalga. El tamaño varía dependiendo de la raza, edad, herencia y capacidad productiva de la vaca; el peso entre 11 y 27 kg en vacas lactopoyéticas, la capacidad es de 40 litros/12horas (2). La estructura mamaria bovina se compone de dos mitades, cada una de las cuales alberga dos glándulas, cada glándula individualmente se denomina “cuarto”. Estos cuartos están separados por tejido conectivo y cuentan con un sistema colector de leche independiente para cada uno (3). La tetina (papila mamaria) es de forma cilíndrica o cónica, elástica y está asociada a cada glándula y sirve de salida de leche. Por lo general, sólo un pezón drena una glándula. No se encuentran glándulas sebáceas ni sudoríparas en la pared del pezón (4).

2.1.1.2. Anatomía Interna

Para lograr la capacidad funcional de la glándula mamaria de la vaca, deben existir varios sistemas de soporte (5). El sistema secretor de la leche está compuesto por los alvéolos y por el epitelio de las paredes de los conductillos. El alvéolo está formado por células epiteliales (alveolares) y células mioepiteliales (6).

a) Sistema de soporte

La ubicación externa a la cavidad corporal de la glándula mamaria tiene varias razones evolutivas y funcionales, al estar fuera del cuerpo, requiere de un sistema de soporte. Una vaca Holstein promedio fácilmente puede tener 50 kg (>100 lbs) de peso colgando de su cuerpo cuando entra a la sala de ordeño para ser ordeñada. Por lo tanto, se requiere un fuerte sistema suspensorio de la ubre para mantener una adecuada unión de la glándula al cuerpo. El sistema de ligamentos y otros tejidos que unen la ubre a la vaca son fundamentales para una lactancia exitosa. El sistema suspensivo estaba compuesto por (7):

- **Piel**

Cubrir la glándula es sólo un apoyo mínimo (7).

- **Fascia superficial o tejido subcutáneo areolar**

Esto une la piel al tejido subyacente. También representa sólo un apoyo menor para la ubre de la vaca (7).

- **Tejido areolar grueso o similar a un cordón**

Este tejido forma un vínculo laxo entre la superficie dorsal de los cuartos delanteros y la pared abdominal. El debilitamiento de estos hace que la ubre se separe de la pared abdominal. Esta es la parte de los accesorios del cuarto delantero al evaluar la conformación del ganado lechero. Estos tejidos son importantes para mantener el cuarto anterior estrechamente adherido a la pared del cuerpo, pero no son el principal soporte de la ubre (7).

- **Tendón subpélvico**

En realidad, no forma parte del aparato suspensorio, pero da lugar a los ligamentos suspensorios laterales superficiales y profundos. No es una lámina de tejido continua, sino que está adherida a la pelvis en varios puntos. En realidad, no forma parte del aparato suspensorio, pero da lugar a los ligamentos suspensorios laterales superficiales y profundos (7).

- **Capas superficiales del ligamento suspensorio lateral**

Estos están compuestos principalmente de tejido fibroso (con algo de tejido elástico), que surge del tendón subpélvico. Se extienden hacia abajo y hacia adelante desde el área púbica. Cuando llega a la ubre, se extiende y continúa hacia abajo sobre la superficie externa de la ubre debajo de la piel y se adhiere al tejido areolar.

- **Ligamento suspensorio lateral profundo**

La parte interna del ligamento suspensorio lateral también surge del tendón subpélvico, pero es más gruesa que la capa superficial, principalmente tejido fibroso. Se extiende hacia abajo sobre la ubre y casi la envuelve. El ligamento está unido a las superficies laterales convexas de la ubre mediante numerosas laminillas que pasan hacia la glándula y se continúan con la estructura intersticial de la ubre. En conjunto, los ligamentos suspensorios laterales brindan un soporte sustancial a la ubre.

- **Ligamento suspensorio medio**

Esta es la parte más importante del sistema suspensivo en el ganado vacuno. Está compuesto por dos láminas de tejido elástico amarillo pesado adyacentes que surgen de la pared abdominal y que se adhieren a las superficies planas mediales de las dos mitades de la ubre. El ligamento suspensorio mediano tiene una gran resistencia a la tracción. Puede estirarse un poco a medida que la glándula se llena de leche para permitir el aumento de peso de la glándula. Está situado en el centro de gravedad de la ubre para dar una suspensión equilibrada, de modo que incluso si se cortan los restos de las ponedoras, excepto el ligamento suspensorio mediano, la glándula permanece equilibrada debajo del animal. Este ligamento separa parcialmente las mitades izquierda y derecha de la ubre. Los cuartos delantero y trasero están separados por una fina membrana y no son reconocibles a simple vista. No hay cruce interno del sistema de conductos lácteos de los cuartos (glándulas). Una forma de demostrarlo es

infundir un tinte en el sistema de pezones y conductos de un cuarto de ubre de una vaca que ha sido seleccionada del rebaño y sacrificada. Luego, cuando se abre la ubre, el tinte se verá solo en el cuarto infundido y no se verá en los otros cuartos (8).

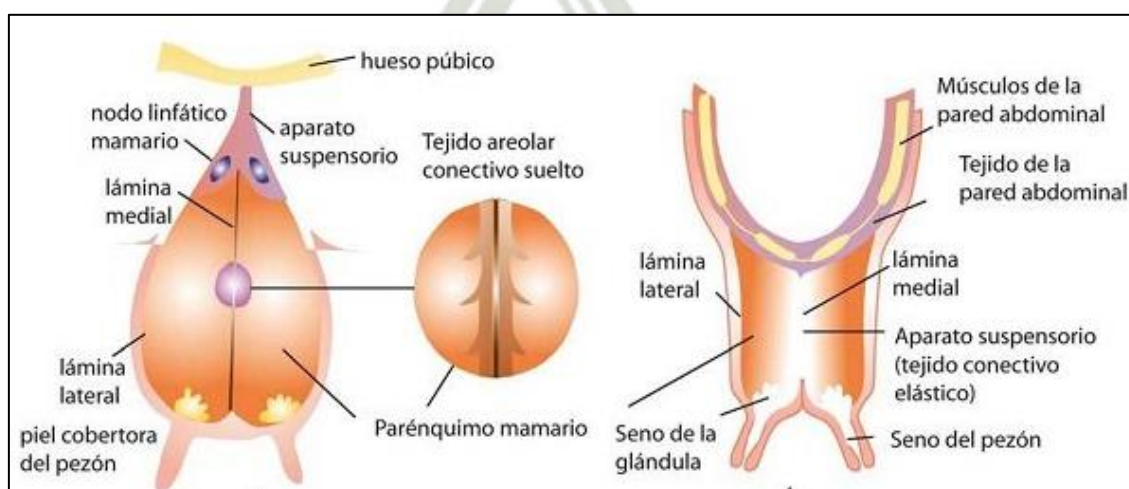
a) Cisterna de glándula y tetina

Una cisterna es una gran cavidad donde se puede almacenar la leche. La leche se sintetiza en los alvéolos microscópicos. A medida que se acumula en la luz alveolar, parte de la leche rezuma hacia los conductos más pequeños y, finalmente, hacia las cisternas grandes. Esto permite que la vaca acumule más leche en su ubre entre 2 ordeños o amamantamiento del ternero (9).

b) Seno lactífero o cisterna de ubre

Se abre directamente a la cisterna del pezón. Ocasionalmente se forma un tabique entre el pezón y las cisternas de la glándula y el cuarto puede quedar ciego. Esto se puede corregir quirúrgicamente. Las cisternas funcionan para almacenar leche (con capacidad para entre 100 y 400 ml). La cisterna de la glándula varía mucho en tamaño y forma. A menudo se forman bolsas en la cisterna al final de los conductos más grandes (10).

Figura 1. Anatomía de la glándula mamaria de la vaca



Fuente: (11)

c) Cisterna del pezón

El seno papilar es una cavidad dentro del pezón. Se continúa con la cisterna de la glándula. La cisterna del pezón está revestida de numerosos pliegues longitudinales y circulares en la mucosa, que forman bolsas en el revestimiento interior del pezón. Durante la bajada de la leche, la cisterna del pezón se llena de leche. Es esta leche, y parte de la leche en la cisterna de la glándula, justo encima de la cisterna del pezón, la que se elimina con cada acción de succión del ternero. La región en el extremo proximal de la cisterna del pezón que marca el límite entre la cisterna del pezón y la cisterna de la glándula se llama anillos cricoides o pliegues anulares. Estos no siempre son reconocibles en la glándula disecada (12).

d) Canal del pezón

Es el único orificio de la glándula entre el sistema secretor de leche interno y el ambiente externo. El canal rayado es la principal barrera contra la infección intramamaria. El canal de la raya se mantiene cerrado mediante los músculos del esfínter alrededor del canal de la raya. La permeabilidad del canal disminuye y la longitud del canal aumenta al aumentar el número de lactancias. Las rosetas de Furstenberg son pliegues mucosos del conducto estriado que recubre el extremo interno del conducto. Puede doblarse sobre la abertura del canal debido a la presión cuando la ubre está llena. Puede ser un punto de entrada importante para los leucocitos que salen del revestimiento del pezón y entran en la cisterna del pezón. La roseta de Furstenberg participa en la defensa local contra la mastitis. El canal del pezón está rodeado por haces de fibras musculares lisas longitudinales y circulares. Entre ordeño, los músculos lisos funcionan para mantener cerrado el canal del pezón. El canal del pezón también está provisto de queratina o sustancias similares a la queratina que actúan como barrera para las bacterias patógenas. Cuando se ordeña una vaca, los músculos del esfínter se relajan permitiendo que se abra el orificio. El canal rayado permanece abierto durante una hora o más después del

ordeño. Esto proporciona un fácil acceso de las bacterias al interior de la glándula. Mantener a las vacas de pie durante un tiempo después del ordeño, como brindarles acceso a alimento fresco, también ayuda a minimizar la contaminación del extremo del pezón antes de que el canal de la raya se cierre nuevamente. Durante el período seco (período sin lactancia), el tapón de queratina sella eficazmente el canal (13).

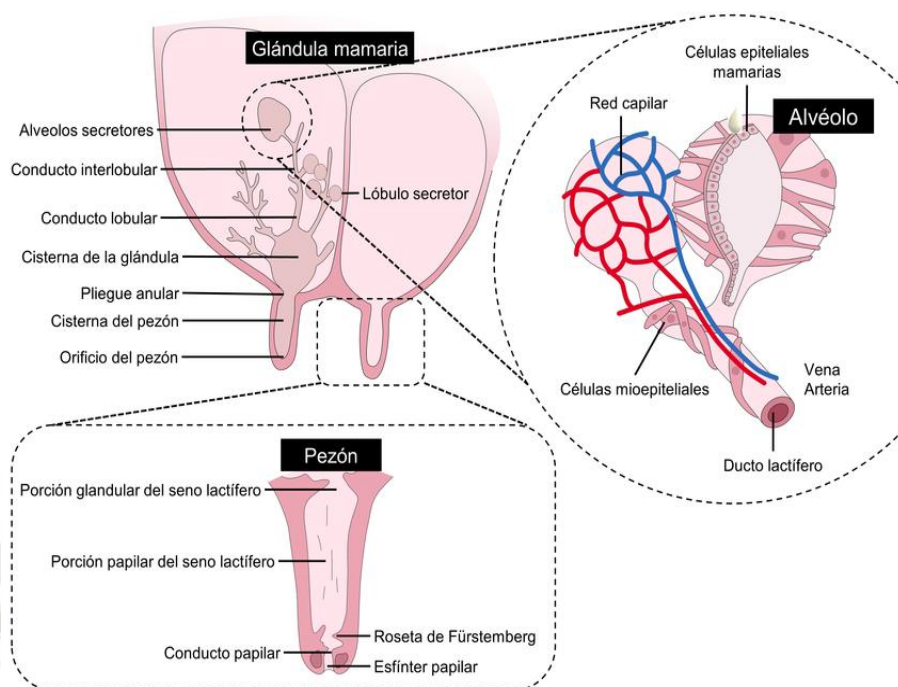
2.1.2. Sistema secretor de la leche y conductos

Los alvéolos representan las unidades fundamentales de producción láctea, donde una capa única de células secretoras se organiza en una esfera con una depresión central. Estos alvéolos están rodeados por capilares sanguíneos y células mioepiteliales, formando un entorno propicio para la secreción láctea en su cavidad interna. Las funciones principales de los alveolos incluyen la extracción de nutrientes de la sangre, su transformación en leche y la descarga de esta última hacia el lumen. La leche, a su vez, es dirigida desde el lumen a través de un sistema de tubos colectores. Cada lóbulo, que consiste en un conjunto de alvéolos que drenan hacia un conducto común, se organiza en unidades más grandes que canalizan la leche hacia conductos colectores de un mayor tamaño, los cuales finalmente desembocan en la cisterna de la glándula, ubicada directamente sobre el pezón (14).

La ubre, conformada por millones de alvéolos, es el sitio primario de secreción láctea. Los conductos actúan como canales de almacenamiento inter-ordeños, y es mediante la contracción de las células mioepiteliales que revistes los alvéolos y los conductos pequeños, en respuesta a la hormona oxitocina (reflejo de bajada de leche), que la leche fluye hacia los conductos galactóforos y finalmente hacia la cisterna de la glándula (15).

El pezón, esencial para la extracción de la leche, presenta una estructura compleja, su revestimiento cutáneo es suave y cuenta con una red vascular e inervación rica. El extremo del pezón está cerrado por un musculo liso conocido como canal del pezón, mientras que en su parte superior se encuentra separado de la cisterna de la glándula por delicados pliegues de células sensitivas, especialmente vulnerables al daño, conocidos como la roseta de Furstenburg (16).

Figura 2. Los alveolos y conductos que forman el sistema secretor de leche



Fuente: (17)

2.1.3. Irrigación

El suministro de sangre a la glándula mamaria es extremadamente importante para la función mamaria. Todos los precursores de la leche provienen de la sangre. Para producir 1 litro de leche tienen que pasar por la ubre 500 litros de sangre (18).

Sistema arterial:

La sangre sale del corazón y fluye hacia la parte trasera de la vaca por la aorta abdominal. Dos arterias principales llevan la sangre a la ubre, en cada mitad de la ubre. Estas arterias, arterias pudendas, ingresan a la ubre a través del canal inguinal. El canal inguinal es el orificio de la cavidad corporal en la región inguinal por donde los vasos sanguíneos, los vasos linfáticos y los nervios entran y salen de la cavidad corporal para irrigar la piel de la parte posterior del animal. Las arterias pudendas son ramas de las arterias ilíacas externas, que son ramas de la aorta abdominal. La arteria ilíaca externa se convierte en la arteria femoral (irriga los músculos de las piernas). Las arterias pudendas externas se convierten en arterias mamarias y como se mencionó anteriormente pasan a través del canal inguinal. Las arterias mamarias se dividen en ramas caudal y craneal, que se ramifican muchas veces y terminan en pequeños

capilares que rodean cada alvéolo. Las arterias pudendas forman curvas en forma de S (flexuras sigmoideas) a medida que emergen del canal inguinal. Esto permite la distensión hacia abajo de la ubre a medida que se llena de leche, sin estresar los vasos sanguíneos. Las arterias perineales suministran sangre a una pequeña porción de la parte dorsal posterior de la ubre (19).

Sistema venoso:

Las venas salen de la glándula mamaria en sentido antiparalelo a las arterias. Hay tres venas a cada lado que transportan sangre desde la glándula:

- La vena pudenda externa sale de la ubre paralela a las arterias pudendas externas;
- La vena abdominal subcutánea (vena de la leche) sale de la glándula por el extremo anterior de los cuartos delanteros y pasa a lo largo de la pared abdominal. Esta es la vena grande que se ve debajo de la piel del vientre de la vaca. Entra en la cavidad corporal por la apófisis xifoides a través de "pozos de leche" y finalmente desemboca en la vena cava.
- La vena perineal sale de la parte posterior de la glándula paralela a la arteria perineal y transporta menos del 10% de la sangre que sale de la ubre (19).

2.1.4. Sistema linfático

Los ganglios linfáticos supramamarios de la ubre varían en número de 1 a 7 y en tamaño de 4 -10 cm. Se encuentran por encima del borde caudal de la base de la glándula mamaria. La mayoría de los conductos linfáticos aferentes de la ubre desembocan en el ganglio linfático supramamario (19).

2.1.5. Inervación de la ubre

Varios aspectos del sistema neural de la glándula mamaria son importantes para la función mamaria. La inervación dentro de la ubre es escasa en comparación con otros tejidos. Los nervios sensoriales se encuentran en los pezones y la piel. Estos son fundamentales para iniciar la vía aferente (vía neural) del reflejo de eyección de leche. La inervación de la ubre consta de fibras aferentes o sensoriales y fibras eferentes o simpáticas (19). Los nervios aferentes se originan en tres fuentes diferentes:

- 1° lumbar y 2° lumbar
- Nervios 2° lumbar, 3° lumbar y 4° lumbar agrupados como nervio inguinal.
- El nervio perineal es una rama del nervio púdico y está formado por fibras del segundo, tercer y cuarto nervio espinal sacro.

La ubre también cuenta con nervios conectados a los músculos lisos del sistema circulatorio y a los músculos lisos de los conductos galactóforos. Sin embargo, no existen inervaciones que controlen directamente el tejido productor de leche. La oferta motora de la ubre es enteramente autónoma o simpática. Las neuronas de las fibras nerviosas se encuentran en los cuernos laterales de la médula espinal. Los tejidos de la ubre están controlados por este doble mecanismo. Sin embargo, no se han encontrado fibras parasimpáticas en las glándulas sudoríparas de la piel ni en estructuras cutáneas similares (19).

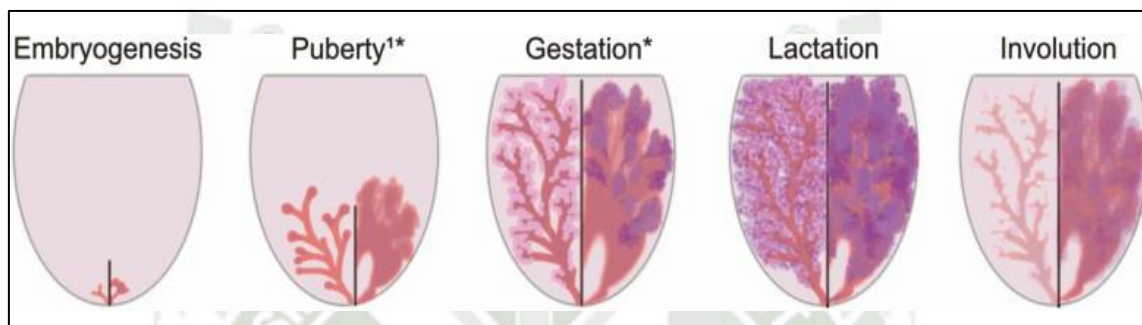
2.1.6. Desarrollo de la glándula mamaria

Desarrollo fetal:

El primer grupo discernible de células ectodérmicas embrionarias destinadas a formar la glándula mamaria se denomina banda mamaria, que se extiende a ambos lados del tronco del feto desde la extremidad superior hasta la extremidad inferior. La banda mamaria aparece en el embrión bovino alrededor de los 32 días después de la concepción. Las bandas mamarias pasan por varias etapas posteriores de desarrollo, dando lugar finalmente a las yemas mamarias. En la especie bovina, hay dos yemas mamarias discretas a cada lado de la línea media ventral del embrión en la región inguinal. Estas dan lugar a los cuartos delantero y trasero. Las yemas mamarias se forman a principios del segundo mes después de la concepción. La etapa de yema mamaria marca el comienzo de los patrones de desarrollo diferencial de las glándulas masculinas y femeninas. La etapa de yema mamaria es seguida por el desarrollo de los pezones. Al mismo tiempo, las células de la yema mamaria se invaginan en el mesénquima circundante, lo que da lugar a la formación de un núcleo sólido de células ectodérmicas, llamado brote primario. El brote primario finalmente da lugar a las cisternas de los pezones y las glándulas. La almohadilla de grasa mamaria también comienza a desarrollarse en este momento. Se produce una ramificación limitada del brote primario a medida que las células ectodérmicas continúan dividiéndose y creciendo en el

mesénquima circundante, lo que da lugar a cordones de células epiteliales llamados brotes secundarios y terciarios. Durante la formación del brote secundario, el núcleo de células epiteliales del brote primario en rápida expansión conduce a la formación de un lumen mediante un proceso llamado canalización (20) (21).

Figura 3. Representación esquemática de las etapas del desarrollo de la glándula mamaria



Fuente: (22)

Desarrollo postnatal:

En los rumiantes neonatales, el tejido parenquimatoso de cada cuarto de la ubre incluye un conducto primario que se ramifica en secundarios y terciarios, terminando en ductilos que forman estructuras similares a TDLU tras la pubertad. El crecimiento del parénquima mamario de la ternera es isométrico (a la par del crecimiento corporal) durante los primeros 2-3 meses, y luego se acelera (alométrico) hasta alrededor de los 9 meses o la pubertad, volviendo a ser isométrico posteriormente. El aumento en el tamaño de la ubre antes de la pubertad se debe principalmente al crecimiento del cojín adiposo (20).

Aunque hay diferencias individuales en la forma y tamaño de la ubre al nacer, la palpación hasta los 6 meses no predice bien la futura producción de leche. Las correlaciones entre ADN mamario y producción de leche son bajas en novillas jóvenes, pero el período prepuberal es crucial para el desarrollo mamario y la producción de leche futura. La nutrición y tasa de crecimiento durante este período pueden afectar significativamente el desarrollo mamario y la producción de leche. La subalimentación prepuberal disminuye la producción de leche, y altas tasas de crecimiento pueden afectar negativamente el desarrollo mamario, aunque no todos los estudios coinciden (20).

Las concentraciones de hormona de crecimiento son mayores en novillas prepuberales con ingesta restringida. Esta hormona está positivamente correlacionada con la masa del tejido parenquimatoso y negativamente con el tejido adiposo mamario. La administración de hormona de crecimiento aumenta el parénquima mamario, pero no incrementa la producción de leche durante la primera lactación. El limitado desarrollo mamario prepuberal puede ser eclipsado por el crecimiento exponencial durante el embarazo tardío (20).

Después de la pubertad, la glándula experimenta cambios cíclicos en las hormonas esteroides ováricas, con ráfagas de elongación y desarrollo de conductos y TDLU. La disminución del tejido parenquimatoso postestro es irregular. El peso de la ubre aumenta linealmente con la edad de la novilla hasta los 30 meses, debido al aumento del peso corporal y la acumulación de grasa en la ubre (20).

Preñez:

Una vez que el animal queda preñado, el desarrollo de la glándula mamaria se acelera a una tasa exponencial. Esto significa que el crecimiento mamario es mayor durante las etapas finales de la preñez, coincidiendo con el período de crecimiento fetal más rápido. El desarrollo lobuloalveolar extensivo ocurre solo durante la preñez. Este período es importante para determinar el número de células secretoras en la glándula lactante y la producción de leche subsecuente. Las correlaciones entre el ADN total en una glándula lactante y el rendimiento de leche varían entre 0.50 y 0.85, dependiendo de la especie y otros factores (20).

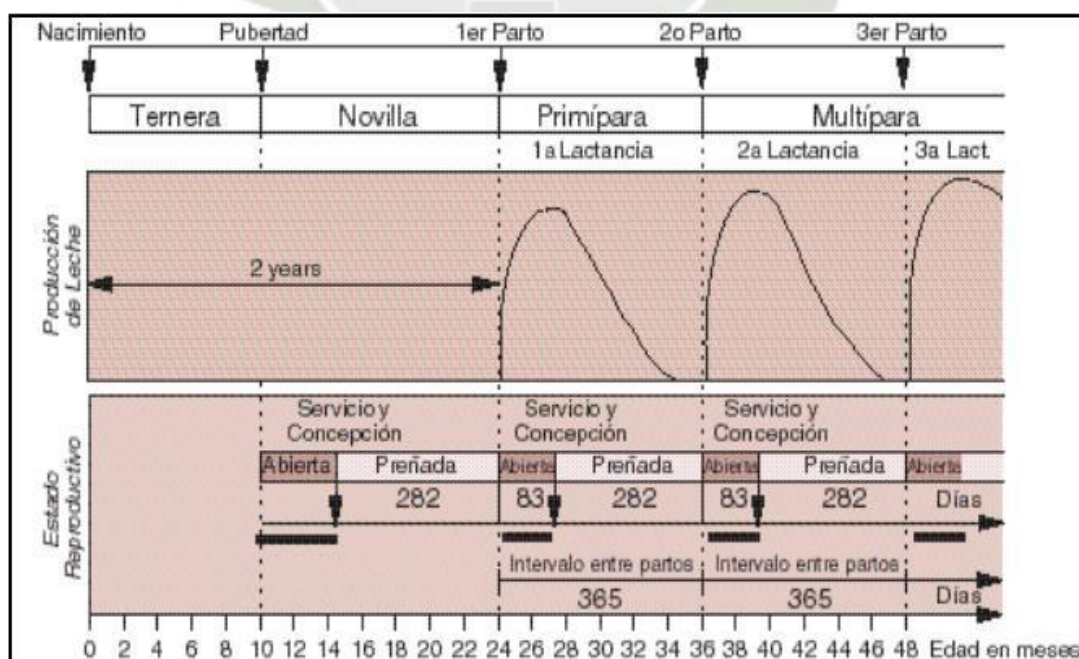
Desarrollo durante la lactancia:

Al momento del parto en vacas o novillas, se produce un cambio fisiológico significativo en el tejido mamario. Antes del parto, los tejidos secretores de leche se desarrollan y están listos, pero permanecen inactivos hasta recibir la señal hormonal adecuada del parto. Estas señales provienen tanto de la vaca como de la eliminación de hormonas producidas por la placenta. Los tejidos secretores de leche están presentes y preparados antes del parto, pero no pueden funcionar hasta ser "activados" por el parto (20).

Durante este proceso, la glándula pituitaria anterior libera un pico de prolactina y, a veces, hay un aumento en los niveles sanguíneos de la hormona de crecimiento. El ovario de la vaca incrementa su producción de estrógenos y la secreción de progesterona ovárica se detiene en el momento del parto. La separación de la placenta elimina la fuente de lactógeno placentario, que estimula el desarrollo mamario durante la preñez y es la principal fuente de progesterona que mantiene la preñez en sus estadíos avanzados (20).

Con estos cambios en la capacidad secretora de la glándula mamaria, también se movilizan enzimas que procesan los componentes de la leche, como proteínas, carbohidratos, grasa y otros. La progesterona inhibe la formación de la enzima sintetasa de lactosa, necesaria para la síntesis de lactosa. Esta enzima se compone de dos subunidades, una de las cuales es la α -lactoalbúmina, que se forma cuando los niveles de progesterona disminuyen. Una vez completa la enzima sintetasa de lactosa, la lactosa se produce en el alvéolo, atrayendo agua desde la sangre hacia el alvéolo y proporcionando los fluidos que transportan otros componentes de la leche (20).

Figura 4. La producción de leche y el ciclo reproductivo se encuentran estrechamente ligados.



La forma de la curva de lactancia difiere de un sistema de manejo lechero a otro.

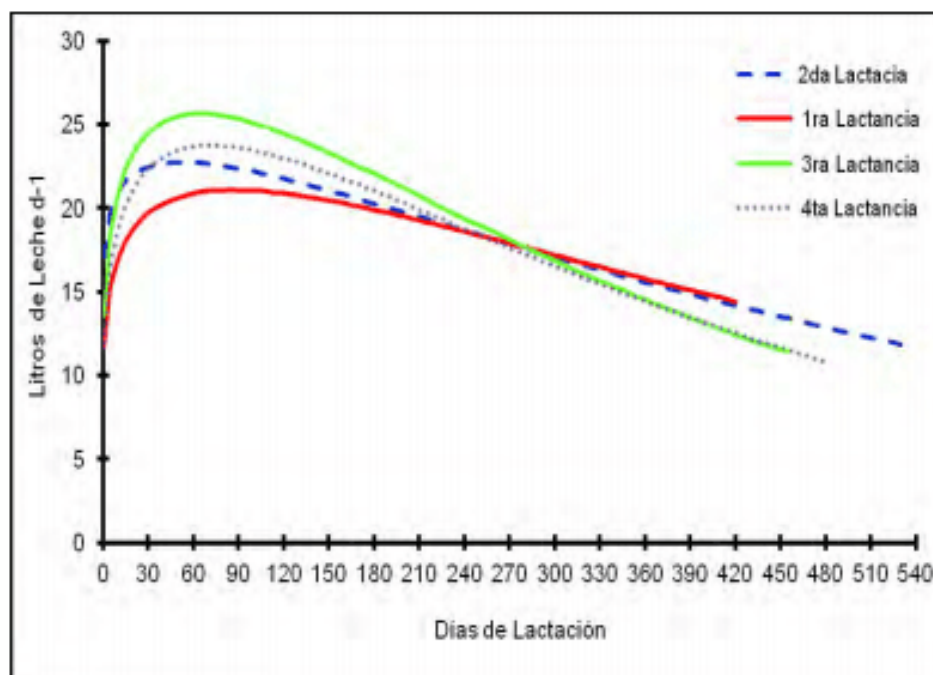
Fuente: (23)

2.1.7. Curva de lactancia

La producción de leche aumenta significativamente durante las primeras tres a seis semanas de lactancia, después de lo cual comienza a disminuir gradualmente. Normalmente, las vacas son secadas intencionalmente dos meses antes del próximo parto. Este período de descanso es crucial para optimizar la producción de leche en la siguiente lactancia. La cantidad de leche producida y la forma de la curva de lactancia están influenciadas por diversos factores, como el momento del parto, la estación del año, la región geográfica y varios aspectos del manejo, incluyendo la nutrición y la frecuencia de ordeño (24).

La producción de leche aumenta durante las primeras semanas de lactancia y luego disminuye paulatinamente. Dado que la forma de la curva de lactancia es consistentemente regular, la producción de leche al inicio de la lactancia puede usarse para proyectar la producción total de la lactancia (24).

Figura 5. Típica curva de lactancia de acuerdo al numero de lactancia en vacas Holstein



Fuente: (25)

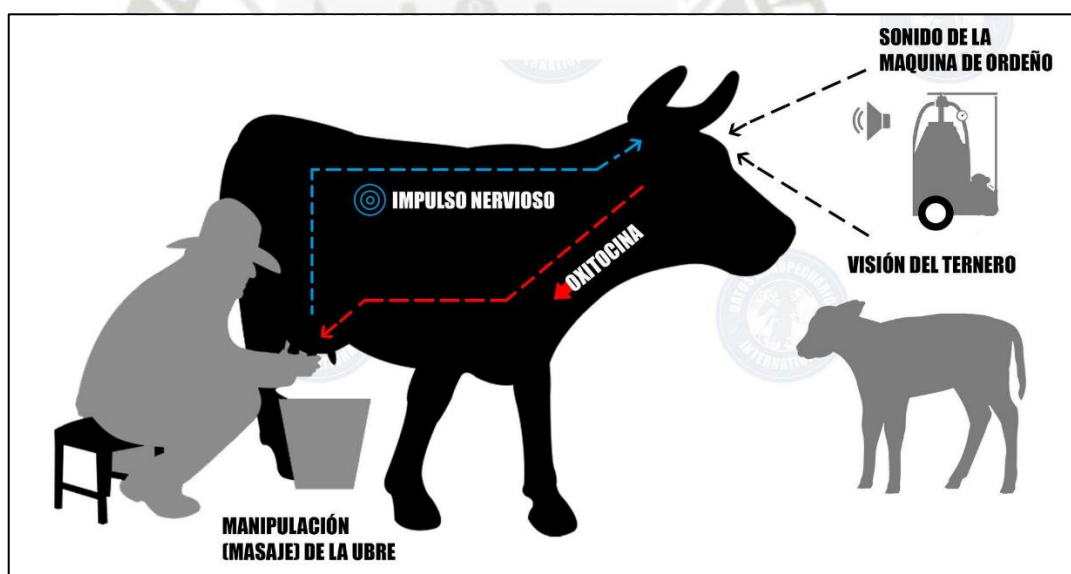
Bajada de la leche

Normalmente, la leche se libera cuando el ternero mama. En el ganado lechero, las vacas deben ser entrenadas para responder a señales en un entorno no natural. Las

células mioepiteliales (músculo liso) que rodean cada alvéolo están bajo control hormonal. Cuando son estimuladas, se contraen y expulsan la leche hacia el sistema de conductos de la ubre. La señal hormonal se desencadena mediante una combinación de reacciones hormonales y nerviosas.

La vaca responde a un estímulo de su sistema nervioso (sentidos) que le indica que el ternero está listo para mamar o que el ordeño está por comenzar. Estos estímulos pueden ser visuales (ver al ternero), auditivos (escuchar al ternero o los sonidos asociados al ordeño) o táctiles (sentir al ternero presionando la ubre o el lavado de la ubre en preparación para el ordeño). La glándula pituitaria posterior libera la hormona oxitocina en respuesta a este estímulo nervioso. La oxitocina viaja por la sangre y se une a las células mioepiteliales, que se contraen y causan la bajada de la leche (24).

Figura 6. Reflejo de liberación de la leche



Fuente: (26).

Este reflejo neuroendocrino actúa como una medida de protección evolutiva, permitiendo que la vaca conserve la leche cuando el ternero no está presente. Sin embargo, estímulos nerviosos negativos, como ruidos extraños o dolor, pueden inhibir la liberación de leche, un efecto mediado por la adrenalina. Por lo tanto, el ordeño debe realizarse en un ambiente tranquilo y familiar. Ruidos, gritos y golpes pueden reducir la bajada de la leche y, por ende, afectar el ordeño (24).

Terminación de la lactancia o secado

La hormona oxitocina no solo es crucial para la bajada de la leche, sino también para el mantenimiento de la lactancia. La secreción de leche continúa mientras se remueve frecuentemente de la glándula mamaria. Así, una vaca expuesta repetidamente al estímulo de bajada seguirá produciendo leche, aunque los niveles disminuirán gradualmente a lo largo de la lactancia; cuando la leche no se remueve repetidamente de la ubre, el tejido secretor involuciona. Esto ocurre cuando el ternero es destetado o la frecuencia de ordeño se reduce deliberadamente a una vez por día y luego se detiene (23).

2.1.8. Mastitis clínica

La mastitis clínica suele reconocerse por cambios físicos particulares en la leche, como copos, coágulos, cambios de color y, a veces, incluso la presencia de sangre o pus con una consistencia anormal. Se acompaña de hinchazón, enrojecimiento, calor, dureza de la ubre y reacciones sistémicas como fiebre, frecuencia cardíaca rápida, depresión y anorexia (27). Esta presencia y gravedad dependen del patógeno o patógenos específicos involucrados. Posteriormente a la aparición, las vacas que padecen mastitis clínica experimentan una disminución inmediata de la producción de leche, que puede no recuperarse hasta 60 días después (28). En términos de la gravedad de la inflamación, la mastitis clínica se puede dividir en manifestaciones peragudas, agudas y subagudas. La aparición repentina de una reacción sistémica grave, el enrojecimiento y la hinchazón de la ubre y la secreción de leche reducida o alterada de los cuartos afectados son características distintivas de la mastitis peraguda (29). La mastitis aguda es similar a la variante peraguda pero con menos signos sistémicos, que incluyen fiebre y depresión leve, mientras que la mastitis subaguda se caracteriza por signos mínimos de inflamación de la glándula mamaria y ningún signo sistémico discernible (30). Una forma grave de mastitis es la mastitis gangrenosa aguda, que potencialmente culmina en gangrena de la ubre y se acompaña de pérdida de apetito, deshidratación, depresión y fiebre con síntomas tóxicos. En algunos casos, puede resultar fatal. Inicialmente, la zona afectada presentará signos de inflamación, enrojecimiento y calor; sin embargo, en pocas horas, el pezón se enfría y la secreción se vuelve acuosa y sanguinolenta, lo que lleva a la necrosis de

la glándula mamaria. *S. aureus* , *Cl. perfringens* y *E. coli* suelen asociarse con esta afección (30).

La mastitis de verano es una infección supurativa aguda de las vacas y novillas secas que causa daños extensos y dolorosos en las ubres debido a la exposición de los pezones a altas poblaciones de moscas.durante el período estival. Las causas microbianas de la mastitis estival incluyen *Peptostreptococcus indolicus* , *Arcanobacterium pyogenes* y *Streptococcus dysgalactiae* , que colaboran para inducir la enfermedad. El cuarto afectado está doloroso, hinchado, caliente y duro, con un pezón notablemente agrandado lleno de secreción viscosa, amarillenta y con mal olor (30).

2.1.9. Mastitis subclínica

La mastitis subclínica (MSC) es un problema importante, aunque sutil, que ocasiona un daño financiero considerable a la industria lechera. El principal factor causal de la MSC es *S. aureus*. La MSC causa con frecuencia una caída en la producción de leche, adulteración de la calidad de la leche, deterioro de la higiene del producto, crecimiento deficiente en animales jóvenes y posibles modificaciones en la composición de la leche, que se materializan más prominentemente en animales adultos en período de lactancia que en novillas novatas (30).

Se estima que representa hasta el 70% de las pérdidas económicas relacionadas con las infecciones de mastitis. La relevancia de la mastitis subclínica se atribuye a una variedad de causas. Se estima que su aparición es de 15 a 40 veces mayor que su contraparte clínica. Además, a menudo aparece antes de la variante clínica, persiste durante más tiempo, afecta negativamente a la calidad y la producción de leche, y la vaca infectada subclínicamente es una fuente de patógenos que pueden infectar a otras vacas del rebaño (31).

Además, su detección es problemática debido a signos indetectables de anomalía en la leche, lo que resulta en una pérdida considerable de producción de leche, estimada en un 10%–20% Además, afecta negativamente las características y el valor nutritivo de la leche, volviéndola de menor calidad y no apta para el procesamiento (27).

2.1.10 Etiología

Patógenos importantes causantes de mastitis

Según la Federación Internacional de Lácteos (IDF) (1987), aunque la mastitis puede tener una etiología traumática o tóxica, generalmente es el resultado de una infección microbiológica. Y se han identificado más de 150 especies diferentes de microorganismos patógenos como agentes causantes de la mastitis de las vacas lecheras. Las bacterias, los hongos y las levaduras pueden desempeñar un papel; pero de estos, las bacterias tienen, con diferencia, la mayor parte (32). Los principales agentes etiológicos responsables de las infecciones por mastitis en las vacas lecheras se pueden dividir en diferentes grupos de organismos dependiendo de la fuente del organismo involucrado. Estos incluyen patógenos contagiosos, bacterias ambientales, bacterias oportunistas y/u otros organismos que con menos frecuencia causan mastitis (32).

- **Patógeno Contagioso**

Estos patógenos generalmente se encuentran en la superficie de la ubre o el pezón de vacas infectadas y son las principales fuentes de infección entre cuartos de ubre no infectados e infectados, usualmente durante el ordeño. Los organismos que encajan en esta categoría incluyen *S. aureus* (estafilococos coagulasa positivos, CPS), *S. agalactiae* y las fuentes menos comunes de infección causadas por *Corynebacterium bovis* y *Mycoplasma bovis* (30). *S. aureus* ocupa el primer lugar y coloniza la piel del pezón avanzando a través del canal de la glándula mamaria. La infección intramamaria (IMI) con *S. aureus* causa predominantemente mastitis subclínica, resultando en una infección crónica de por vida. Durante las primeras etapas de la infección, el daño leve puede revertirse, pero las infecciones por *Staphylococcus aureus* en su presentación de mastitis peraguda generan gangrena y daño severo en los tejidos. En comparación con *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* es más difícil de erradicar. Una vaca con una glándula mamaria infectada es difícil o incluso imposible de curar exitosamente debido a la capacidad de la bacteria para producir diferentes enzimas y toxinas que causan daño en el tejido de la ubre y permiten que la bacteria penetre el tejido; sobreviva en la capa de queratina del canal del pezón, que en circunstancias normales actúa como inhibidor; evite la fagocitosis debido a la presencia de la proteína A en algunas cepas (30).

Streptococcus agalactiae es un patógeno obligado de la glándula mamaria que se transmite directamente entre las vacas durante el ordeño. Infecta la cisterna y los conductos de la glándula mamaria causando irritación, hinchazón y mastitis subclínica. La vaca infectada muestra meros signos clínicos sin anormalidades en la leche. Sin embargo, se registran tasas de producción bajas y altos recuentos de células somáticas (SCC). Las infecciones por *Streptococcus agalactiae* están relacionadas con cifras de tanques de leche a granel (BTM) alrededor de 1,000,000 células/ml en SCC o más (30).

Las especies de *Mycoplasma* son menos comunes que *Streptococcus agalactiae* y *Staphylococcus aureus*. No obstante, las especies de *Mycoplasma* dañan el tejido secretor induciendo fibrosis de la glándula, abscesos y fibrosis de los nódulos linfáticos. Los animales de todas las edades son susceptibles, así como en cualquier momento durante la lactancia. Aquellos en la lactancia temprana son más susceptibles a la infección por *Mycoplasma* y puede aislarse de animales de alta producción sin signos. La micoplasmosis se relaciona frecuentemente con el inicio de brotes de mastitis, la introducción de nuevos animales en un rebaño, enfermedades respiratorias o articulares previas, y rebaños con mastitis que no responden al tratamiento con antibióticos. Cuando se observa al menos mastitis recurrente, una enfermedad sin signos y un tratamiento no respondido, se sospecha una infección por micoplasma (30).

- **Patógenos ambientales**

Según Quinn et al. (33), una gran cantidad de especies Gram-positivas y Gram-negativas se encuentran en el ambiente de la vaca y a menudo son responsables de la mayoría de los casos clínicos, cayendo en una categoría descriptiva conocida como patógenos ambientales. Entre las especies Gram-positivas se incluyen *Streptococcus uberis*, *Streptococcus equinus*, *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium*. Las especies Gram-negativas incluyen *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*, *Serratia spp.* y *Pseudomonas spp.* (30).

Los patógenos ambientales requieren humedad, un pH favorable y material orgánico para sobrevivir y entran en la glándula a través del canal del pezón. Estos patógenos se encuentran en el suelo, materiales de cama, estiércol y otros materiales orgánicos. Por lo tanto, los esfuerzos para prevenir o controlar la mastitis ambiental deben

centrarse en la limpieza del entorno de la vaca y la limpieza de la vaca misma. La mastitis causada por organismos ambientales es esencialmente oportunista y se establece si el sistema inmunológico del huésped está comprometido o si no se practican adecuadamente la higiene y la sanidad (30).

En general, entre todos los patógenos de la mastitis bovina, *Staphylococcus aureus* es el organismo predominante. Los agentes etiológicos de la mastitis en las vacas lecheras se han reportado como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus hyicus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus capitis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus pyogenes* y *Corynebacterium bovis* (30).

2.1.11. Patogénesis

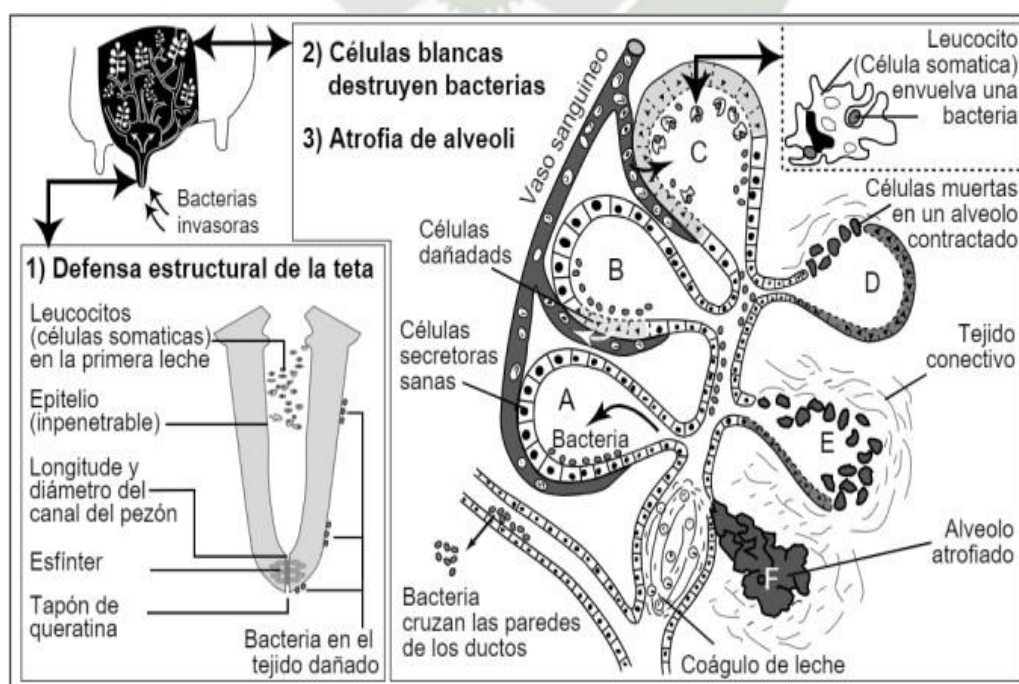
Comprender de manera integral la patogenicidad de la mastitis es clave para desarrollar técnicas de detección adecuadas. La causa principal de la mastitis es una amplia variedad de cepas bacterianas; sin embargo, también se han reportado casos de mastitis relacionados con virus, algas y hongos. La inflamación de la glándula mamaria ocurre predominantemente a través del canal del pezón, excepto en los casos de tuberculosis, leptospirosis y brucelosis, donde el método de propagación puede ser hematógeno (32).

El desarrollo de la mastitis se puede explicar en términos de tres etapas: invasión, infección e inflamación. La etapa invasiva se refiere al momento en que los patógenos se trasladan desde el extremo del pezón hasta la leche a través del canal del pezón. La etapa de infección es cuando los patógenos se multiplican rápidamente e invaden el tejido mamario. La etapa de inflamación es aquella con diversos grados de anormalidades clínicas de la ubre y efectos sistémicos que van de leves a peragudos, así como anormalidades visibles y subclínicas de la leche (32).

La respuesta inflamatoria se inicia cuando las bacterias entran en la glándula mamaria, y esta es la segunda línea de defensa del cuerpo. Estas bacterias se multiplican y producen toxinas, enzimas y componentes de la pared celular que estimulan la producción de numerosos mediadores de la inflamación por parte de las células inflamatorias. La magnitud de la respuesta inflamatoria puede estar influenciada por el patógeno causante, la etapa de la lactancia, la edad, el estado inmunológico de la vaca, la genética y el estado nutricional (32).

Los leucocitos polimorfonucleares neutrófilos (PMN) y los fagocitos se desplazan desde la médula ósea hacia las bacterias invasoras y son atraídos en gran número por mensajeros químicos (agentes quimiotácticos) de los tejidos dañados. Grandes cantidades de PMN pueden pasar entre las células productoras de leche hacia el lumen del alvéolo, lo que aumenta el recuento de células somáticas (SCC) y daña las células secretoras. Las células somáticas consisten principalmente en PMN (glóbulos blancos). En el sitio de la infección, los PMN rodean las bacterias y liberan enzimas que pueden destruir los organismos. Los leucocitos en la leche también pueden liberar sustancias específicas que atraen a más leucocitos al área para combatir la infección. El número de células somáticas permanece en altas concentraciones después de que las bacterias son eliminadas, hasta que la glándula se cura. Los coágulos formados por la agregación de leucocitos y factores de coagulación de la sangre pueden bloquear conductos pequeños e impedir la extracción completa de la leche. El daño a las células epiteliales y el bloqueo de los conductos pequeños pueden resultar en la formación de tejido cicatricial en algunos casos, con una pérdida permanente de la función de esa parte de la glándula. En otros casos, la inflamación puede disminuir, el tejido puede repararse y la función puede retornar en esa lactancia o en la siguiente (32).

Figura 7. Desarrollo de la mastitis y de la defensa de la vaca contra la infección



Fuente: (34)

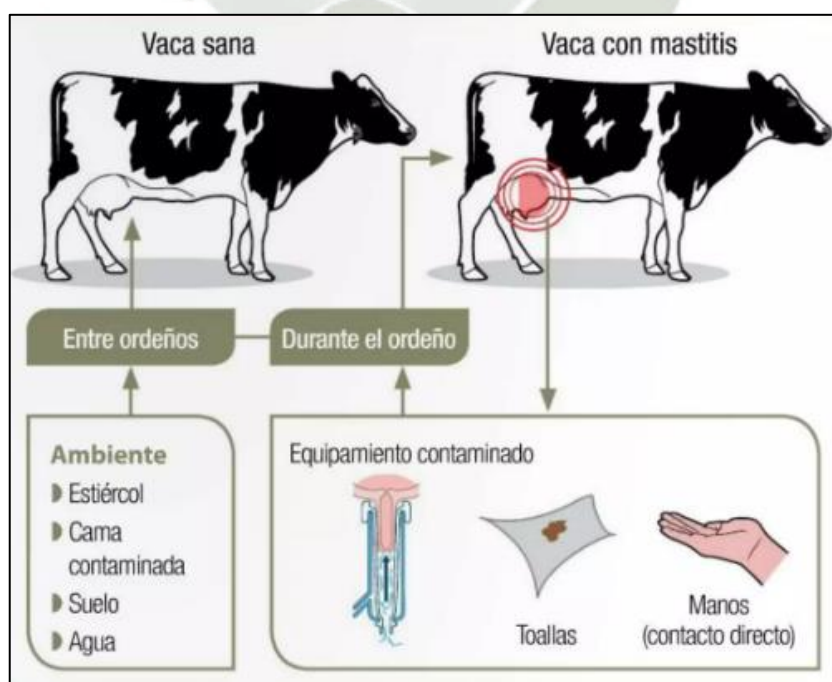
2.1.12. Transmisión de varios tipos de organismos de la mastitis

Existen dos modos principales de transmisión de la mastitis bovina: contagiosa y ambiental.

Transmisión Contagiosa: La transmisión contagiosa, también llamada transmisión de vaca a vaca, ocurre cuando las vacas con mastitis son la principal fuente de infección. La propagación de las bacterias que causan la infección ocurre principalmente durante el ordeño, por ejemplo, a través de las manos de los ordeñadores, paños de ubre o la máquina de ordeño. El uso de guantes para ordeñar y toallas individuales ayuda a prevenir esto. Ordeñar las vacas infectadas al final o con una unidad separada también evitará la propagación de la infección, siempre y cuando la unidad se desinfecte antes del siguiente ordeño.

Transmisión Ambiental: La mastitis ambiental se origina en el entorno, por ejemplo, en la cama, el estiércol o el agua. Ocasionalmente, la cama contiene un gran número de bacterias incluso antes de ser utilizada. Normalmente, la cama se contamina con estiércol, que contiene todo lo que las bacterias necesitan: humedad, calor y nutrientes. El agua puede contaminarse con bacterias del estiércol o puede acumularse en una máquina de ordeño, especialmente si las mangueras no tienen la pendiente correcta y si la temperatura del agua de limpieza es demasiado baja.

Figura 8. Principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño



Fuente: (35)

2.1.13. Diagnóstico de la mastitis

El diagnóstico de la mastitis es una necesidad crítica de la industria láctea, ya que los métodos de diagnóstico efectivos pueden conducir a un control más rápido y eficiente de la mastitis y fomentar el uso apropiado de antibióticos. Aunque la mayoría de los productores lecheros y veterinarios enfatizan la detección, el tratamiento y la prevención de la mastitis clínica, el manejo de la mastitis subclínica también es crucial, ya que influye en la producción de leche y la productividad general (31). La mastitis subclínica se puede identificar en varios métodos, incluida la detección de numerosos moduladores inmunes y cambios en la composición química de la leche (36). Varios aspectos del diagnóstico de mastitis se transmiten utilizando enfoques convencionales basados en genotipos fenotípicos o moleculares. Los métodos de diagnóstico convencionales más comunes son el recuento de células somáticas, la prueba de mastitis de California, el cultivo bacteriano, la medición de la actividad enzimática y la conductividad eléctrica (36). Recientemente, las técnicas de diagnóstico molecular como PCR, PCR cuantitativa en tiempo real (qRT-PCR), amplificación isotérmica mediada por bucle (LAMP), secuenciación de nucleótidos y microARN (miARN) han surgido como el estándar de oro para el diagnóstico de mastitis y se están empleando para abordar los inconvenientes de las pruebas tradicionales (37) (38).

Recuento de células somáticas

La evaluación de los niveles de recuento de células somáticas (RCS) en la leche es el biomarcador más utilizado para rastrear la mastitis, particularmente en forma subclínica. El análisis de RCS de la leche es un procedimiento estándar para evaluar la salud animal y la calidad de la leche; generalmente, solo las vacas con niveles de recuento de menos de 200.000 células/ml pueden considerarse sanas o percibirse como recuperadas de la mastitis. Sin embargo, cuando la tasa de RCS supera las 400.000 células/ml, es probable que se identifiquen IMI. La concentración de RCS se puede evaluar utilizando técnicas de tinción celular y microscopía a escala de laboratorio, pero lleva mucho tiempo y requiere personal experto. Los contadores de células basados en métodos de imagen (recuento Coulter) o citometría de flujo también son fácilmente accesibles como método alternativo (37).

Prueba de mastitis en California

La CMT es un método de diagnóstico sencillo, asequible y rápido para medir el RCS de la leche y es una herramienta invaluable para identificar la mastitis subclínica. Este procedimiento de prueba mide las proteínas nucleares celulares presentes en una muestra de leche. El concepto básico detrás de esto se basa en romper la membrana celular de cualquier célula en la leche para reaccionar con el reactivo de prueba (alquil aril sulfonato), formando finalmente un gel. La cantidad de formación de gel aumenta proporcionalmente al número de células somáticas en la muestra. Aunque las deficiencias de esta prueba son atribuibles a su incapacidad para producir datos cuantificables y su propensión a falsos positivos como consecuencia de la interpretación personal, se puede utilizar como una terapia de seguimiento en animales recuperados (39).

Actividad enzimática

La medición de la liberación enzimática, incluida la N-acetil- β -D-glucosaminidasa (NAGasa) y la lactato deshidrogenasa (LDH) como consecuencia del daño tisular, puede servir como un medio para evaluar las IMI. La actividad enzimática en la leche cruda se ha determinado a nivel de granja mediante ensayos colorimétricos y fluorométricos (39).

Prueba de conductividad eléctrica (CE)

La leche mastítica tiene una CE mayor que la leche normal debido al daño del tejido mamario, lo que lleva a variaciones en la CE de la leche y un aumento en los niveles de pH. Los sensores de CE especializados son fáciles de integrar en máquinas de ordeño automatizadas y robots (37).

Microscopía directa

La muestra de leche se puede centrifugar para obtener un frotis teñido del depósito, que luego se puede someter a un examen microscópico. Una tinción de Gram se utiliza rutinariamente para identificar organismos Gram positivos como *Streptococcus* y *Staphylococcus*, así como patógenos Gram negativos como *E. coli*. Además, esta técnica puede detectar levaduras como *Candida albicans* que se tiñen profundamente con violeta de cristal (37).

Cultivo bacteriológico

El cultivo bacteriano sigue siendo el método de “estándar de oro” para identificar patógenos de mastitis. El cultivo de laboratorio de muestras de leche utilizando cultivos bacterianos selectivos y la determinación de la susceptibilidad antimicrobiana de varios patógenos es fundamental para iniciar protocolos de tratamiento efectivos y medidas de control para vacas infectadas con mastitis clínica y subclínica. El cultivo bacteriológico se puede realizar a nivel de rebaño, individuo y cuarto, cada uno con objetivos específicos. La leche de tanque a granel se puede cultivar para determinar la presencia de patógenos de mastitis y su prevalencia a nivel de rebaño, mientras que la vaca individual como muestras de cuartos, o muestras compuestas que consisten en leche de los cuatro cuartos, se pueden cultivar como parte de una investigación de mastitis en el rebaño (40).

Técnicas moleculares avanzadas

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se ha utilizado para aumentar la detección de diferentes patógenos de mastitis con alta sensibilidad y especificidad de las pruebas y detectar bacterias no viables e inhibidoras del crecimiento (40).

2.1.14. La conductividad eléctrica como técnica diagnóstica de mastitis

La conductividad eléctrica es la capacidad de un material o solución para conducir corriente eléctrica, medida en mili Siemens por centímetro (mS/cm). En la leche, la CE depende principalmente de su contenido en sales disueltas y de la naturaleza e interacciones de estas sales. Los componentes de la leche, como grasa, proteína y lactosa, tienen una influencia moderada en la CE comparada con las sales inorgánicas (41).

Fundamento de la Conductividad Eléctrica en Leche

La conductividad eléctrica en la leche se refiere a la capacidad de la leche para conducir una corriente eléctrica. Este parámetro está influenciado por la concentración de iones presentes en la leche, principalmente sodio (Na^+), potasio (K^+), cloruro (Cl^-), y bicarbonato (HCO_3^-). Durante una infección de mastitis, la barrera de la glándula mamaria se daña, permitiendo la entrada de sodio y cloruro al tejido mamario y su posterior excreción en la leche. Este aumento en los niveles iónicos incrementa la conductividad eléctrica de la leche afectada (42).

La conductividad eléctrica de la leche (CE) se determina midiendo la concentración de cationes y aniones. Los iones más comunes en la leche son Na^+ , Cl^- y K^+ . Los sistemas de transporte activo presentes en las células sensoriales de las glándulas mamarias de la ubre bombean Na^+ y Cl^- hacia el fluido extracelular y K^+ hacia las células. Durante la infección, las concentraciones de los iones Na^+ y Cl^- aumentan, mientras que las concentraciones de lactosa y K^+ disminuyen en la leche. Hay tres factores que cambian la concentración iónica en la leche mastítica: la destrucción de las uniones estrechas, la destrucción del sistema de bombeo activo de iones y el aumento de la permeabilidad de los capilares sanguíneos. La alta concentración de Na^+ y Cl^- en el fluido extracelular vierte estos iones en el lumen del alvéolo, después del daño celular debido a la infección. Las concentraciones de K^+ y lactosa disminuyen para mantener la presión osmótica en la leche. La fuga de lactosa hacia el fluido extracelular y la sangre después de la destrucción de la barrera normal de lactosa causa la disminución de la concentración de lactosa en la leche. Durante la mastitis, ocurren alteraciones en la concentración de Na^+ , Cl^- y K^+ en la leche, lo que provoca un aumento en la CE (43).

2.1.14.1. Dispositivo detector de mastitis subclínica DRAMINSK 4Q

La Prueba de Conductividad Eléctrica (PCE) se ha utilizado como un indicador de la mastitis durante la última década, se basa en el aumento de conductividad eléctrica de la leche debido a su mayor contenido electrolítico especialmente iones de sodio y de cloro y se ha desarrollado como un método para monitorear el estado de la mastitis en la vaca (44). El aparato disponible que se promociona con más frecuencia, basado en la medición de la conductividad eléctrica de la leche, es un dispositivo que se sostiene con la mano y tiene una copa empotrada donde se lanzan los chorros de la leche (44).

Existe un incremento electrolítico exactamente iones de Na y Cl, el incremento de sodio y cloro al estar afectado un cuarto mamario con mastitis subclínica es debido a que después de la invasión bacteriana se produce: congestión capilar, edematización del tejido secretor y obstrucción de los conductos intralobulares. También existe alteración de la permeabilidad capilar que produce cambios en la composición de la leche, algunos de ellos son:

- Disminuye la cantidad y la calidad de caseína sintetizada
- Disminuye la grasa butirosa
- Disminuye la lactosa
- Aumenta la concentración de sodio
- Aumentan los cloruros
- Aumentan las proteínas del suero sanguíneo
- Aumentan enzimas
- Aumentan las células somáticas (44).

Características

El dispositivo tiene una plataforma con cuatro recipientes de medición (vasos) y una estructura formada por un bloque de medición y lectura con un display especial de cristal líquido (tipo LCD) en el cual se leen los resultados de las mediciones de los cuatro cuartos. La parte integral del cuerpo la constituye el mango con el interruptor. Dentro del mango está instalada una batería universal de 9V de tensión marcada con los símbolos: 6F22; 6LR61; 1604E (44).

Procedimientos para las mediciones Modelo: 4x4Q MAST

1. Poner los recipientes de medición por debajo de los pezones A, B, C, D y ordeñar los primeros chorros de leche de manera que los recipientes de medición queden llenos (cantidad mínima aprox. 1 cm del borde superior). Es importante que el ordeño de la leche a los recipientes se realice lo más rápidamente posible (44).
2. Una vez ordeñada la leche, presionar el interruptor de alimentación. El dispositivo contará 3 segundos (44).
3. En el display aparecerán los resultados de las mediciones de cada cuarto (44).
4. Para una más fácil detección del cuarto expuesto a enfermedad se puede presionar nuevamente el interruptor y se presentarán las diferencias entre los cuartos correspondientes en relación con el mayor resultado (44).
5. Una vez leídos los resultados y las diferencias de los respectivos cuartos es preciso interpretar sobre la marcha los resultados según las normas indicadas en el siguiente capítulo (44).
6. Verter la leche y sacudir los restos de leche al cubo preparado, (en la nave de ordeño a la rejilla del alcantarillado) (44).

7. Una vez examinada toda la ubre de la vaca es necesario limpiar el aparato: agarrando el dispositivo en la mano sumergir en el cubo con agua sólo los recipientes de medición y mover el dispositivo de manera que se enjuaguen los restos de leche (44).
8. Para el examen de la siguiente vaca se puede proceder inmediatamente después de limpiar los recipientes de medición y presionando brevemente el interruptor. Desaparecerán entonces todos los resultados y aparecerá la disposición a la siguiente medición (44).

Figura 9. Modelo; 4x4 Q MAST



Fuente: (44).

Interpretación de los resultados

- **Lecturas por debajo de 250 unidades**

Indican claramente una inflamación subclínica del cuarto de la ubre o un alto riesgo de convertirse en estado agudo (lo que puede ocurrir muy rápido) (44).

- **Lecturas por encima de 300 unidades**

El estado del cuarto de la ubre es bueno. Las indicaciones más frecuentes están comprendidas entre 330 y 360 unidades. En caso de vacas jóvenes totalmente sanas, las indicaciones tendrán un nivel más alto (370-400), y en el caso de vacas viejas los resultados más frecuentes estarán en un nivel menor (300-320) (44).

- **Lecturas de 250 a 300 unidades:**

Estado transicional entre un estado subclínico de mastitis y un estado bueno. Dadas las diferencias fisiológicas es difícil definir una frontera concreta, después de la cual el cuarto de la ubre está enfermo (7).

En caso de algunas vacas la lectura entre 250 y 300 unidades, sobre todo, si en la vaca examinada no obtenemos valores más altos, consideramos el estado como normal y el cuarto de la ubre como sano. En cambio, si por alguna causa en una vaca en la que anteriormente obtuvimos un resultado muy por encima de 300, de repente observamos una caída de las indicaciones hasta el nivel de 250 - 300 unidades, entonces esta vaca debe considerarse como de alto riesgo de mastitis (44).

Una diferencia mayor de 40 - 50 unidades entre el resultado mayor y menor de los cuartos de la vaca examinada indica inicios de mastitis subclínica. Es imprescindible examinar esta vaca antes de cada ordeño y observar si la enfermedad progresa (continuación del decrecimiento de las indicaciones para el cuarto sospechoso). Además, es imprescindible un cuidado especial y una higiene intensificada antes y después del ordeño (44).

2.1.15. Factores predisponentes a mastitis subclínicas

Edad

Con la edad, el tejido alrededor del pezón de la vaca se vuelve más flácido y el esfínter y los conductos galactóforos están más abiertos, lo que facilita la introducción de bacterias en la glándula mamaria. Además, el sistema inmunológico de las vacas mayores es menos eficiente, lo que incrementa su susceptibilidad a las infecciones (45).

Etapas de Lactancia

A lo largo de la lactancia, se observa un aumento en el contenido de células somáticas en la leche. En las primeras semanas de lactancia, los niveles son elevados, disminuyen durante la lactancia media y vuelven a aumentar en la lactancia tardía. Este patrón se debe a una mayor incidencia de infecciones intramamarias en vacas de mayor edad, que tienen más exposición a traumas e infecciones (45).

Nivel de Producción

Las vacas de alta producción pueden experimentar problemas fisiológicos que afectan el ligamento suspensorio de la ubre, haciendo que los pezones tengan más contacto con el suelo, lo que aumenta el riesgo de lesiones e infecciones (45).

Temperatura Ambiental

La temperatura afecta el consumo de alimentos y agua, la producción y composición de la leche y la tasa de concepción, todos factores que pueden influir en la incidencia de mastitis (45).

Raza

La susceptibilidad a la mastitis varía según la raza. Las vacas de alta producción son más propensas a la mastitis. Factores genéticos influyen en un 10-20% en la susceptibilidad a la enfermedad, y existe una correlación entre el contenido de grasa láctea y la incidencia de mastitis (45).

Factores Nutricionales

Una dieta balanceada con proteínas adecuadas, energía, vitaminas y minerales es crucial para mantener un sistema inmunológico fuerte. Cambios rápidos en la dieta y desequilibrios en los componentes nutricionales aumentan el riesgo de mastitis. La falta de calcio y fósforo, el exceso de nitrógeno no proteico, y una mala calidad de ensilaje pueden predisponer a las vacas a infecciones mamarias (45).

Trastornos Metabólicos

La alta producción de leche y el estado nutricional de las vacas son factores de riesgo significativos. Desequilibrios metabólicos como lipidosis, cetosis, hipoglucemia e hiperamonemia se asocian con inmunosupresión y mayor riesgo de mastitis (45).

Comportamiento

El manejo tranquilo y paciente de las vacas lecheras es fundamental. Problemas en la alimentación, tiempo de descanso y alteraciones físicas pueden afectar negativamente la estabilidad y la salud de los animales (45).

Tasas de Morbilidad y Mortalidad

Un registro adecuado de lesiones, períodos de lactancia, casos de mastitis y manejo sanitario ayuda a controlar la incidencia de enfermedades. Una alta tasa de mortalidad puede indicar problemas de manejo y falta de cumplimiento con normativas sanitarias (45).

Condición Corporal

Una buena condición corporal al final de la gestación garantiza reservas adecuadas de nutrientes, esenciales para la producción de leche inicial. La dieta debe ser rica en proteínas, vitaminas y minerales como vitamina E, vitamina A y selenio para fortalecer la resistencia a la mastitis (45).

Eficiencia Reproductiva

La genética y el tipo de cruzamiento afectan la resistencia a la mastitis. Las vacas deben seleccionarse considerando su resistencia a enfermedades, volumen de producción y adaptabilidad al medio (45).

Respuesta al Manejo

Aspectos como la presencia de ectoparásitos, lesiones, problemas locomotores y la técnica de ordeño influyen en la salud y productividad de las vacas. Las vacas deben ser manejadas con calma y en entornos diseñados para minimizar el estrés (45).

Ingreso de Nuevos Animales

La incorporación de nuevos animales debe ser evaluada cuidadosamente para evitar la introducción de patologías y garantizar la adaptación al medio (45).

Máquinas de Ordeñar

El uso de pezoneras puede aumentar el riesgo de mastitis de tres formas: transfiriendo agentes infecciosos, dañando el tejido de los pezones y causando reflujo de organismos dentro de la ubre. Las vacas infectadas deben ser ordeñadas al final y las pezoneras deben ser desinfectadas adecuadamente. Ajustes incorrectos de vacío y tiempos prolongados de ordeño pueden dañar los tejidos del pezón y facilitar la entrada de bacterias (45).

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Análisis de tesis

Díaz, D & Martínez, F (46) “Nicaragua es el principal productor de leche en Centro América y cuenta con una industria láctea cada vez más eficiente y tecnificada. El sector se ubica como uno de los rubros importantes dentro de las exportaciones. Este estudio se llevó a cabo en dos fincas de la comarca Piedra Sembrada del municipio de Camoapa con el fin de determinar la prevalencia e incidencia de mastitis utilizando el método de conductividad eléctrica DRAMINSKI MASTITIS DETECTOR para mastitis subclínica y prueba del fondo oscuro para mastitis clínica, donde además se realizó una exploración clínica de todos los animales en estudio y se comparó el manejo zoonosanitario de las dos unidades de producción. Se evaluaron un total de 169 animales en un periodo de tres meses, los resultados encontrados fueron sometidos a un análisis a través de estadísticas descriptiva (promedios, desviación estándar y porcentajes) e inferencial (prueba T para muestras independientes y diferencia de proporciones). Los resultados indicaron que la prevalencia fue mayor en la finca El Tablón con 42.30%. El mayor porcentaje de cuartos afectados se obtuvo en la finca el Tablón. Los cuartos más afectados fueron el anterior izquierdo en el primer mes con 19.23%, el posterior izquierdo en el segundo mes con 24.14% y el posterior derecho en el tercer mes con 26%. Se encontraron más afectadas las vacas de entre 3-4 lactancias en donde se obtuvo un 32% y 52% respectivamente en la finca El Tablón y un 42% y 21.42% en la finca La Unión. Se determinaron más afectadas las vacas de 9 años con un 28% en la finca El Tablón y 35.71% en la finca La Unión. Ninguna de estas variables presentó diferencias significativas ($P>0.05$). Las dos fincas implementan desparasitaciones y programas sanitarios cada 3 meses, pero no implementan medidas higiénicas pre-ordeño y post-ordeño. Se determinó una incidencia acumulada de 24.14% y 48.28% en el Tablón y 21.43% y 32.14% en La Unión entre los periodos de febrero a abril. Se encontró una incidencia verdadera de 35.89 casos en al Tablón y 17.30 casos en La Unión durante el periodo de 3 meses” (46).

Quilapanta, A. (47) "El objetivo de este trabajo es diagnosticar la mastitis subclínica mediante tres métodos para el control y tratamiento en vacas

Holstein de la Estación Experimental Tunshi – Facultad de Ciencias Pecuarias, para lo cual se evaluó mediante Milk Checker, Draminski y California Mastitis Test (CMT) determinando el mejor método de diagnóstico; se realizó el cultivo bacteriológico de las muestras reactivas a mastitis realizándose un antibiograma para la aplicación del mejor tratamiento antibiótico. Para el desarrollo del trabajo experimental se utilizaron 16 vacas en producción las mismas que fueron diagnosticadas a través de los tres métodos antes mencionados codificando cada cuarto de acuerdo con la posición en la que se encontraba, tomando los datos dos veces al día los cuartos positivos se tomaron muestras para posteriormente enviarlas a laboratorio. Para el análisis estadístico se utilizó una estadística descriptiva a través de frecuencias mediante tres métodos, Milk Checker, Draminski y CMT ya que no corresponde a un tipo de diseño experimental dándonos como resultado una incidencia de mastitis subclínica de acuerdo a CMT de 87,5%, el método más eficaz fue CMT con 92,19% de datos correctos, se obtuvo un 100% de Bacterias Gram + siendo estas sospechosamente en su mayoría *Staphylococcus aureus* con 51,4% y el 48,6% corresponde a Bacilos siendo estas B hemolíticas y no hemolíticas respectivamente, en el antibiograma realizado se tiene una sensibilidad a Tetraciclina, Penicilina y una resistencia a Ciprofloxacina. Se recomienda realizar un control de agua mediante un antibiograma para verificar la presencia o no de antibióticos producto de residuos de otras explotaciones, realizar un antibiograma por lo menos una vez al año para evitar crear resistencia antibiótica" (47).

Meza, A & Flores, E (48) “El presente estudio se llevó a cabo en cuatro unidades productivas, ubicadas en la comarca Panamérica, Camoapa-Boaco. El principal objetivo fue determinar la prevalencia de mastitis subclínica en vacas lactantes a través del método de conductividad eléctrica (DRAMINSKI MASTITIS DETECTOR) bajo condiciones de ordeño tradicional, además de realizar una exploración clínica general de los animales en estudio y comparar el manejo zoonosanitario de las cuatro fincas. Para este propósito, se evaluó un total de 66 hembras bovinas en ordeño, los datos encontrados fueron sometidos a un análisis de estadística descriptiva utilizando el programa EXCEL 2016, descritos cualitativamente y a través de porcentaje. Los resultados del estudio

demonstraron una prevalencia alta en la finca el Encanto y Pantanal siendo este de 63.64% y 54.55% respectivamente. Los cuartos mamarios más afectados fueron el cuarto posterior izquierdo (CPI) y cuarto anterior izquierdo (CAI) con valores de 26.15% y 20.31% respectivamente. La finca el Encanto presentó el mayor porcentaje de cuartos afectados con un 25%. Además, se encontró que la afectación por mastitis subclínica es mayor en las hembras de tercera lactancia y en vacas con edad de 7 años. Las muestras que resultaron positivas a DRAMINSKI con una diferencia de ≥ 80 puntos con relación al de mayor puntaje, fueron enviadas al laboratorio, resultando un 50% a E.coli y un 50% en el cual no hubo crecimiento bacteriano. En cuanto al estado clínico de las vacas en estudio los parámetros fisiológicos promedio se encontraban dentro de sus rangos normales, con excepción de la finca el encanto donde se encontró una frecuencia cardiaca de 82.18 ± 9.18 mostrándose ligeramente alterada atribuyéndose al stress causado durante la manipulación. La condición corporal promedio de las vacas en los cuatro hatos fue de 2.86 ± 0.41 - 3.29 ± 0.30 estando estos dentro de los parámetros aceptables, también se encontraron heridas en los pezones y presencia de ectoparásitos con mayor abundancia en la finca el Pantanal. Todos estos resultados se encontraron estrechamente ligados con el manejo sanitario que se práctica, debido a que este no es el más adecuado para la explotación lechera, el cual favorece la entrada de microorganismos patógenos causantes de mastitis” (48).

Díaz, T (49) “El objetivo general de esta investigación fue determinar la prevalencia de mastitis en vacas Holstein mestizas de la asociación ASOPROPEM de la parroquia Sucre, cantón Patate. El estudio se realizó mediante el análisis bacteriológico de la leche de la asociación ASOPROPEM y el trabajo de procesamiento de muestras en el laboratorio VETELAB. Mediante la prueba de campo CMT (California Mastitis Test) se muestrearon un total de 100 vacas Holstein mestizas de las cuales: 55 dieron positivas y 45 negativas a mastitis, se reportó una prevalencia por animal de 55%, de los 400 cuartos mamarios muestreados 90 resultaron infectados, de acuerdo a esto se determinó un 22.5% de prevalencia de mastitis para el total de cuartos infectados. En relación a la posición de los cuartos se obtuvo del CIA (cuarto izquierdo anterior) un 31,11%, seguido por el CIP (cuarto izquierdo posterior)

con un 26,67%, tanto en el CDA (cuarto derecho anterior) y CDP (cuarto derecho posterior) se reportó resultados similares 23,11% de prevalencia. Se aislaron 5 agentes Bacteriológicos Gram positivos en donde se identificó: 40% de *Staphylococcus aureus*, 30% de *Scaphylococcus coagulans* positiva, 20% *Staphylococcus* spp, en menor cantidad se obtuvo 7% *Streptococcus dagaiaetiae* y 3% *Streptococcus uberis*. La sensibilidad se determinó mediante un antibiograma con 10 tipos de antibióticos. La sensibilidad bacteriana hacia los antibióticos fue: *Staphylococcus aureus* se observó sensibilidad a la cefalexina, sulfatrimetoprim y gentamicina *Staphylococcus* spp a la gentamicina *Scaphylococcus Coagulans* Positiva la amoxicilina + ac. Clavulánico y sulfatrimetoprim, para el *Streptococcus Dysgalactiae* el sulfatrimetoprim y finalmente para *Streptococcus Uberis* la cefalexina y lincomicina. Por lo tanto, se concluye que la cloxacilina al ser un antibiótico de bajo costo y muy utilizado los microorganismos han creado resistencia por lo que se recomienda la aplicación de cefalexina, sulfatrimetoprim, gentamicina para el tratamiento de mastitis debido a que tendrán un mejor efecto.

Martínez, G (50) “La mastitis subclínica es la inflamación de la glándula mamaria ocasionada por una infección bacteriana, irritación o trauma, es la principal enfermedad que afecta al ganado lechero causando grandes pérdidas económicas. En el presente estudio se determinó prácticas de ordeño y la Prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras que abastecen el centro de acopio Unión de lecheros del sauce (ULDESA) municipio el Sauce en el departamento de León Septiembre – Noviembre 2011. Se realizó un estudio de corte transversal con una población de todas las hembras bovinas a las que se realizó el test de California, con una muestra de 365 hembras bovinas a las cuales se llenó una ficha con información sobre las prácticas de ordeño. Se obtuvo 73.7% de las vacas con reacción positiva al CMT. De 1,460 cuartos, el 48.7% estaban afectados en algún grado de mastitis subclínica. La reacción con mayor frecuencia fue la de dos cruces con un 35.9 %, las de una cruz con 23.8 % y en menor grado la de tres cruces con 11 % de las reacciones. El lavado de manos, el tipo de ordeño artesanal, lugar de ordeño, desinfección de ubre y Sustancia para desinfectar la ubre fueron las principales variables asociadas a la enfermedad. Este estudio servirá de base para que las autoridades

competentes realicen acciones en pro de disminuir esta problemática que afecta la calidad e integridad de la leche, así como la salud y productividad de los animales y la salud pública” (50)

Chasi, E (51) “El estudio tuvo como objetivo evaluar la prevalencia de mastitis bovina en la comunidad de Muyurco, Cantón Cayambe, utilizando la prueba de California Mastitis Test (CMT). Se realizaron dos fases de muestreo durante el ordeño, abarcando un total de 68 vacas y 272 cuartos de ordeño de pequeñas fincas. Los resultados mostraron que el 38,24% de las vacas estaban infectadas, mientras que el 61,76% resultaron negativas. La infección se clasificó en diferentes grados: trazas (23,52%), grado uno (17,65%), grado dos (14,71%) y grado tres (20,59%). La prevalencia aparente fue confirmada en un 38,23% con la CMT, la cual demostró una sensibilidad y especificidad del 100%. Las muestras enviadas al laboratorio LAV BET en Quito revelaron la presencia de varios patógenos: *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus dysgalactiae* (11,54%), *Streptococcus agalactiae* y *Escherichia coli* (1,47%), entre otros. Se identificaron factores de riesgo para la mastitis, como malas prácticas de ordeño, falta de conocimiento sobre la enfermedad, y el uso inadecuado de antibióticos. Además, se estimaron pérdidas económicas significativas en el centro de acopio de Muyurco, donde se pierden aproximadamente 49,17 litros de leche al día, lo que representa un costo mensual de \$634,29 para los productores.” (51)

Celis, E (52) “Investigación no experimental mediante muestreo probabilístico de conveniencia y estudio descriptivo transversal observacional para determinar la prevalencia de la mastitis subclínica bovina (MSC) del departamento de Chiquimula a través de la Prueba de California Mastitis Test (CMT), estableciendo los índices de mastitis subclínica (IMSC) y bajo riesgo/alto riesgo según el grado de infección (IBR/IAR); pues no existe información de la prevalencia, aislamiento e identificación de bacterias causantes de la MSC. La población muestreada estuvo constituida por unidades de producción láctea con más de 25 litros/leche/día ($n=93$), se realizó un muestreo estratificado aleatorio compuesto por 11 municipios con un nivel de confianza del 90%. Variables medidas fueron litros de leche/vaca, litros de

leche perdida por la MSC, cuartos mamarios con MSC, sanos, no funcionales; prevalencia de la MSC/CMT, prevalencia de bacterias (agentes etiológicos) y, la situación productiva, riesgo de exposición y predicción de casos. Los resultados en 965 vacas muestreadas hubo 3,827 cuartos funcionales, 33 no funcionales; 678 positivos al CMT (81,53%) con algún grado de afección, el cuarto anterior derecho fue el de mayor prevalencia (24.34%), como producto de la MSC hubo aproximadamente 201.5 litros/leche/día no producidos pues solo el 7.53% de los productores realiza la prueba de CMT. Las bacterias aisladas en leches con algún grado de afección fueron *Staphylococcus* y *Streptococcus* (70.79%) y *Enterobacterias* (29.21%) según cepario de Microscan 2016®. La prevalencia de MSC fue de 40.48%, el IMSC tiene una magnitud baja (0.23) y el IBR/IAR son bajos (8.23) que indica riesgo alto de que la vaca afectada con MSC padezca de mastitis clínica” (52).

Condori, A (53) “Esta investigación se llevó a cabo en las unidades de crianza de bovinos Brown Swiss en Umachiri, Melgar, Puno, a una altitud de 3,953 m, entre enero y agosto de 2017. Su objetivo fue determinar la prevalencia de mastitis subclínica y los factores de riesgo asociados en estas vacas. Se tomaron muestras de leche de 220 vacas en producción, las cuales se analizaron utilizando la prueba de Conductividad Eléctrica (Draminski), complementándose con encuestas para identificar los factores de riesgo. Se aplicó la prueba de Ji-cuadrado para el análisis estadístico. La prevalencia general de mastitis subclínica fue del 33.64%. Al analizar por número de lactancia, se encontraron prevalencias de 12.23% a 65.38% en vacas de primera a sexta lactancia. También se observó una variación por cuartos mamarios, con prevalencias de 31.36% a 18.18%. En cuanto a los factores de riesgo relacionados con el manejo, el 97.7% de los productores realiza ordeño manual y el 71.4% usa indumentaria adecuada. Solo el 40.5% lleva registros de ordeño. En términos de higiene, el 68.6% de los ordeñadores tienen prácticas regulares, aunque el 90% se lava las manos antes de ordeñar, solo el 40.5% lava las ubres y pezones adecuadamente. Además, el 68.2% ordeña con los terneros al pie. En el aspecto ambiental, el 89.5% tiene cobertizos y el 84.1% dispone de comederos y bebederos. Sin embargo, solo el 2.3% cuenta con una sala de

ordeño. La higiene de los medios de ordeño es regular en el 84.1%, y los dormideros presentan una limpieza también regular en el 63.6%” (53).

2.2.2. Análisis de trabajos de investigación

Avellán, et al (54) “El presente estudio se llevó a cabo en el cantón Rocafuerte, perteneciente a la zona centro de la provincia Manabí. El objetivo fue determinar la prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino. Para ello se evaluó un total de 280 vacas en ordeño durante 6 meses, en varias ganaderías bovinas seleccionadas al azar. Para conocer la prevalencia de mastitis subclínica, se realizó la prueba California Mastitis Test (CMT). Los resultados del estudio demostraron que existe una prevalencia de mastitis subclínica en vacas de 38,57%, en los cuatros cuartos mamarios se encontró un 15,76% de prevalencia de mastitis subclínica; en los cuartos individuales se encontró una prevalencia de mastitis subclínica entre 12,86- 19,29%. Al comparar proporciones se estableció que el mayor porcentaje 30,68% de cuartos mamarios afectados por mastitis subclínica correspondían a la posición posterior derecha (CPD), en relación a la posición posterior izquierda (CPI) encontrándose diferencia significativa ($p<0.05$) entre ambas posiciones. Se pudo apreciar que el 93,52% ($p<0.05$) de las vacas positivas a la prueba eran multíparas, además que el 83,33% ($p<0.05$) se encontraban entre 1 a 100 días de lactancia. Se concluye que la prevalencia de mastitis subclínica encontrada fue alta, y pudo estar relacionado con problemas sanitarios en la rutina el ordeño, y como consecuencia provoca pérdidas económicas en los productores de este cantón” (54).

Santivañez et al (55) “Con el objetivo de determinar la prevalencia y los factores asociados a la mastitis subclínica, se utilizaron 209 de 459 bovinos en producción de leche del distrito de Tamburco (Abancay, Apurímac, Perú). En el ámbito el tipo de ordeño fue manual, con temperaturas que oscilan entre 18°C a 1,3°C y localizada entre 2700 a 3100 msnm. Para determinar la prevalencia de la enfermedad se utilizó el California Mastitis Test (CMT) y para hallar los factores asociados se usó la regresión logística multivariada. Se encontró 72,25% (151 de 209) de prevalencia de mastitis subclínica, considerando trazas como positivos, y 65,55% (137 de 209) de prevalencia de

mastitis subclínica sin considerar trazas como positivos. De 15 variables estudiadas, solo 3 fueron consideradas en el modelo de regresión logística. Se encontró dos veces más riesgo a la mastitis subclínica en vacas de raza Holstein [$\exp(\beta) = OR = 2,117$] que en aquellas de otras razas, y en vacas con ausencia de higiene de manos antes del ordeño [$\exp(\beta) = OR = 2,096$] que en vacas donde se realiza esta higiene; sin embargo, la edad de 3 a 4 años de las vacas [$\exp(\beta) = OR = 0,396$] fue un factor de protección que aquellas mayores a 4 años. Se concluye que la inclusión de trazas en la estimación de la prevalencia no incrementa su valor; existen factores de riesgo y de protección que están asociados con la ocurrencia de mastitis subclínica en bovinos” (55).

Pérez, R et al (45) "Se evaluaron los factores asociados a la prevalencia de mastitis subclínica en bovinos doble propósito en Sonora, México. Se muestrearon 350 vacas en ordeña representativas de la región. Se determinó la prevalencia de mastitis con la prueba de California y crecimiento microbiológico en placa. Se evaluaron los efectos de: época del año, tipo de ordeño, número de parto, días en lactancia y presencia/ausencia de becerro sobre la prevalencia de mastitis. Se utilizó el método de Chi2 y prueba de dos proporciones independientes para determinar diferencias estadísticas. La prevalencia de mastitis subclínica fue similar entre épocas (verano 64.9% vs invierno 65.7%). El tipo de ordeño no afectó la prevalencia de mastitis, mientras que las vacas con más de 7 partos mostraron mayor ($P \leq 0.05$) prevalencia de mastitis 78.2%, comparadas con las vaquillas de primer parto 49.5%, y entre 2-6 partos 67.5% respectivamente. Los días en lactancia afectaron la prevalencia de mastitis siendo mayor ($P \leq 0.05$) en las vacas de ≥ 141 : (74.0%) vs los grupos de 7-70 días: (64.2%), 71-140: (58.8%) respectivamente. La prevalencia de mastitis fue menor ($P \leq 0.05$) en las vacas que se ordeñaron con presencia del becerro comparado sin becerro (63.9% vs 77.9% respectivamente). Se determinaron los principales factores asociados a la prevalencia de mastitis en ganado bovino de doble propósito" (45).

Arce et al (56) “Objetivos: Evaluar la calidad físico-química de leche del ganado bovino criollo y determinar si cumple las exigencias de la Norma Técnica Peruana NTP202.001:2016 . Metodología: El estudio se realizó en el

ganado de la Asociación de Ganaderos Los Molinos, ubicado en el distrito de Gorgor, Lima – Perú. Se tomaron seis muestras de leche semanales durante dos meses, para el análisis de: densidad (D), temperatura de leche fresca (TL), punto de congelación (PC), conductividad eléctrica (CE), porcentaje de grasa (G), sólidos no grasos (SNG), proteína (P), lactosa (L), medida del aguado de leche (AL), y porcentaje de sólidos totales (ST). Los datos se analizaron mediante la estadística descriptiva, con el programa Minitab v.18. Resultados: El análisis fisicoquímico de leche determinó los siguientes valores: D, $1,029 \pm 0,001$; TL, $15,245 \pm 1,551$; PC, $-0,500 \pm 0,0093$ °C; CE, $4,004 \pm 0,073$; G, $3,549 \pm 0,299$; SNG, $8,8113 \pm 0,10302$ g/100; P, $3,298 \pm 0,035$, L, $4,209 \pm 0,055$, AL, $0,0613 \pm 0,17324$; ST, $12,3563 \pm 0,28550$ %. Conclusiones: La leche de vaca producida en la asociación Los Molinos - distrito Gorgor, cumple con las exigencias de la Norma Técnica Peruana





CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del trabajo

3.1.1.1. Espacial

El trabajo se realizó en un establecimiento ganadero, fundo “Mis tres tesoros” ubicado en el Distrito de la Majes Provincia de Caylloma, región de Arequipa geográficamente ubicado en las coordenadas siguientes: Latitud: 16° 19' 16" Sur y Longitud: 72° 36' 49" Oeste (57); El distrito de Majes limita geográficamente con los siguientes distritos: al Noreste con Lluta, al Sureste con Santa Isabel de Sigwas y San Juan de Sigwas, al Sur con Quilca y Samuel Pastor y al Noroeste con Nicolás de Piérola de Camaná, así como con Uraca y Huancarqui de la provincia de Castilla. Ubicado a 1500 m.s.n.m (57).

3.1.1.2. Temporal

El período de análisis de datos y experimentación del presente trabajo de investigación se realizó en el tiempo comprendido entre los meses de noviembre del 2023 a marzo del 2024.

3.1.2. Materiales biológicos

- Muestras de leche
- Vacas Holstein

3.1.3. Materiales de campo

- Detergente en polvo (limpieza de electrodos)
- Botas de campo
- Mameluco
- Guantes

3.1.4. Materiales de escritorio

- Laptop y/o computadora
- Tablilla para apuntes

3.1.5. Equipos y maquinarias

- Detector de mastitis subclínica DRAMINSKI MODELO 4Q MAST

- Cámara fotográfica

3.2. Métodos

3.2.1. Muestreo

3.2.1.1. Universo:

Vacas de raza Holstein, según número de lactancia entre 1, 2, 3, y 4 y DEL, de aproximadamente 53 000 vacas en producción en Arequipa, dato obtenido de SENASA 2020 (58).

3.2.1.2. Tamaño de muestra:

El tamaño de la muestra se determinó con un 95% de confianza, por lo tanto, el error aleatorio tolerado es de 5%, para la determinación del tamaño de muestra se empleó la fórmula de estimación para poblaciones de más de 10000 ejemplares siendo la siguiente:

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2}$$

Dónde:

n: tamaño de la muestra.

Z: valor estándar de confiabilidad, 2,58 (95%)

p: proporción estimada de bovinos con los atributos deseados (92%).

q: proporción de la población de referencia que no presenta los atributos deseados (1-p).

d: nivel de precisión absoluta (5%)

Reemplazando:

$$n = \frac{(1,96)^2(0,92)(0,08)}{(0,05)^2}$$

$$n = 113,10 \text{ vacas}$$

Se seleccionó una muestra del tamaño conveniente de 120 vacas, completamente al azar, de fase inicial 0-101 días, intermedia de 102 a 203 días y final de 204 a 305 días y número de lactancias de 1 a 4.

3.2.1.3. Procedimiento de muestreo

Se evaluó el grado de conductividad eléctrica de las mismas 120 vacas con el detector de mastitis subclínica DRAMINSKI 4Q MAST cada 7 días durante 3 semanas.

3.2.2. Métodos de evaluación

3.2.2.1. Metodología de la experimentación

Se realizó el muestreo durante el ordeño matutino utilizando la prueba de conductividad eléctrica (Draminski) para diagnosticar la mastitis subclínica, los cuartos mamarios fueron identificados de la siguiente forma:

- Cuarto anterior izquierdo (CAI)
- Cuarto anterior derecho (CAD)
- Cuarto posterior izquierdo (CPI)
- Cuarto posterior derecho (CPD)

La ubre se lavó con agua, se realizó el despunte (eliminación del primer chorro de leche), seguido de la toma de muestra de cada cuarto, se hizo en el orden descrito anteriormente, luego de tomar la muestra se secó la ubre.

Fotografía 01. Calibración del dispositivo con agua



Fotografía 02. Toma de muestra de leche de cada cuarto

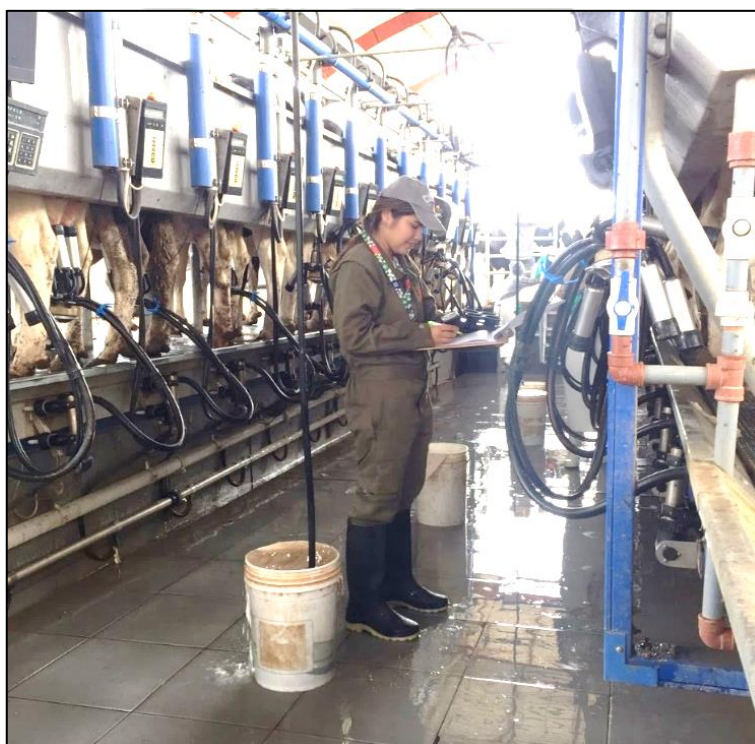


Se procedió a la interpretación de los resultados anotándolos en el registro de muestreo.

Fotografía 03. Lecturas obtenidas de los cuatro cuartos de una vaca en el dispositivo Draminski 4Q



Fotografía 04. Anotación de las lecturas obtenidas en el registro de muestreo



Se efectuó un seguimiento de las vacas evaluadas, utilizando la prueba de conductividad eléctrica cada 7 días durante 3 semanas.

3.2.2.2. Recopilación de la información

a. En el campo

Recolección de datos de la interpretación de los resultados, llenado de registro y posterior formulación de una base de datos.

b. En la biblioteca

Revisión de libros, revistas y artículos relacionados al tema de interés

c. En otros ambientes generadores de la información científica

Entrevistas y conversatorio con expertos en el tema, páginas web y revistas indexadas de alto impacto, repositorio institucional.

3.3. Variables de respuesta

3.3.1. Variables independientes

- Días en leche
- Numero de lactancia

3.3.2. Variables dependientes

- Grado de conductividad eléctrica por cuarto mamario

Cuadro 01. Operacionalización de las variables

	Variable	Indicador
Independiente	Días en leche	0 – 101; 102 – 203; 204 - 305
	Número de lactancia	1 ^{ra} , 2 ^{da} , 3 ^{ra} , 4 ^{ta}
Dependiente	Conductividad eléctrica	Conductividad eléctrica en Cuarto anterior izquierdo (CAI) (mS/cm) Conductividad eléctrica Cuarto anterior derecho (CAD) (mS/cm) Conductividad eléctrica Cuarto posterior izquierdo (CPI) (mS/cm) Conductividad eléctrica Cuarto posterior derecho (CPD) (mS/cm)

3.4. Evaluación estadística

3.4.1. Diseño Experimental

3.4.1.1. Unidades experimentales

Cada vaca fue utilizada como una unidad experimental, donde la frecuencia de mastitis subclínica se determinó por cada cuarto mamario evaluado.

3.4.1.2. Diseño de tratamientos

Dada la variación de la producción de leche durante el tiempo de lactancia o días en leche (DEL) y según el número de lactación, las vacas bajo estudio se dividieron en tratamientos según estos indicadores.

3.4.1.3. Distribución de tratamientos

Los animales fueron distribuidos en tratamientos según el nro. de lactancia:

Cuadro 02. Distribución de tratamientos

DEL	T1	T2	T3	T4	
	1era lact	2da lact	3era lact	4ta lact	Σ_b
0-101	10	10	10	10	40
102-203	10	10	10	10	40
204- 305	10	10	10	10	40
Σ_t	30	30	30	30	$\Sigma = 120$

3.4.2. Análisis estadísticos

Para las variables cuantitativas, se utilizó un análisis estadístico descriptivo. Este análisis incluye medidas de tendencia central como la media, la mediana, el valor mínimo y el valor máximo. Además, se calcularon medidas de dispersión, tales como la desviación estándar y el coeficiente de variación, que se presentaron de manera organizada en tablas.

3.4.1.3. Análisis de varianza

Se utilizó un análisis de varianza para un diseño completamente al azar, a un nivel de significancia de 0,01.

3.4.1.3. Análisis de significancia

Las pruebas estadísticas se realizaron a un nivel de significancia de 0,01.

3.4.1.3. Análisis de frecuencias

Se utilizaron distribución de frecuencia observada, relativa y porcentual





CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Evaluación del grado de conductividad eléctrica por medio de Draminski 4Q.

Tabla 01. Grado de conductividad eléctrica registrada (mS/cm) en las vacas evaluadas

Semana	1 semana				2 semana				3 semana			
Cuartos	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD
n	119,00	119,00	119,00	119,00	119,00	119,00	119,00	119,00	119,00	119,00	119,00	119,00
Pc	1,00	5,00	1,00	0,00	1,00	5,00	1,00	0,00	1,00	5,00	1,00	0,00
Mínimo	250,00	200,00	260,00	190,00	200,00	220,00	190,00	200,00	190,00	200,00	180,00	190,00
Máximo	870,00	990,00	990,00	800,00	950,00	920,00	950,00	850,00	920,00	890,00	840,00	930,00
D.S	101,23	102,39	115,66	105,33	105,97	115,83	117,00	101,85	125,97	119,59	101,93	119,89
C.V	22,67	23,43	24,98	23,14	22,44	24,54	24,12	21,45	27,68	26,35	21,69	25,19
Media	446,53	436,93	463,05	455,13	472,29	472,02	485,17	474,79	455,17	453,77	470,00	475,88
Mediana	430,00	420,00	440,00	440,00	450,00	450,00	470,00	480,00	430,00	445,00	460,00	460,00

n: vacas evaluadas; Pc: pezones ciegos

En la tabla 01 se observa que el promedio de conductividad eléctrica en el CAI durante la primera semana fue de $446,53 \pm 101,23$ mS/cm; $472,29 \pm 105,97$ mS/cm y $455,17 \pm 125,97$ mS/cm en la segunda y tercera semana respectivamente. La conductividad eléctrica en el CAD fue de $436,93 \pm 102,39$ mS/cm en la primera semana; en la segunda semana se registró una conductividad de $472,02 \pm 115,83$ mS/cm y en la tercera semana de $453,77 \pm 119,59$ mS/cm. En la primera semana el CPI obtuvo un grado de conductividad eléctrica de $463,05 \pm 115,66$ mS/cm; $485,17 \pm 117$ mS/cm en la segunda y de $470 \pm 101,93$ mS/cm en la tercera semana. La conductividad eléctrica en el CPD arrojó los valores de $455,13 \pm 105,33$ mS/cm; $474,79 \pm 101,85$ mS/cm y $475,88 \pm 119,89$ mS/cm en la primera, segunda y tercera semana respectivamente.

Gráfico 01. Conductividad eléctrica registrada en las vacas evaluadas durante la primera semana.

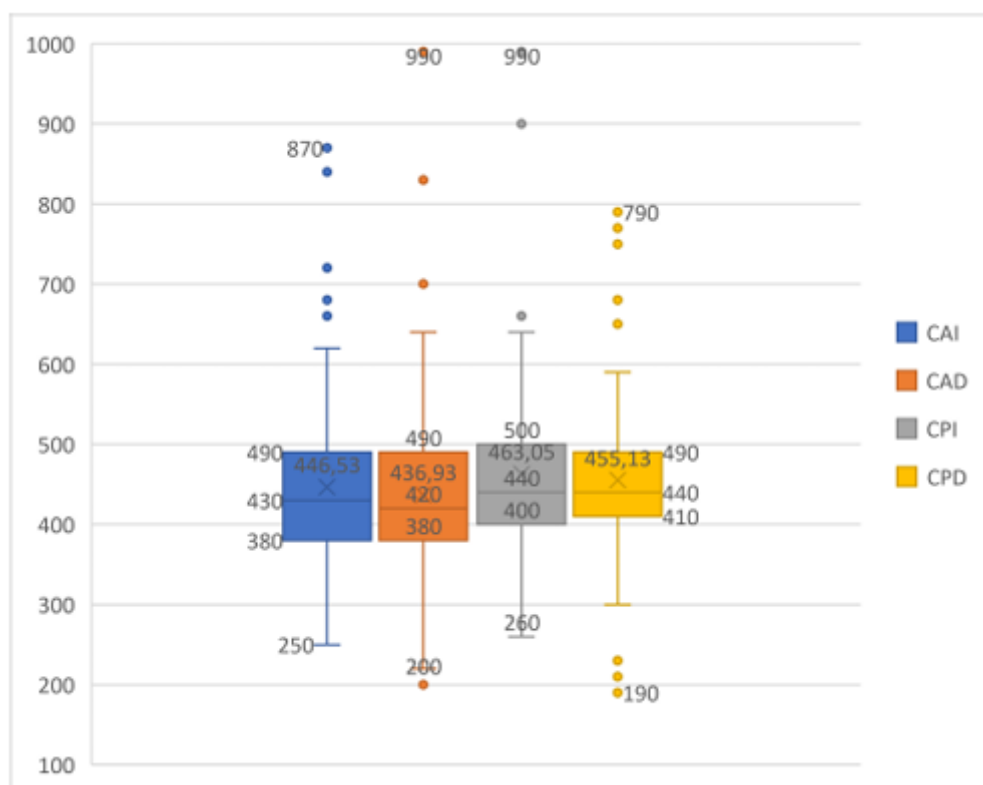


Gráfico 02. Conductividad eléctrica registrada en las vacas evaluadas durante la segunda semana.

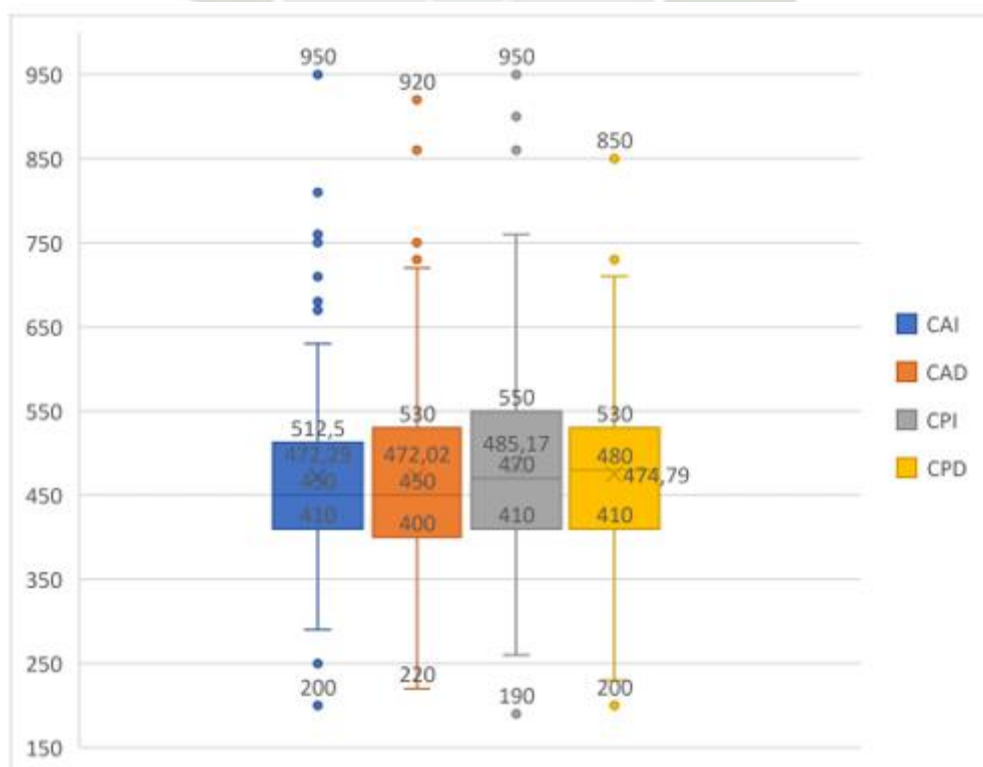
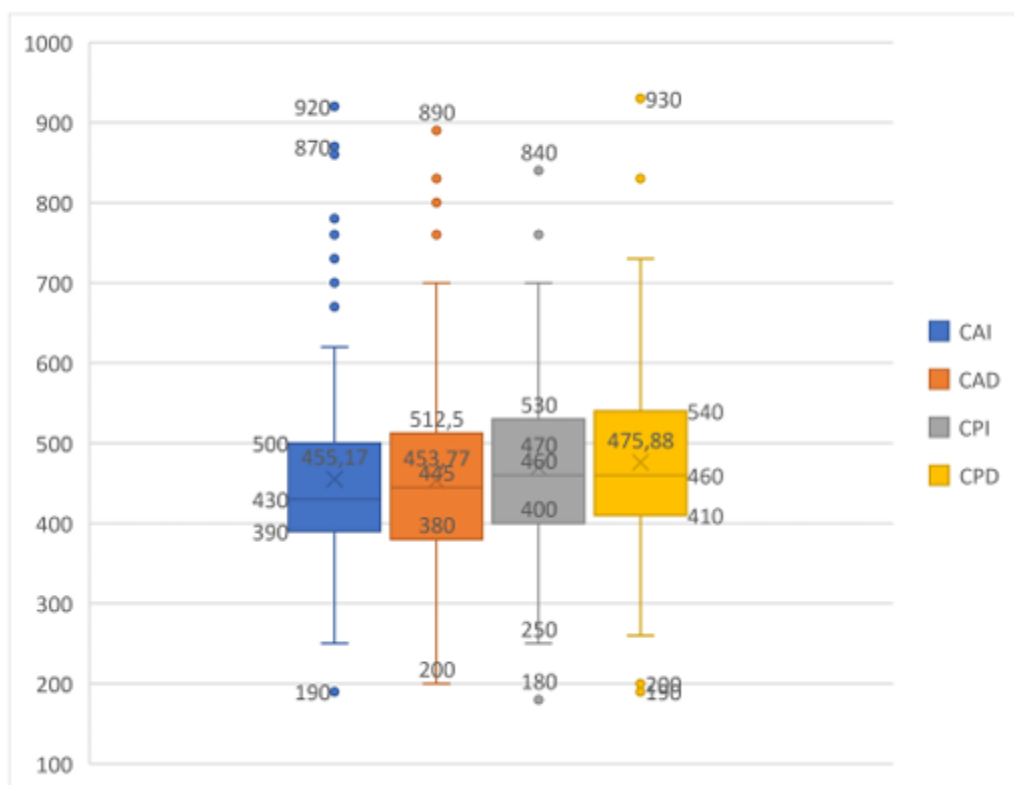


Gráfico 03. Conductividad eléctrica registrada en las vacas evaluadas durante la tercera semana.



En las gráficas 01, 02 y 03 se manifiesta la estadística descriptiva de la conductividad eléctrica en los cuartos mamarios durante la primera, segunda y tercera semana de evaluación respectivamente. Como podemos notar, la CE en el CAI muestra un aumento en la segunda semana, seguido de una ligera disminución en la tercera semana. El CAD presenta un patrón similar al CAI, con un incremento en la segunda semana y una ligera disminución en la tercera semana. En el CPI, la CE aumenta progresivamente hasta la segunda semana y disminuye ligeramente en la tercera. Por otro lado, el CPD muestra un aumento constante en la CE durante las tres semanas.

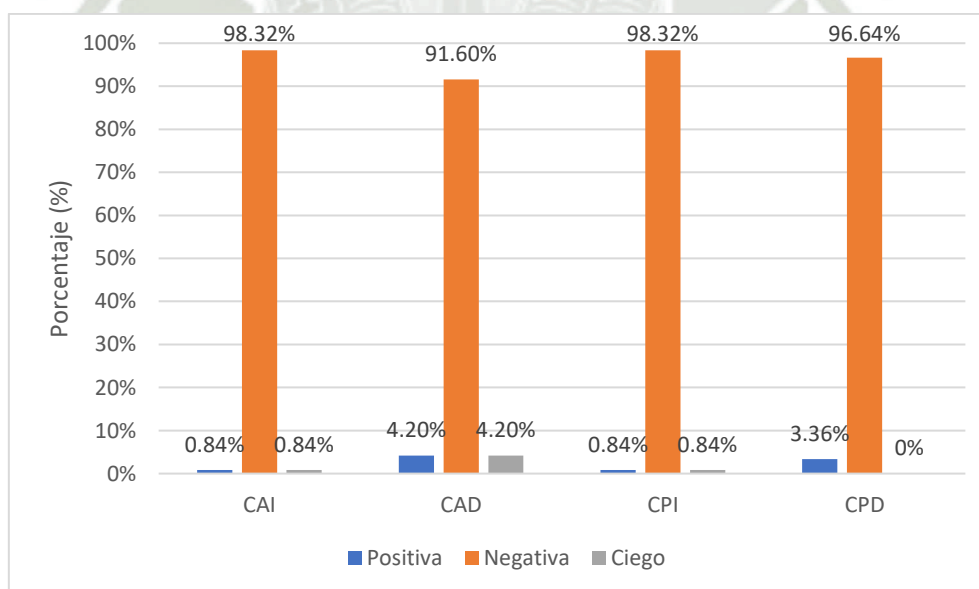
Las variaciones observadas en la CE a lo largo de las semanas sugieren la estabilidad de los niveles de conductividad sin indicación clara de mastitis subclínica, ya que todos los valores se encuentran, en promedio, significativamente por encima del umbral de 250mS/cm indicativo de mastitis subclínica.

Tabla 02. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la primera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	1	0,01	0,84	5	0,04	4,20	1	0,01	0,84	4	0,03	3,36
Negativa	117	0,98	98,32	109	0,92	91,60	117	0,98	98,32	115	0,97	96,64
Ciego	1	0,01	0,84	5	0,04	4,20	1	0,01	0,84	0	0	0
	119	1	100	119	1	100	119	1	100	119	1	100

En la tabla 02 se puede observar, a la interpretación de los valores de conductividad eléctrica, que en la primera semana de estudio el 0,84% de los cuartos anteriores izquierdos resultaron positivos para mastitis, mientras que el 98,32% resultó negativo; el cuarto anterior derecho tuvo un porcentaje de positividad para mastitis del 4,20% y el 91,60% de los cuartos dieron resultado negativo; para el caso del cuarto posterior izquierdo los valores son idénticos a los resultados del CAI siendo 0,84% positivos y 98,32% negativos; de los cuartos posteriores derecho el 3,36% fueron positivos para mastitis subclínica y el 96,64% resultó negativo.

Gráfico 04. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la primera semana



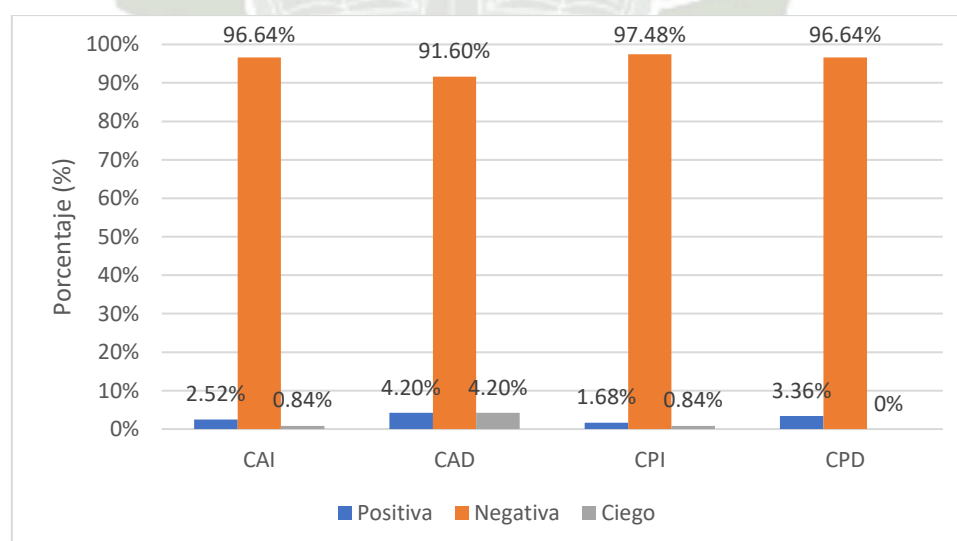
En la gráfica 04 se identifica que el porcentaje de cuartos afectados es menor a los cuartos negativos a mastitis subclínica. Estos datos sugieren que los cuartos mamarios derechos (CAD con 4.20% y CPD con 3.36%) presentan una mayor frecuencia de mastitis subclínica en comparación con los cuartos izquierdos (CAI y CPI ambos con 0.84%).

Tabla 03. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la segunda semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	3	0,03	2,52	5	0,04	4,20	2	0,02	1,68	4	0,03	3,36
Negativa	115	0,97	96,64	109	0,92	91,60	116	0,97	97,48	115	0,97	96,64
Ciego	1	0,01	0,84	5	0,04	4,20	1	0,01	0,84	0	0	0
	119	1	100	119	1	100	119	1	100	119	1	100

En la tabla 03 se observan los porcentajes de cuartos mamarios positivos y negativos para mastitis subclínica, basados en la conductividad eléctrica. Durante la primera semana del estudio, el 2,52% de los cuartos mamarios anteriores izquierdos mostraron señales de mastitis subclínica, mientras que el 96,64% restante dio negativo. Por su parte, en los cuartos anteriores derechos, el porcentaje de positividad para mastitis fue del 4,20%, con un 91,60% de cuartos negativos. Los resultados para el cuarto posterior izquierdo fueron del 1,68% positivos y un 97,48% negativos. En cuanto a los cuartos posteriores derechos, el 3,36% registró positividad para mastitis subclínica, mientras que el 96,64% restante fue negativo.

Gráfico 05. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la segunda semana



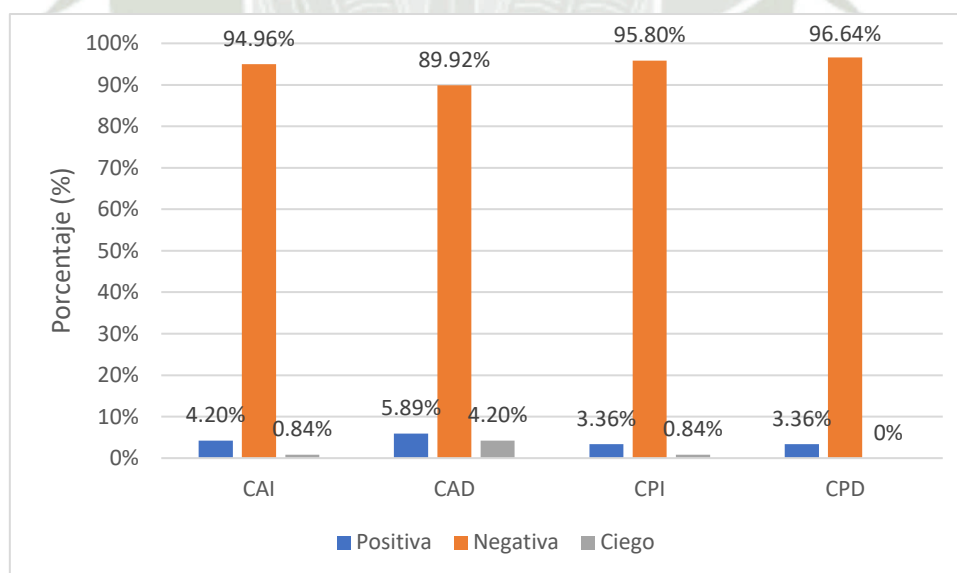
En la gráfica 05 se observa que el porcentaje de cuartos afectados por mastitis subclínica es inferior al de cuartos que resultaron negativos. Estos hallazgos indican que los cuartos mamarios del lado derecho (CAD con 4.20% y CPD con 3.36%) muestran una mayor frecuencia de mastitis subclínica en comparación con los cuartos del lado izquierdo (CAI con 2,52% y CPI con 1.68%).

Tabla 04. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la tercera semana.

	Cuartos mamarios											
	AI			AD			PI			PD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	5	0,04	4,2	7	0,06	5,88	4	0,03	3,36	4	0,03	3,36
Negativa	113	0,95	94,96	107	0,90	89,92	114	0,96	95,80	115	0,97	96,64
Ciego	1	0,01	0,84	5	0,04	4,20	1	0,01	0,84	0	0	0
	119	1	100	119	1	100	119	1	100	119	1	100

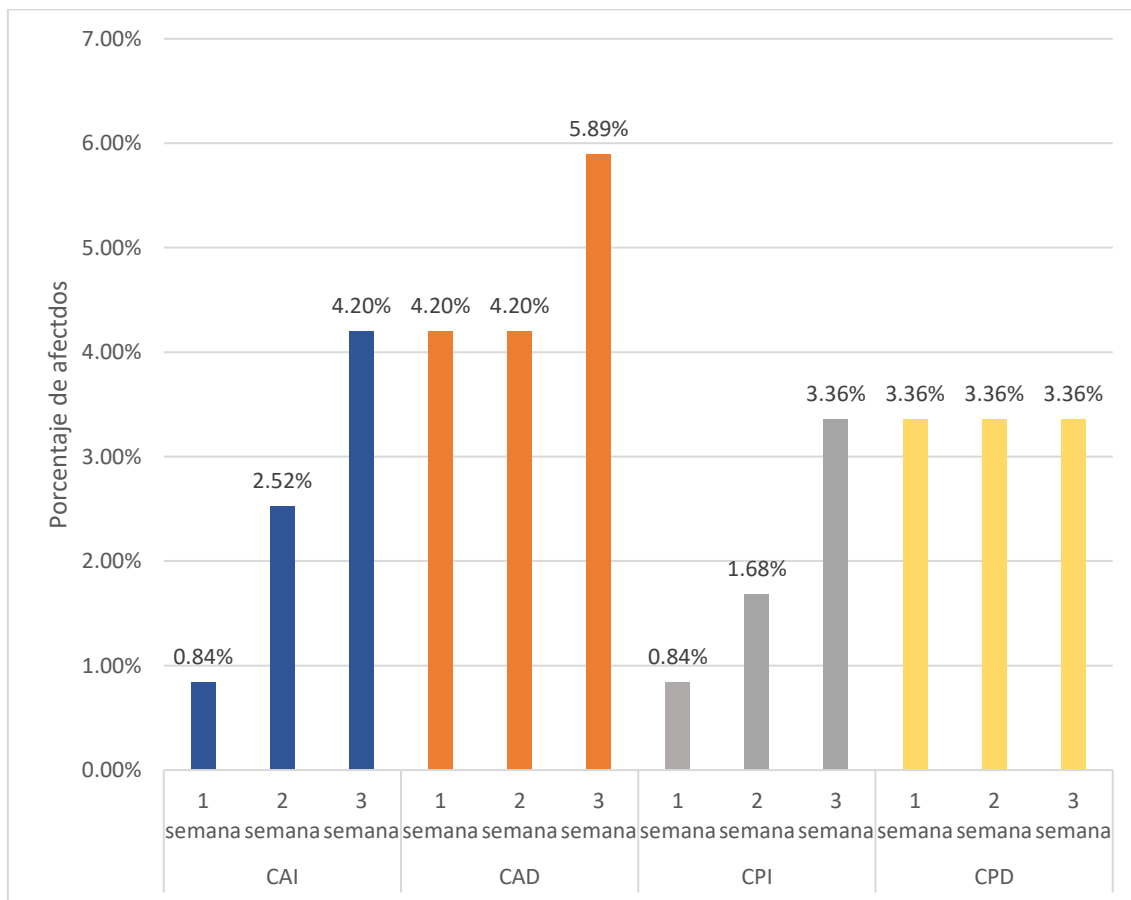
En la Tabla 04 se presentan los porcentajes de cuartos mamarios positivos y negativos para mastitis subclínica, determinados mediante conductividad eléctrica. Durante la primera semana del estudio, el 4,2% de los cuartos mamarios anteriores izquierdos mostraron signos de mastitis subclínica, mientras que el 94,96% restante dio negativo. Por otro lado, en los cuartos anteriores derechos, el porcentaje de positividad para mastitis fue del 5,88%, con un 89,92% de cuartos negativos. Los resultados para el cuarto posterior izquierdo indicaron un 3,36% positivos y un 95,80% negativos. Respecto a los cuartos posteriores derechos, el 3,36% presentó positividad para mastitis subclínica, mientras que el 96,64% restante fue negativo.

Gráfico 06. Mastitis detectada por conductividad eléctrica durante la tercera semana



Se observa en el gráfico 06 que el porcentaje de cuartos afectados por mastitis subclínica es menor que el de cuartos que resultaron negativos. Estos resultados sugieren que los cuartos mamarios anteriores (CAD con 5,89% y CAI con 4,20%) tienen una mayor frecuencia de mastitis subclínica en comparación con los cuartos posteriores (CPD con y CPI con 3,36%).

Gráfico 07. Porcentaje de cuartos afectados según posición anatómica durante las tres semanas de estudio en base al grado de conductividad eléctrica.



En el gráfico 07 podemos notar que el porcentaje de cuarto anterior izquierdo (CAI) afectados e identificados con mastitis subclínica según la conductividad eléctrica, en la primera semana fue de 0,84% incrementando a 2,52% en la segunda semana y luego continúa en ascendencia con 4,20% en la tercera semana. Estos resultados obtenidos resultan en su totalidad inferiores al que reportan Díaz y Martínez (2020) (46) en su estudio con un porcentaje de CAI afectados del 19,23%. De igual manera nuestro resultado para cada semana es notablemente inferior al indicado por Meza y Flores (2019) (48) con un porcentaje de CAI afectados por mastitis subclínica a través del método de conductividad eléctrica del 20,31%. En el estudio de Díaz, T (2022) (49) de mastitis de acuerdo a la posición de los cuartos fue de 31,11% en CAI. Avellán et al. (2019) (54) investigaron la presencia de mastitis subclínica por cuartos individuales en vacas afectadas del cantón Rocafuerte, en la provincia de Manabí y encontraron un porcentaje de afectación del 16,91% en CAI. En el estudio de Celis, E (2017) (52), la presencia de mastitis según la posición de los cuartos fue, en el cuarto anterior izquierdo, de 20,22%.

Santivañez et al. (2014) (55) reportaron el porcentaje de CAI identificados con mastitis subclínica del 48,33%.

De acuerdo a la posición de los cuartos, encontramos que el porcentaje de afectación para el CAD fue de 4,20% manteniéndose constante en la segunda semana y en aumento para la tercera semana con 5,89%. En este caso el porcentaje de afectación para el CAD resulta, en las tres semanas, superior al reportado por Díaz y Martínez (2020) (46) quienes, en su estudio, registraron un porcentaje de 3,58% CAD positivos para mastitis según conductividad eléctrica. El porcentaje de cuartos afectados por mastitis subclínica a través del método de conductividad eléctrica reportada por Meza y Flores (2019) (48) fue del 12,90% para CAD. En el estudio de Díaz, T (2022) (49) prevalencia de mastitis de acuerdo a la posición de los cuartos fue de 21,11% en CAD. Avellán et al. (2019) (54) encontraron que el cuarto anterior derecho presento un grado de afectación del 13,98%. En la investigación realizada por Celis, E (2017) (52) la presencia de mastitis según la posición de cuartos fue de 25,61% para el cuarto anterior derecho (CAD). Para Santivañez et al. (2014) (55) el CAD tuvo un porcentaje de casos positivos a mastitis subclínica de 48,79%

El cuarto posterior izquierdo, CPI, tuvo un grado de afectación de 0,84% en la primera semana de evaluación, ascendiendo a 1,68% en la segunda semana y continuando con la tendencia de incremento en la tercera semana con 3,36% de CPI afectados por mastitis subclínica según la interpretación de los datos obtenidos por conductividad eléctrica. Este porcentaje resulta inferior al que observaron por Díaz y Martínez (2020) (46) siendo el porcentaje de CPI afectados del 15,38%. El porcentaje de cuartos afectados por mastitis subclínica a través del método de conductividad eléctrica reportada por Meza y Flores (2019) (48) fue del 26,67% en CPI. En el estudio de Díaz, T (49) el resultado de mastitis para el CPI fue superior al obtenido en nuestro estudio con porcentaje de afectación del 26,67%. Para Avellán et al. (2019) (54) el cuarto posterior izquierdo tuvo un porcentaje de afectación del 12,86%. En el estudio de Celis, E (2017) (52) la presencia de mastitis subclínica por cuartos fue de 19,54% para el CPI. Por otro lado, Santivañez et al. (2014) (55) reportaron un porcentaje de CPI afectados de 48,29%.

El porcentaje de casos positivos para mastitis subclínica en CPD no tuvo variación a lo largo de las tres semanas de estudio con un porcentaje de 3,36%. Díaz y Martínez (2020) (46) indicaron que el 15,38% de los CPD estuvieron afectados por mastitis subclínica. El

porcentaje de CPD afectados por mastitis subclínica a través del método de conductividad eléctrica reportada por Meza y Flores (2019) (48) fue del 9,23%. En el estudio de Díaz, T (49) el porcentaje de afectación en CPD fue de 21,11%. Avellán et al. (2019) (54) investigaron la prevalencia de mastitis subclínica por cuartos individuales y el CPD tuvo un porcentaje de positividad del 19,29% En el año 2017 Celis, E (52) obtiene que el 23,50% de CPD resultaron afectados con mastitis subclínica. En la investigación elaborada por Santivañez et al. (2014) (55) reportaron un grado de mastitis subclínica para el cuarto posterior derecho de 49,28%.

Visualizando el gráfico 07 se puede determinar que los cuartos más afectados por mastitis subclínica fueron el cuarto anterior derecho (CAD) y el cuarto anterior izquierdo (CAI), para el estudio de Díaz y Martínez (46) , los cuartos con mayor porcentaje de afectación con mastitis subclínica fueron el CAI y CPD coincidiendo solo en que el cuarto anterior izquierdo también fue de los que tuvieron un mayor porcentaje de positivos. El resultado de nuestro estudio difiere del otorgado por Meza y Flores (2019) (48) quienes en su estudio obtienen que los cuartos más afectados son el posterior izquierdo (CPI) y el anterior izquierdo (CAI), con un 26.15% y 20.31%, respectivamente. Martínez, G (2012) (50), en su investigación realizada en León, Nicaragua, informó que los CAI y CPI son los más afectados, con un 55.3% y un 47.9% respectivamente. Estos datos difieren con la posición anatómica de los cuartos mamarios con mayor afectación descrita en este estudio a excepción del CAI. Resultan también diferente el estudio de Díaz, T (2022) (49) quien indica que los cuartos más afectados son los izquierdos, anterior y posterior, con 31,11% y 26.67% respectivamente. Quilapanta (2021) (47) por otro lado, en su estudio concluye que los cuartos más afectados fueron los posteriores, izquierdo y derecho con porcentajes del 44,83% y 34,48% respectivamente.

4.2. Evaluación del grado de conductividad eléctrica por medio de Draminski 4Q según número de lactancia.

Tabla 05. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de primera lactancia

Semana	1 semana				2 semana				3 semana			
Cuartos	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD
n	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00
Pc	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00
Mínimo	310,00	400,00	390,00	390,00	390,00	390,00	370,00	400,00	390,00	380,00	420,00	410,00
Máximo	870,00	990,00	990,00	800,00	950,00	920,00	950,00	730,00	920,00	830,00	650,00	930,00
D.S	115,80	119,41	138,07	108,99	117,25	116,18	139,15	72,74	148,93	97,96	70,42	131,49
C.V	23,26	23,73	27,00	22,17	20,83	20,68	23,53	13,44	26,76	18,63	13,37	24,29
Media	497,86	503,21	511,38	491,72	562,86	561,79	591,38	541,38	556,43	525,71	526,55	541,38
Mediana	475,00	470,00	460,00	460,00	520,00	535,00	580,00	550,00	500,00	505,00	520,00	520,00

n: vacas evaluadas; Pc: pezones ciegos

En la tabla 05 se observa que el promedio de conductividad eléctrica en animales de primera lactancia. En el CAI durante la primera semana fue de $497,86 \pm 115,80$ mS/cm; $562,86 \pm 117,25$ mS/cm y $556,43 \pm 148,93$ mS/cm en la segunda y tercera semana respectivamente. La conductividad eléctrica en el CAD fue de $503,21 \pm 119,41$ mS/cm en la primera semana; en la segunda semana se registró una conductividad de $561,79 \pm 116,18$ mS/cm y en la tercera semana de $525,71 \pm 97,96$ mS/cm. En la primera semana el CPI obtuvo un grado de conductividad eléctrica de $511,38 \pm 138,07$ mS/cm; $591,38 \pm 139,15$ mS/cm en la segunda y de $526,55 \pm 70,42$ mS/cm en la tercera semana. La conductividad eléctrica en el CPD arrojó los valores de $491,72 \pm 108,99$ mS/cm; $541,38 \pm 72,74$ mS/cm y $541,38 \pm 131,49$ mS/cm en la primera, segunda y tercera semana respectivamente.

Tabla 06. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de primera lactancia durante la primera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negativa	28	0,96	96,55	28	0,96	96,55	29	1	100	29	1	100
Ciego	1	0,03	3,45	1	0,03	3,45	0	0	0	0	0	0
	29	1	100	29	1	100	29	1	100	29	1	100

Tabla 07. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de primera lactancia durante la segunda semana.

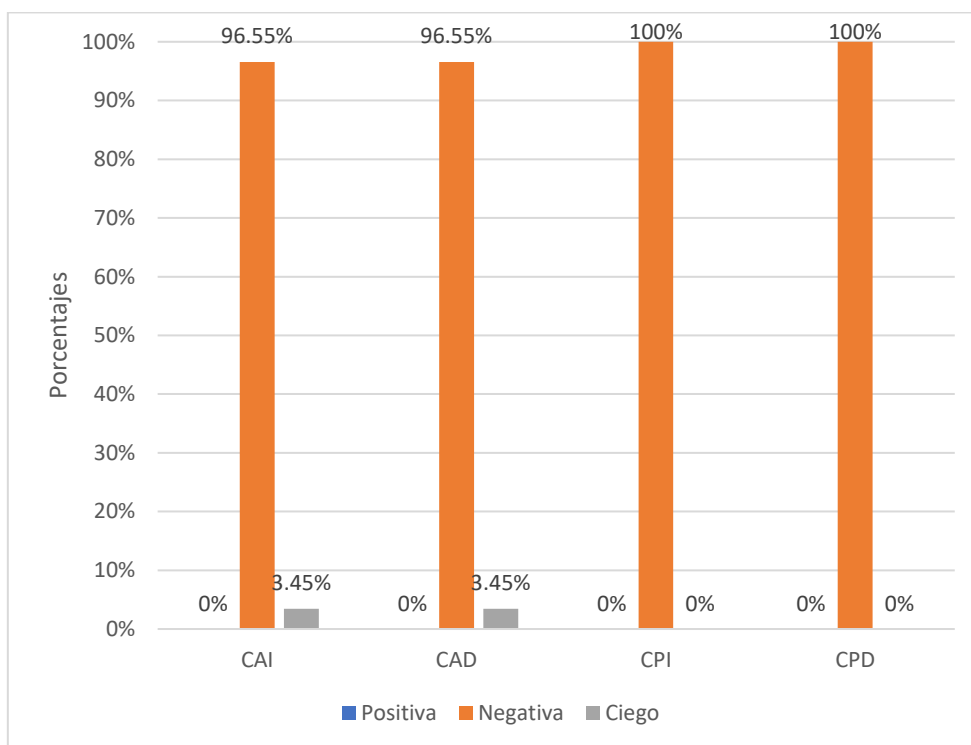
	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negativa	28	0,96	96,55	28	0,96	96,55	29	1	100	29	1	100
Ciego	1	0,03	3,45	1	0,03	3,45	0	0	0	0	0	0
	29	1	100	29	1	100	29	1	100	29	1	100

Tabla 08. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de primera lactancia durante la tercera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Negativa	28	0,96	96,55	28	0,96	96,55	29	1	100	29	1	100
Ciego	1	0,03	3,45	1	0,03	3,45	0	0	0	0	0	0
	29	1	100	29	1	100	29	1	100	29	1	100

En la Tabla 06, 07 Y 08 se muestran los porcentajes de cuartos mamarios positivos y negativos para mastitis subclínica, evaluados mediante conductividad eléctrica. Se evidencia que a lo largo de las tres semanas de estudio en los animales de primera lactancia no hubo variaciones respecto al porcentaje de mastitis subclínica detectada según cuarto mamario. Se determina que el porcentaje de cuartos positivos fue del 0% en las vacas de primera lactancia una vez analizados los grados de conductividad eléctrica detectada para cada uno de los cuartos mamarios.

Gráfico 8. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de primera lactancia durante la primera, segunda y tercera semana.



En el gráfico 08 los datos indican que no se detectaron casos de mastitis subclínica en ninguno de los cuartos mamarios (anterior izquierdo, anterior derecho, posterior izquierdo, y posterior derecho) durante las tres semanas de estudio. El porcentaje de cuartos negativos se mantuvo constante, con los cuartos anteriores mostrando un 96,55% de negatividad y los cuartos posteriores alcanzando el 100% de negatividad.

Tabla 09. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de segunda lactancia.

Semana	1 semana				2 semana				3 semana			
Cuartos	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD
n	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Pc	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
Mínimo	320,00	250,00	260,00	200,00	250,00	220,00	260,00	200,00	190,00	250,00	250,00	200,00
Máximo	730,00	830,00	900,00	790,00	760,00	730,00	630,00	850,00	670,00	650,00	760,00	730,00
D.S	91,04	101,99	136,13	103,28	98,46	108,42	85,29	118,49	85,96	92,35	108,99	107,85
C.V	20,63	23,83	29,53	23,54	22,31	24,91	19,48	26,63	20,08	20,86	23,69	23,26
Media	441,33	427,93	461,03	438,67	441,33	435,17	437,93	445,00	428,00	442,76	460,00	463,67
Mediana	430,00	410,00	430,00	435,00	430,00	430,00	450,00	435,00	430,00	450,00	430,00	455,00

n: vacas evaluadas; Pc: pezones ciegos

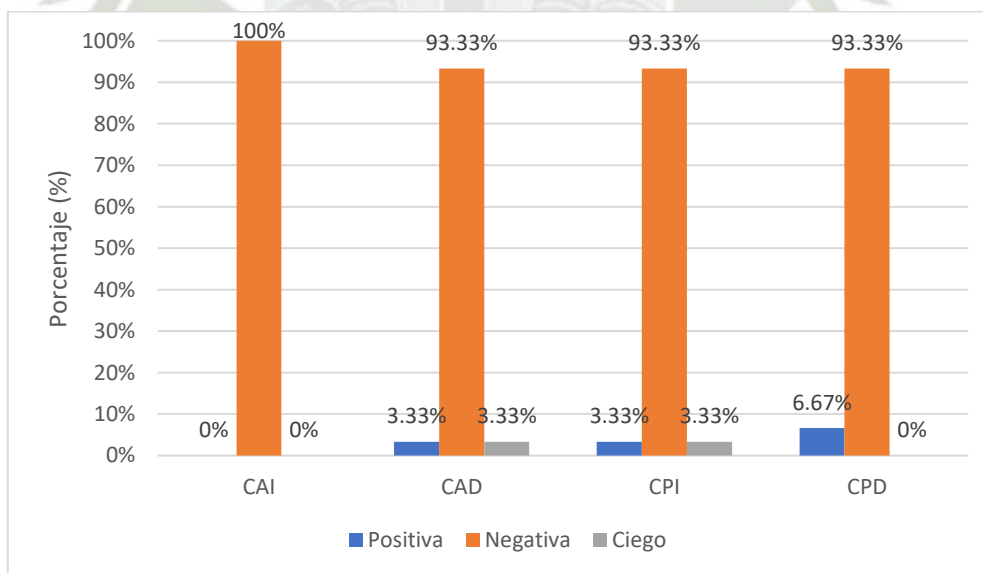
En la tabla 09 se observa el promedio de conductividad eléctrica en animales de primera lactancia. En el CAI, durante la primera semana, fue de $441,33 \pm 91,04$ mS/cm; en la segunda y tercera semana, los valores fueron de $441,33 \pm 98,46$ mS/cm y $428 \pm 85,96$ mS/cm respectivamente. En el CAD, la conductividad eléctrica fue de $427,93 \pm 101,99$ mS/cm en la primera semana, $435,17 \pm 108,42$ mS/cm en la segunda semana y $442,76 \pm 92,35$ mS/cm en la tercera semana. Para el CPI, la conductividad eléctrica fue de $461,03 \pm 136,13$ mS/cm en la primera semana, $437,93 \pm 85,29$ mS/cm en la segunda semana y $460 \pm 108,99$ mS/cm en la tercera semana. En el CPD, los valores fueron de $438,67 \pm 103,28$ mS/cm, $445 \pm 118,49$ mS/cm y $463,67 \pm 107,85$ mS/cm en la primera, segunda y tercera semana respectivamente.

Tabla 10. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la primera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	1	0,03	3,33	1	0,03	3,33	2	0,06	6,67
Negativa	30	1	100	28	0,93	93,33	28	0,93	93,33	28	0,93	93,33
Ciego	0	0	0	1	0,03	3,33	1	0,03	3,33	0	0	0
	30	1	100	30	1	100	30	1	100	30	1	100

En la tabla 10, los valores de conductividad eléctrica muestran que, durante la primera semana del estudio, el 0% de los cuartos anteriores izquierdos fueron positivos para mastitis, mientras que el 100% fueron negativos. En el cuarto anterior derecho, el porcentaje de positividad fue del 3,33%, con un 93,33% de negatividad y estos resultados son idénticos para el cuarto posterior izquierdo. En el cuarto posterior derecho, el 6,67% de los cuartos fueron positivos para mastitis subclínica y el 93,33% fueron negativos.

Gráfico 09. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la primera semana.



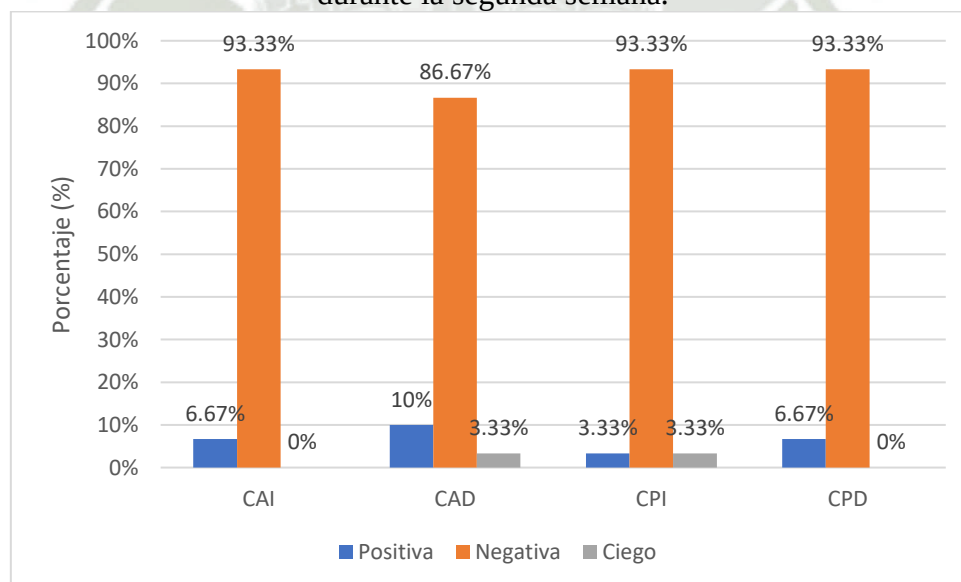
En la gráfica 09 se observa que el porcentaje de cuartos afectados es menor en comparación con los cuartos negativos para mastitis subclínica. Estos datos indican que el cuarto mamario anterior izquierdo tiene una frecuencia de mastitis del 0% seguido por CAD y CPI con un porcentaje de afectación del 3,33% y finalmente el cuarto posterior derecho presentó el mayor porcentaje de cuartos positivos a mastitis subclínica con un 6,67%.

Tabla 11. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la segunda semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	2	0,06	6,67	3	0,1	10	1	0,03	3,33	2	0,06	6,67
Negativa	28	0,93	93,33	26	0,86	86,67	28	0,93	93,33	28	0,93	93,33
Ciego	0	0	0	1	0,03	3,33	1	0,03	3,33	0	0	0
	30	1	100	30	1	100	30	1	100	30	1	100

En la tabla número 11 los valores de conductividad eléctrica indican que, durante la primera semana de estudio, el 6,67% de los cuartos anteriores izquierdos resultaron positivos para mastitis, mientras que el 93,33% fueron negativos. El cuarto anterior derecho mostró un 10% de positividad para mastitis, con un 86,67% de cuartos negativos. Los valores para el cuarto posterior izquierdo con un 3,33% de positividad y un 93,33% de negatividad. En cuanto a los cuartos posteriores derechos, presentaron los mismos resultados que el CAI con 6,67% de cuartos positivos y el 93,33% negativos.

Gráfico 10. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la segunda semana.



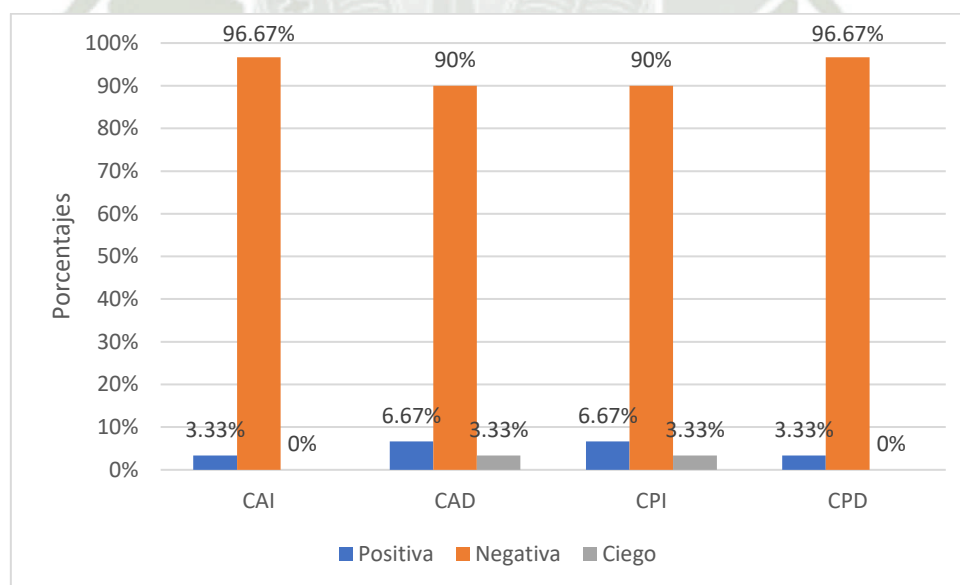
En la gráfica 10 se observa que el porcentaje de cuartos afectados por mastitis subclínica es inferior al de cuartos que resultaron negativos. Se manifiesta que el CAD tuvo el mayor porcentaje de positivos con un 10% seguido de los cuartos anterior izquierdo y posterior derecho con un 6,67% de positividad para ambos casos y finalmente los cuartos que presentaron el menor porcentaje de mastitis subclínica fue el CPI con 3,33%.

Tabla 12. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la tercera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	1	0,03	3,33	2	0,06	6,67	2	0,06	6,67	1	0,03	3,33
Negativa	29	0,96	96,67	27	0,9	90	27	0,9	90	29	0,96	96,67
Ciego	0	0	0	1	0,03	3,33	1	0,03	3,33	0	0	0
	30	1	100	30	1	100	30	1	100	30	1	100

En la tabla número 12, los valores de conductividad eléctrica muestran que, durante la primera semana de estudio, el 3,33% de los cuartos anteriores izquierdos resultaron positivos para mastitis, mientras que el 96,67% fueron negativos. El cuarto anterior derecho tuvo una positividad del 6,67% para mastitis, con un 90% de cuartos negativos. Los cuartos posteriores izquierdos presentaron los mismos resultados que el cuarto anterior derecho. En el caso del cuarto posterior derecho, se registró un 3,33% de positividad y un 96,67% de negatividad.

Gráfico 11. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de segunda lactancia durante la tercera semana.



En el gráfico 11 se observa que el porcentaje de cuartos afectados por mastitis subclínica es menor que el de los cuartos que resultaron negativos. Los cuartos con mayores casos de mastitis subclínica detectada en base a conductividad eléctrica fueron los CAD y CPI ambos con un porcentaje de positividad del 6,67%. Mientras que el CAI y CPD presentaron porcentajes menores, 3,33% para ambos.

Tabla 13. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de tercera lactancia.

Semana	1 semana				2 semana				3 semana			
Cuartos	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD
n	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Pc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mínimo	310,00	260,00	300,00	210,00	330,00	240,00	300,00	200,00	250,00	200,00	280,00	200,00
Máximo	720,00	600,00	670,00	650,00	810,00	860,00	630,00	690,00	700,00	800,00	840,00	830,00
D.S	77,71	74,25	81,89	84,87	89,13	111,85	76,75	81,95	108,14	132,59	102,83	121,01
C.V	19,02	18,72	19,67	20,05	19,26	24,23	16,75	18,04	25,43	31,80	23,02	26,71
Media	408,67	396,67	416,33	423,33	462,67	461,67	458,33	454,33	425,33	417,00	446,67	453,00
Mediana	390,00	385,00	410,00	430,00	430,00	455,00	430,00	440,00	410,00	390,00	435,00	445,00

n: vacas evaluadas; Pc: pezones ciegos

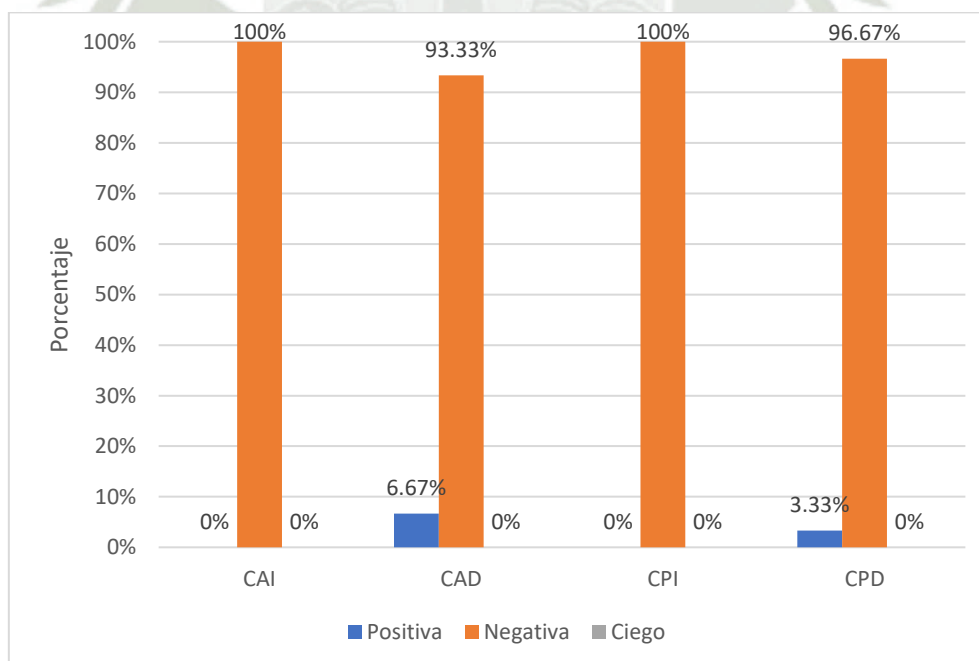
En la tabla 07 se registró el promedio de conductividad eléctrica en animales de tercera lactancia. En el CAI, los valores fueron de $408,67 \pm 77,71$ mS/cm en la primera semana, $462,67 \pm 89,13$ mS/cm en la segunda semana y $425,33 \pm 108,14$ mS/cm en la tercera semana. En el CAD, la conductividad eléctrica fue de $396,67 \pm 74,25$ mS/cm en la primera semana, $461,67 \pm 111,85$ mS/cm en la segunda semana y $417 \pm 132,59$ mS/cm en la tercera semana. Para el CPI, los valores fueron de $416,33 \pm 81,89$ mS/cm en la primera semana, $458,33 \pm 76,75$ mS/cm en la segunda semana y $446,67 \pm 102,83$ mS/cm en la tercera semana. En el CPD, la conductividad eléctrica fue de $423,33 \pm 84,87$ mS/cm en la primera semana, $454,33 \pm 81,95$ mS/cm en la segunda semana y $453 \pm 121,01$ mS/cm en la tercera semana.

Tabla 14. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la primera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	2	0,06	6,67	0	0	0	1	0,03	3,33
Negativa	30	1	100	28	0,93	93,33	30	1	100	29	0,96	96,67
Ciego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	1	100	30	1	100	30	1	100	30	1	100

En la tabla número 14, los valores de conductividad eléctrica muestran que, durante la primera semana de estudio, los cuartos anteriores izquierdos resultaron en su totalidad negativos. El cuarto anterior derecho tuvo una positividad del 6,67% para mastitis, con un 93,33% de cuartos negativos. Los cuartos posteriores izquierdos no presentaron positividad. En el caso del cuarto posterior derecho, se registró un 3,33% de positividad y un 96,67% de negatividad.

Gráfico 12. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la primera semana.



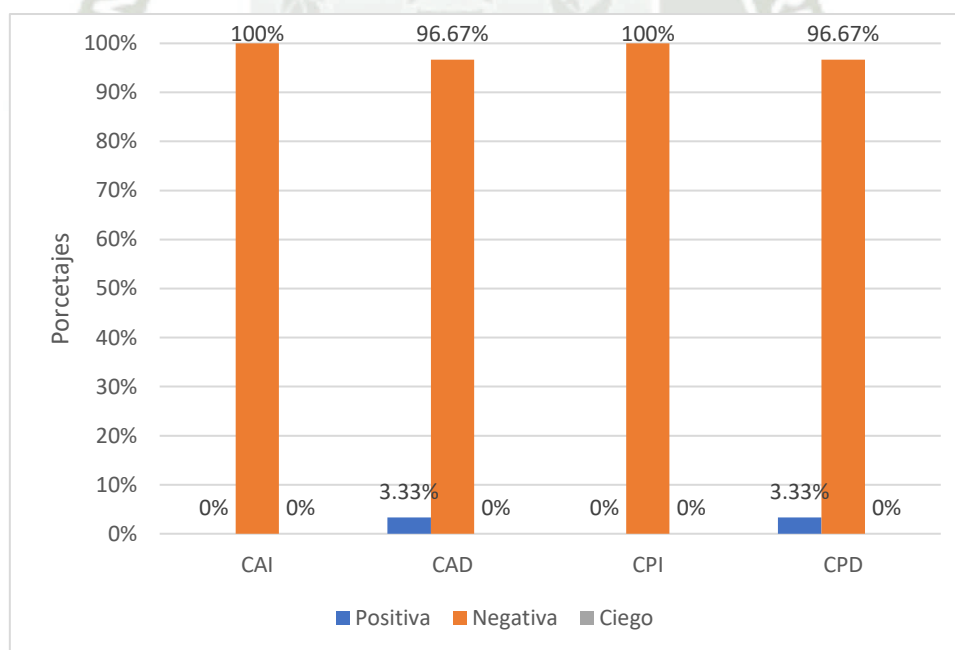
Del gráfico 12 podemos indicar que los cuartos con mayor frecuencia de mastitis subclínica fueron los CAD y CPD con porcentajes de 6,67% y 3,33% respectivamente. Mientras que los CAI y CPI no resultaron positivos según la interpretación de conductividad eléctrica.

Tabla 15. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la segunda semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	1	0,03	3,33	0	0	0	1	0,03	3,33
Negativa	30	1	100	29	0,96	96,67	30	1	100	29	0,96	96,67
Ciego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	1	100	30	1	100	30	1	100	30	1	100

En la tabla 15 tenemos que el porcentaje de mastitis detectada durante la segunda semana en CAI fue del 0%, y para CAD fue del 3,33% con el 96,67% de negativos, mismo caso que CAI se repite en el CPI con ausencia de positividad a mastitis. Finalmente, el CPD obtuvo los mismos porcentajes que el cuarto anterior derecho.

Gráfico 13. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la segunda semana.



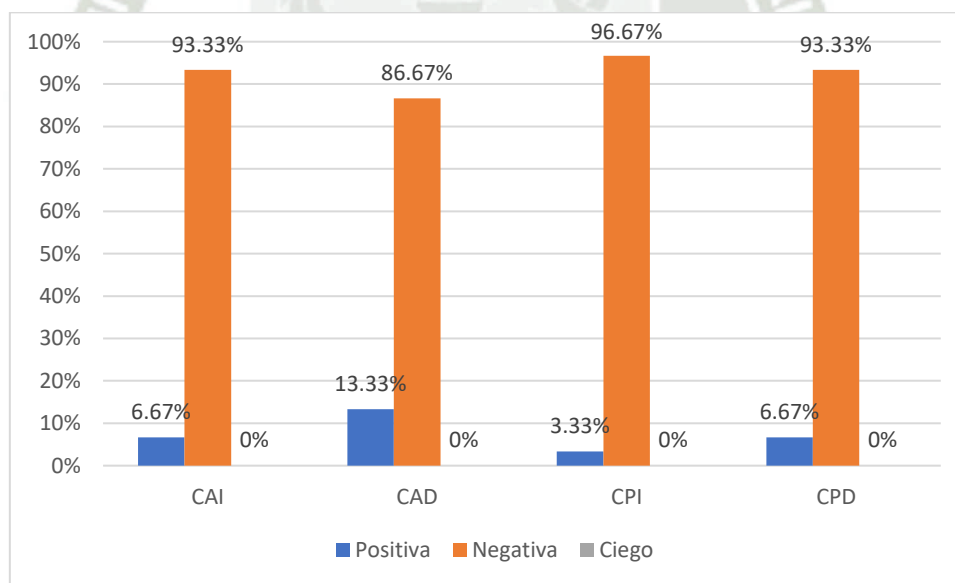
Del gráfico 13 podemos afirmar que el porcentaje de casos positivos son menores a los negativos. En este caso los cuartos derechos presentaron mastitis subclínica mientras que los cuartos anteriores no presentaron positividad a mastitis a la interpretación de los grados de conductividad eléctrica.

Tabla 16. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la tercera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	2	0,06	6,67	4	0,13	13,33	1	0,03	3,33	2	0,06	6,67
Negativa	28	0,93	93,33	26	0,86	86,67	29	0,96	96,67	28	0,93	93,33
Ciego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	1	100	30	1	100	30	1	100	30	1	100

En la tabla 16 se manifiesta que el CAI tuvo un porcentaje de positividad del 6,67% de mastitis subclínica con 93,33% negativos. El CAD presentó un porcentaje de 13,33% casos positivos con un 86,67% de casos negativos a mastitis subclínica. En los CPI hubo un 3,33% de cuartos positivos mientras que el 96,67% fueron negativos. El CPD registró un porcentaje de 6,67% positivos y un 93,33% negativos.

Gráfico 14. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de tercera lactancia durante la tercera semana.



En el gráfico 14 vemos que el cuarto anterior derecho presentó el mayor porcentaje de casos positivos de mastitis a la interpretación de los grados de conductividad eléctrica con porcentaje del 13,33%, seguido de los CAI y CPD con un porcentaje de positivos del 6,67% para ambos cuartos, el cuarto posterior izquierdo presentó el menor porcentaje de positividad con 3,33%.

Tabla 17. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de cuarta lactancia.

Semana	1 semana				2 semana				3 semana			
Cuartos	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD
n	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Pc	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
Mínimo	250,00	200,00	310,00	190,00	200,00	260,00	190,00	230,00	190,00	240,00	180,00	190,00
Máximo	840,00	530,00	660,00	770,00	510,00	540,00	650,00	710,00	780,00	890,00	700,00	640,00
D.S	102,22	80,60	79,77	113,88	62,15	74,37	91,79	101,74	106,05	125,02	103,63	98,53
C.V	23,14	19,07	17,16	24,33	14,51	17,30	20,17	22,09	25,39	28,95	23,11	22,01
Media	441,67	422,59	465,00	468,00	428,33	430,00	455,00	460,67	417,67	431,85	448,33	447,67
Mediana	435,00	420,00	450,00	455,00	440,00	440,00	445,00	460,00	410,00	400,00	420,00	445,00

n: vacas evaluadas; Pc: pezones ciegos

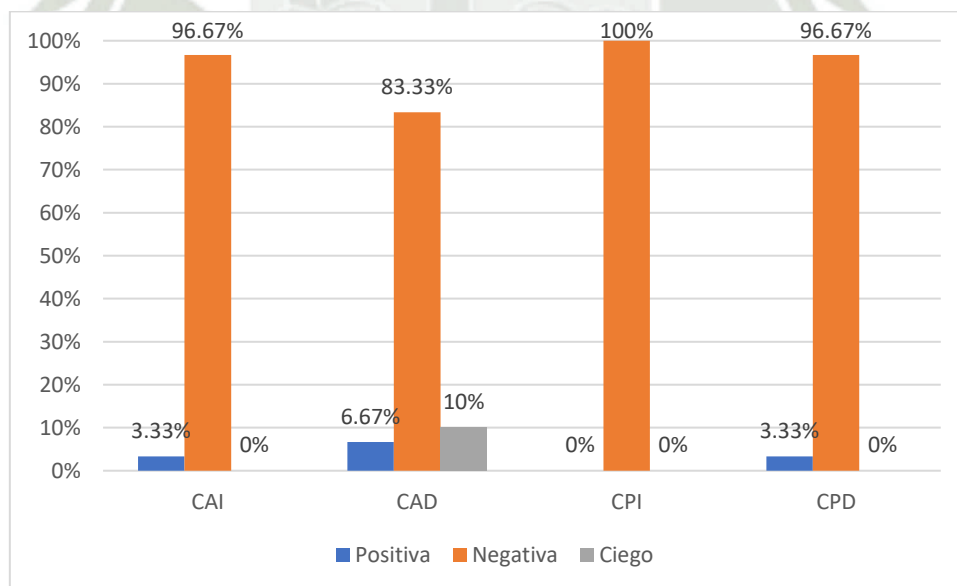
En la tabla 08 se registraron los promedios de conductividad eléctrica en animales de cuarta lactancia. En el CAI, los valores fueron de $441,67 \pm 102,22$ mS/cm en la primera semana, $428,33 \pm 62,15$ mS/cm en la segunda semana, y $417,67 \pm 106,05$ mS/cm en la tercera semana. En el CAD, los promedios de conductividad fueron de $422,59 \pm 80,60$ mS/cm en la primera semana, $430 \pm 74,37$ mS/cm en la segunda semana, y $431,85 \pm 125,02$ mS/cm en la tercera semana. Para el CPI, los valores fueron de $465 \pm 79,77$ mS/cm en la primera semana, $455 \pm 91,79$ mS/cm en la segunda semana, y $448,33 \pm 103,63$ mS/cm en la tercera semana. En el CPD, los promedios fueron de $468 \pm 113,88$ mS/cm en la primera semana, $460,67 \pm 101,74$ mS/cm en la segunda semana, y $447,67 \pm 98,53$ mS/cm en la tercera semana.

Tabla 18. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la primera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	1	0,03	3,33	2	0,06	6,67	0	0	0	1	0,03	3,33
Negativa	29	0,96	96,67	25	0,83	83,33	30	1	100	29	0,96	96,67
Ciego	0	0	0	3	0,1	10	0	0	0	0	0	0
	30	1	100	30	1	100	30	1	100	30	1	100

En la tabla 18 se muestra que el cuarto anterior izquierdo (CAI) tuvo un 3,33% de positividad para mastitis subclínica y un 96,67% de negatividad. El cuarto anterior derecho (CAD) presentó un 6,67% de casos positivos y un 83,33% de casos negativos. El cuarto posterior izquierdo (CPI) registró el 100% de cuartos negativos. Por último, el cuarto posterior derecho (CPD) tuvo un 3,33% de positividad y un 96,67% de negatividad.

Gráfico 15. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la primera semana.



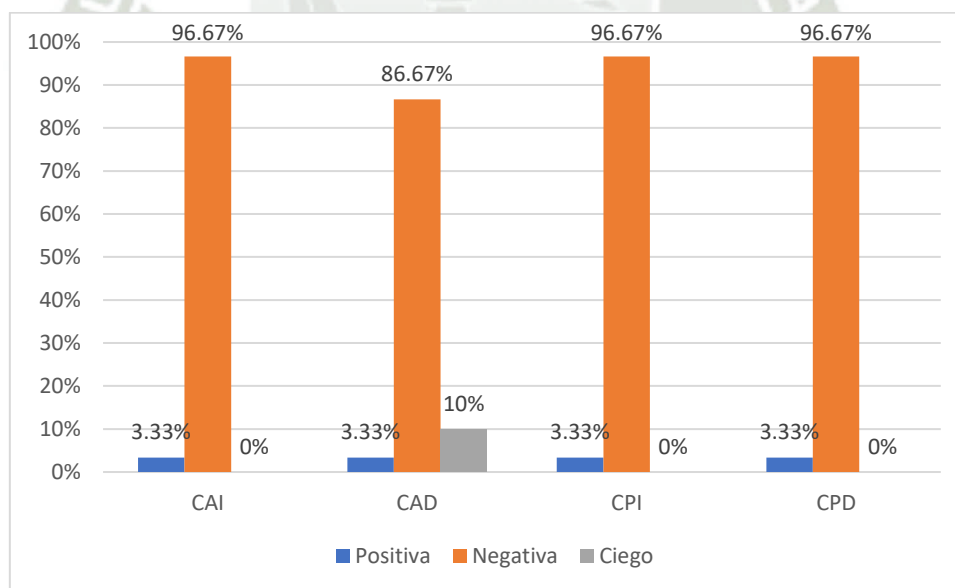
En la gráfica 15 vemos que el cuarto anterior derecho obtuvo el mayor porcentaje de casos positivos con un 6,67% de positividad, seguido del cuarto anterior izquierdo y cuarto posterior derecho ambos con un porcentaje del 3,33% cuartos positivos a mastitis subclínica. Mientras que el CPI no registro casos positivos.

Tabla 19. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la segunda semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	1	0,03	3,33	1	0,03	3,33	1	0,03	3,33	1	0,03	3,33
Negativa	29	0,96	96,67	26	0,86	86,67	29	0,96	96,67	29	0,96	96,67
Ciego	0	0	0	3	0,1	10	0	0	0	0	0	0
	30	1	100	30	1	100	30	1	100	30	1	100

De la tabla 19 podemos indicar que el CAI tuvo un porcentaje de positividad a mastitis subclínica de 3,33% mientras que el 96,67% fue negativo. El CAD un porcentaje de positivos del 3,33% y el 86,67% fueron negativos. El cuarto posterior izquierdo y derecho resultaron con los mismos porcentajes tanto positivos y negativos, 3,33% y 96,67% respectivamente.

Gráfico 16. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la segunda semana.



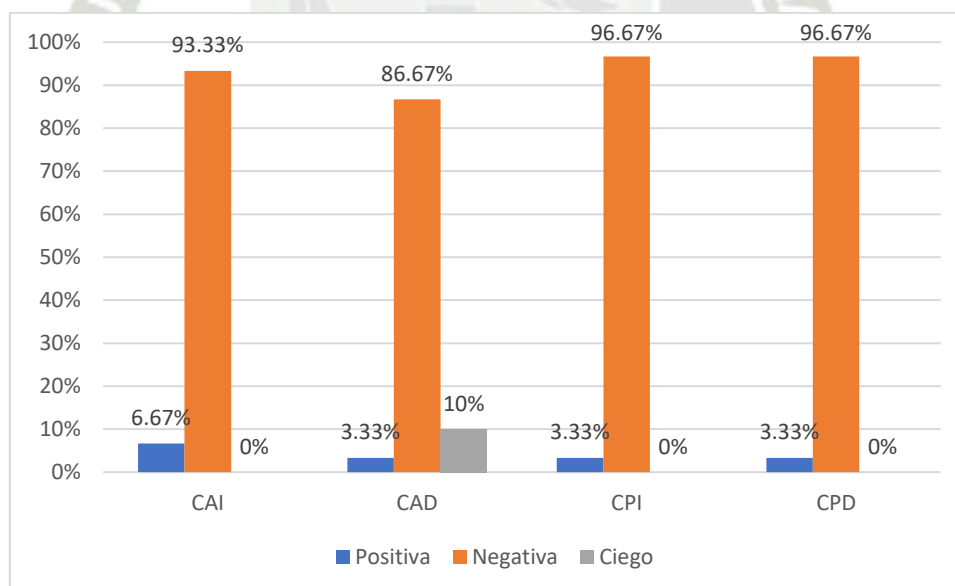
En el gráfico 16 se manifiesta el porcentaje de cuartos positivos a mastitis subclínica en animales de cuarta lactancia en la segunda semana, presentándose en el cuarto anterior izquierdo un total de 3,33% positivos repitiéndose este porcentaje para los cuartos restantes.

Tabla 20. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la tercera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	2	0,06	6,67	1	0,03	3,33	1	0,03	3,33	1	0,03	3,33
Negativa	28	0,93	93,33	26	0,86	86,67	29	0,96	96,67	29	0,96	96,67
Ciego	0	0	0	3	0,1	10	0	0	0	0	0	0
	30	1	100	30	1	100	30	1	100	30	1	100

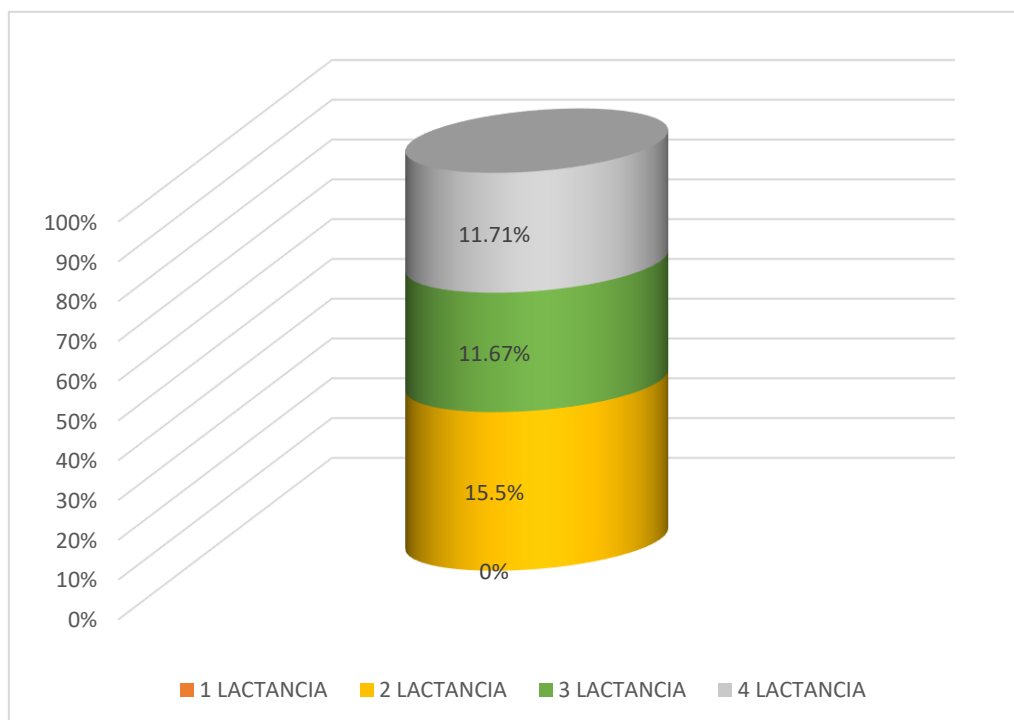
En la tabla 20 los datos nos indican que el porcentaje de CAI que resultaron positivos a mastitis subclínica en la tercera semana fue del 6,67% mientras que el 93,33% fue negativo. El cuarto anterior derecho dio resultados de 3,33% positivos y 86,67% negativos. Para el caso del cuarto posterior izquierdo del 3,33% fueron positivos y el 96,67% negativos mismos porcentajes se repiten en el CPD.

Gráfico 17. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas de cuarta lactancia durante la tercera semana.



De este gráfico 17, se observa que el mayor porcentaje de positividad a mastitis subclínica determinada a partir de los datos de conductividad eléctrica lo presentó el CAI con 6,67%. En el resto de cuartos mamarios se presenta un porcentaje de positividad del 3,33%.

Gráfico 18. Mastitis subclínica detectada por conductividad eléctrica en vacas según número lactancia



En el gráfico 18 podemos observar que, en animales de primera lactancia no se detectaron casos de mastitis subclínica, por otro lado, en la segunda lactancia se presentó el mayor porcentaje de positivos con 15,5%, para la tercera lactancia el porcentaje de mastitis subclínica fue del 11,67% y, finalmente en cuarta lactancia se detectó el porcentaje de 11,71%. Esta nula frecuencia de mastitis en primera lactancia es respaldada por diversos autores, entre ellos Montero (59), quien indica que la variable número de lactancia se atribuye a que, con cada lactancia, el canal del pezón tiende a ser más largo y suelto; además, altas producciones de leche tienden a dilatar el canal del pezón, éstas son dos razones por las que los nuevos casos de mastitis son más comunes en vacas viejas. De igual manera Elizondo (60), investigador docente de la Universidad de Costa Rica, menciona que es de esperar que las novillas deberían estar libre de infecciones intramamarias a la hora del parto, ya que no han experimentado los rigores de los múltiples ordeños diarios y, por lo tanto, han tenido menor exposición a patógenos contagiosos que pueden ser transmitidos durante el ordeño, adicionalmente, estos animales no han sido sometidos a la succión de las máquinas de ordeño, asociadas con el daño que ocasiona a la estructura del pezón; en otras palabras, en la mayor parte de la vida de la novilla, la glándula mamaria ha estado inmadura y podría decirse que en menor contacto con los factores ambientales, en contraste con vacas de más número de partos.

En nuestro estudio, los animales de segunda lactancia presentaron un mayor porcentaje de mastitis subclínica (15,5%) este dato difiere del presentado por Meza y Flores (2019) (48) que en su estudio indicaron que el mayor porcentaje de mastitis se presentó en la finca “El Encanto” en vacas de tercera lactancia con 57,14% mientras que, en las fincas “El Carmen” y “El Pantanal” las vacas de segunda lactancia presentaron el mayor porcentaje de mastitis con 28,57% y 33,33% respectivamente siendo, en ambos casos, superior al dato obtenido en nuestro estudio. Estos datos difieren de los reportados por Condori (2017) (53), quien empleó el método de conductividad eléctrica (DRAMINSKI) en bovinos del distrito de Umachiri-Melgar, Perú. Los resultados obtenidos fueron 12%, 15.55%, 28.30%, 43.47% y 48% de la primera a la quinta lactancia, respectivamente. Chasi (2015) (51), en su estudio en la comunidad de Muyurco, Cayambe, Ecuador, reportó porcentajes de 29.41%, 26.47%, y 35.30% para la primera, segunda y tercera lactancia, respectivamente, y un 7.35% para la quinta lactancia.



4.3. Evaluación del grado de conductividad eléctrica por medio de Draminski 4Q según Días en leche (DEL).

Tabla 21. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de 0-101 días en leche (DEL)

Semana	1 semana				2 semana				3 semana			
Cuartos	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD
n	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Pc	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00
Mínimo	310,00	220,00	310,00	190,00	200,00	240,00	190,00	200,00	190,00	220,00	180,00	190,00
Máximo	720,00	700,00	910,00	800,00	810,00	920,00	900,00	850,00	870,00	890,00	840,00	930,00
D.S	87,94	94,81	115,28	121,47	112,10	137,39	113,26	129,59	137,75	151,56	120,30	140,73
C.V	19,79	21,31	23,99	26,81	23,19	27,92	23,10	26,64	28,51	30,72	24,26	29,21
Media	444,25	444,87	480,51	453,00	483,50	492,05	490,26	486,50	483,25	493,33	495,90	481,75
Mediana	430,00	450,00	490,00	455,00	450,00	510,00	480,00	505,00	450,00	470,00	490,00	475,00

n: vacas evaluadas; Pc: pezones ciegos

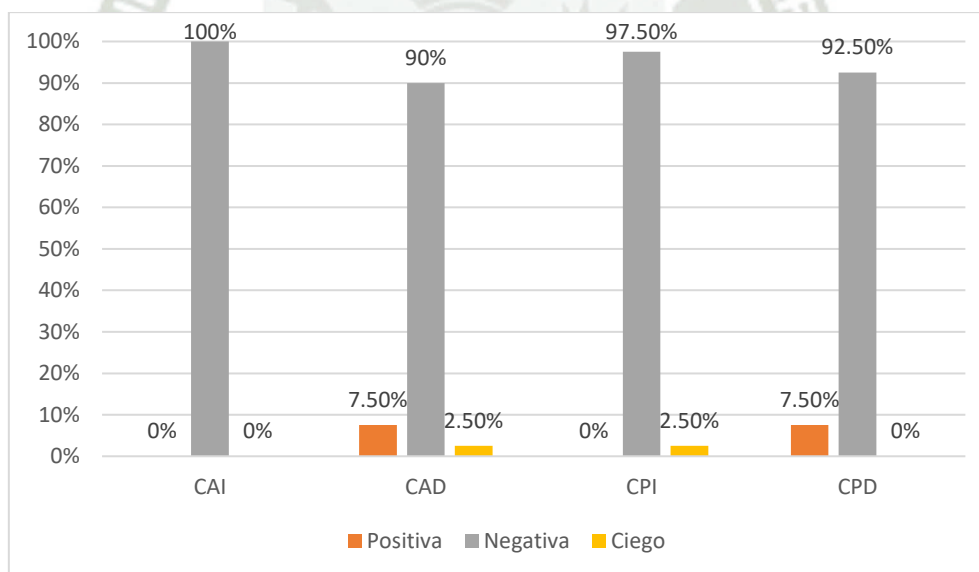
En la tabla 09 podemos observar que el promedio de conductividad eléctrica de los animales con 0-101 DEL para los CAI fue de $444,25 \pm 87,94$ en la semana 1 de evaluación, en la segunda semana se registró una media de $483,50 \pm 112,10$ y en la tercera semana fue de $483,25 \pm 137,75$. Los CAD presentaron una media de $444,87 \pm 94,81$, de $492,05 \pm 137,39$ en la segunda semana y en la última semana de estudio fue de $493,33 \pm 151,56$. Los cuartos posteriores izquierdos (CPI) tuvieron un promedio de $480,51 \pm 115,28$ en la primera semana, de $490,26 \pm 113,26$ en la segunda semana y de $495,90 \pm 120,30$ en la tercera semana. Los promedios para CPD fueron de $453 \pm 121,47$; $486,50 \pm 129,59$ y de $481,75 \pm 140,73$ en la primera, segunda y tercera semana de evaluación respectivamente.

Tabla 22. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la primera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	3	0,07	7,5	0	0	0	3	0,07	7,5
Negativa	40	1	100	36	0,9	90	39	0,97	97,5	37	0,92	92,5
Ciego	0	0	0	1	0,02	2,5	1	0,02	2,5	0	0	0
	40	1	100	40	1	100	40	1	100	40	1	100

En la tabla 22 observamos que no hubo cuartos positivos para los CAI en la primera semana de estudio en vacas con DEL de 0-101, en el caso de CAD hubo un porcentaje de positivos de 7,5% y el 90% fue negativo. El CPI al igual que el CAI no presentó casos positivos a mastitis subclínica. En el CPD el 7,5% fueron positivos y el 92,5% negativos.

Gráfico 19. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la primera semana.



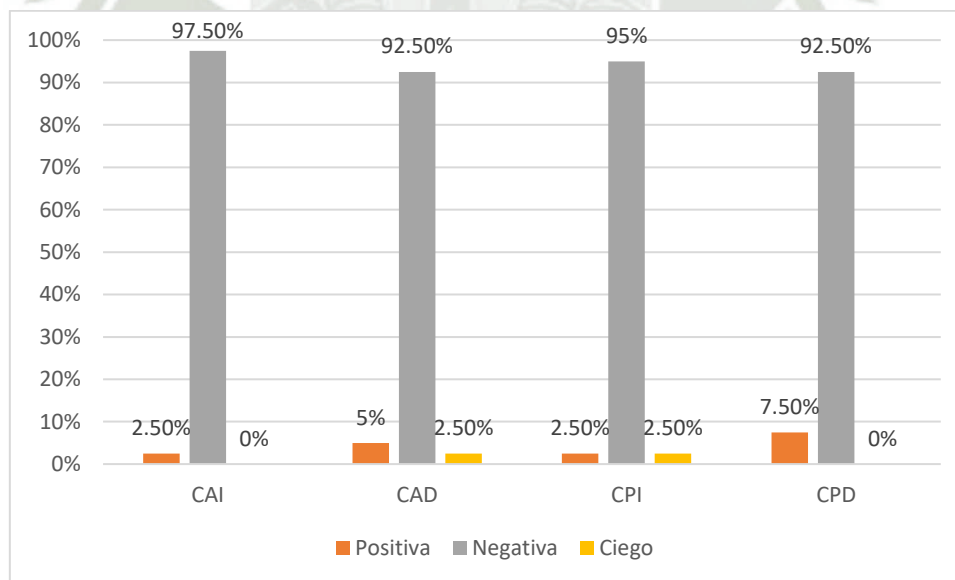
Como podemos ver en el grafico 19, para las vacas con DEL de 0-101 en la primera semana de evaluación, fueron los cuartos derechos que presentaron el mayor porcentaje de positivos a mastitis subclínica ambos con un 7,50% de cuartos positivos; caso contrario los cuartos izquierdos no presentaron positivos.

Tabla 23. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la segunda semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	1	0,02	2,5	2	0,05	5	1	0,02	2,5	3	0,07	7,5
Negativa	39	0,97	97,5	37	0,92	92,5	38	0,95	95	37	0,92	92,5
Ciego	0	0	0	1	0,02	2,5	1	0,02	2,5	0	0	0
	40	1	100	40	1	100	40	1	100	40	1	100

La tabla 23 muestra el porcentaje de cuartos positivos, negativos y ciegos para mastitis subclínica en vacas con del de 0-101 en la segunda semana de evaluación. De aquí podemos indicar que el CAI tuvo un porcentaje de positivos de 2,5% y el 97,5% fue negativo. Los CAD tuvieron un 5% de positivos y 92,5% de negativos. El CPI resultó con el 2,5% de cuartos positivos u el 95% de negativos. Finalmente, el CPD tuvo porcentajes de 7,5% y 92,5% positivos y negativos respectivamente.

Gráfico 20. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la segunda semana.



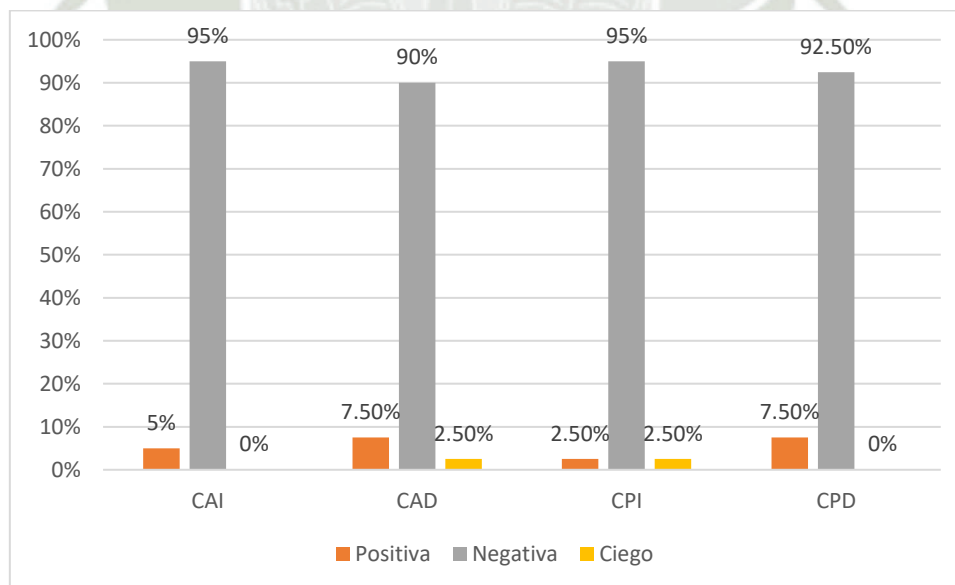
Del gráfico 20 podemos identificar que en la segunda semana de estudio el CPD presentó el mayor porcentaje de positivos con el 7,50%, seguido del CAD con 5% de cuartos positivos, y por último los cuartos izquierdos, CAI y CPI tuvieron un menor porcentaje de cuartos positivos con 2,50% cada uno.

Tabla 24. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la tercera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	2	0,05	5	3	0,07	7,5	1	0,02	2,5	3	0,07	7,5
Negativa	38	0,95	95	36	0,9	90	38	0,95	95	37	0,92	92,5
Ciego	0	0	0	1	0,02	2,5	1	0,02	2,5	0	0	0
	40	1	100	40	1	100	40	1	100	40	1	100

La tabla 24 muestra el porcentaje de cuartos positivos, negativos y ciegos para mastitis subclínica en vacas con DEL de 0-101 durante la tercera semana de evaluación. Según estos datos, el cuarto anterior izquierdo (CAI) tuvo un 5% de cuartos positivos y un 95% de cuartos negativos. El cuarto anterior derecho (CAD) registró un 7,5% de cuartos positivos y un 90% de cuartos negativos. El cuarto posterior izquierdo (CPI) mostró un 2,5% de cuartos positivos y un 95% de cuartos negativos. Finalmente, el cuarto posterior derecho (CPD) presentó un 7,5% de cuartos positivos y un 92,5% de cuartos negativos.

Gráfico 21. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 0-101 durante la tercera semana.



Del gráfico número 21 podemos sustraer que los cuartos posteriores derechos fueron aquellos que presentaron el mayor porcentaje de positivos a mastitis subclínica en la tercera semana de evaluación con un porcentaje de 7,50% positivos para el anterior y posterior. Y los cuartos izquierdos menores porcentajes con 5% para CAI y 2,50% para CPI.

Tabla 25. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de 102-203 días en leche (DEL)

Semana	1 semana				2 semana				3 semana			
Cuartos	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD
n	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Pc	1,00	2,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00
Mínimo	340,00	260,00	260,00	200,00	250,00	230,00	300,00	200,00	190,00	250,00	250,00	300,00
Máximo	660,00	990,00	990,00	790,00	750,00	750,00	950,00	680,00	760,00	590,00	650,00	670,00
D.S	77,51	117,09	123,69	88,36	88,10	114,42	134,90	88,40	99,31	75,47	85,42	93,98
C.V	17,28	26,41	26,98	19,30	18,52	24,44	26,90	19,03	23,40	18,08	19,16	20,58
Media	448,46	443,42	458,50	457,75	475,64	468,16	501,50	464,50	424,36	417,37	445,75	456,75
Mediana	430,00	420,00	435,00	440,00	460,00	450,00	460,00	465,00	410,00	410,00	430,00	435,00

n: vacas evaluadas; Pc: pezones ciegos

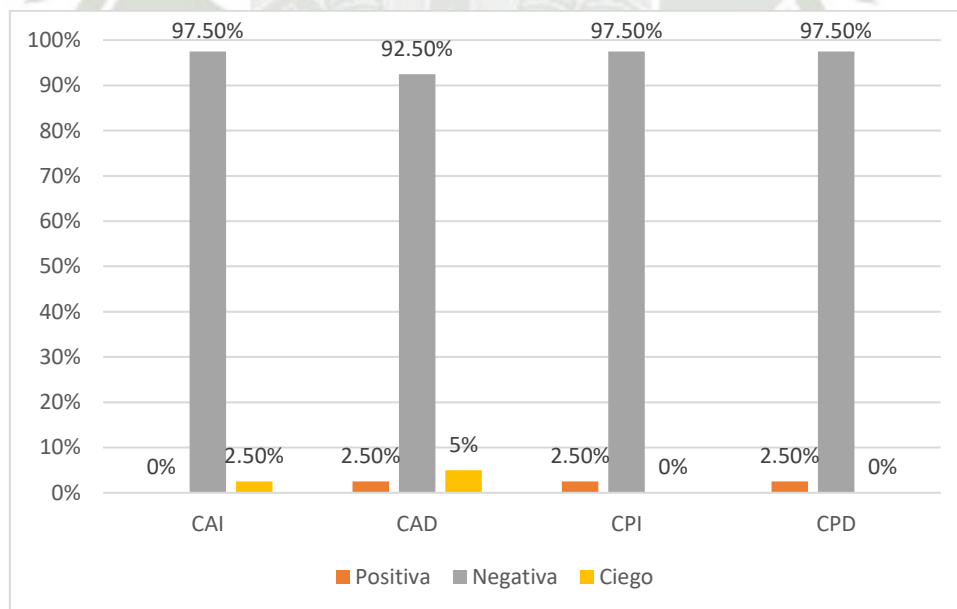
En la tabla 25 se observa que el promedio de conductividad eléctrica de los animales con 102-203 DEL para los CAI fue de $448,46 \pm 77,51$ mS/cm en la primera semana de evaluación, registrando una media de $475,64 \pm 88,10$ mS/cm en la segunda semana y de $424,36 \pm 99,31$ mS/cm en la tercera semana. En los CAD, la media fue de $443,42 \pm 117,09$ mS/cm en la primera semana, $468,16 \pm 114,42$ mS/cm en la segunda semana y $417,37 \pm 75,47$ mS/cm en la tercera semana. Los cuartos posteriores izquierdos (CPI) tuvieron un promedio de $458,50 \pm 123,69$ mS/cm en la primera semana, $501,50 \pm 134,90$ mS/cm en la segunda semana y $445,75 \pm 85,42$ mS/cm en la tercera semana. Para los CPD, los promedios fueron de $457,75 \pm 88,36$ mS/cm, $464,50 \pm 88,40$ mS/cm y $456,75 \pm 93,98$ mS/cm en la primera, segunda y tercera semana de evaluación, respectivamente.

Tabla 26. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la primera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	1	0,02	2,5	1	0,02	2,5	1	0,02	2,5
Negativa	39	0,97	97,5	37	0,92	92,5	39	0,97	97,5	39	0,97	97,5
Ciego	1	0,02	2,5	2	0,05	5	0	0	0	0	0	0
	40	1	100	40	1	100	40	1	100	40	1	100

La tabla 26 muestra el porcentaje de cuartos positivos, negativos y ciegos para mastitis subclínica en vacas con del de 102-203 en la primera semana de evaluación. De aquí podemos indicar que el CAI tuvo un porcentaje de positivos de 0%. Los CAD tuvieron un 2,5% de positivos y 92,5% de negativos. El CPI resultó con el 2,5% de cuartos positivos y el 97,5% de negativos. Finalmente, el CPD tuvo porcentajes de 2,5% y 97,5% positivos y negativos respectivamente.

Gráfico 22. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la primera semana.



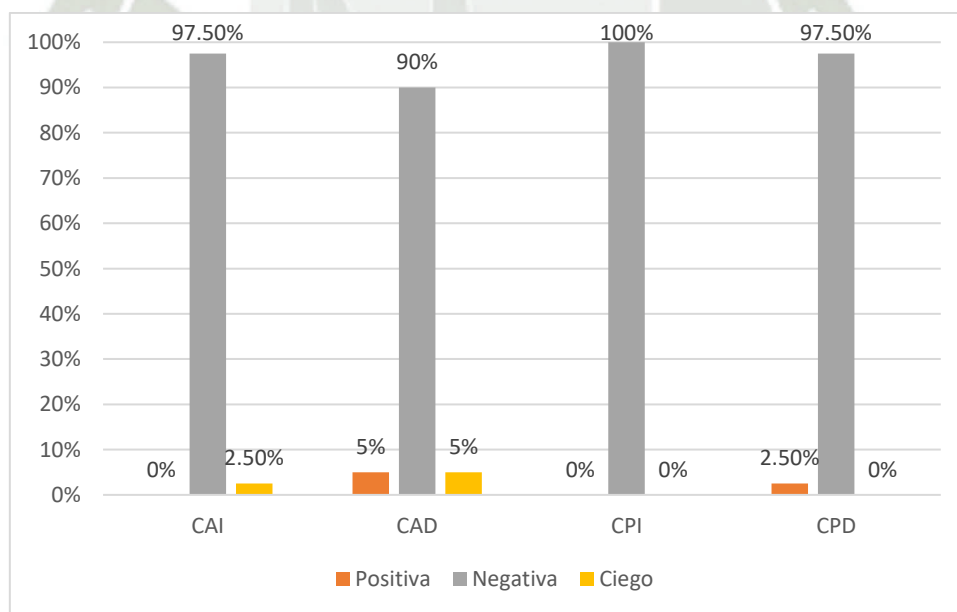
En la primera semana se observa que no hubo CAI positivos a mastitis subclínica; mientras que el resto de cuartos presentaron un 2,5% de positivos luego de interpretar el grado de conductividad eléctrica.

Tabla 27. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la segunda semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	2	0,05	5	0	0	0	1	0,02	2,5
Negativa	39	0,97	97,5	36	0,9	90	40	1	100	39	0,97	97,5
Ciego	1	0,02	2,5	2	0,05	5	0	0	0	0	0	0
	40	1	100	40	1	100	40	1	100	40	1	100

La tabla 27 presenta el porcentaje de cuartos positivos, negativos y ciegos para mastitis subclínica en vacas identificadas del 102 - 203 durante la segunda semana de evaluación. Los datos indican que el cuarto anterior izquierdo (CAI) tuvo un 0% de cuartos positivos. El cuarto anterior derecho (CAD) mostró un 5% de positividad y un 90% de negatividad. El cuarto posterior izquierdo (CPI) no registró positivos. Finalmente, el cuarto posterior derecho (CPD) tuvo un 2,5% de cuartos positivos y un 97,5% de cuartos negativos.

Gráfico 23. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la segunda semana.



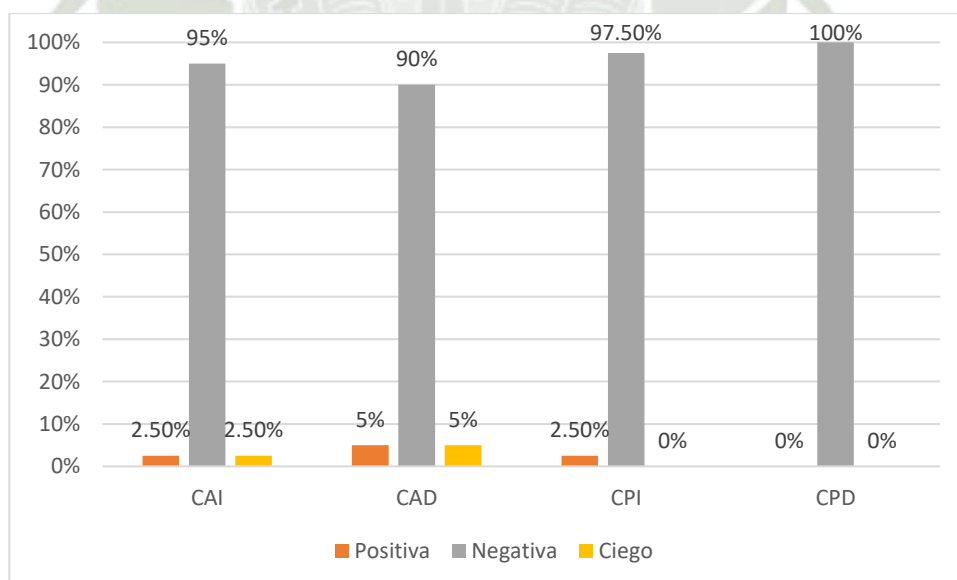
El gráfico 23 nos informa que solo los cuartos derechos presentaron positivos a mastitis subclínica posterior al análisis de los datos de conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 en la segunda semana, con porcentaje de positivos del 5% para CAD y 2,50% para CPD.

Tabla 28. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la tercera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	1	0,02	2,5	2	0,05	5	1	0,02	2,5	0	0	0
Negativa	38	0,95	95	36	0,9	90	39	0,97	97,5	40	1	100
Ciego	1	0,02	2,5	2	0,05	5	0	0	0	0	0	0
	40	1	100	40	1	100	40	1	100	40	1	100

La tabla 28 presenta el porcentaje de cuartos positivos, negativos y ciegos para mastitis subclínica en vacas con identificación del 102 al 203 durante la tercera semana de evaluación. Según estos datos, el cuarto anterior izquierdo (CAI) mostró un 2,5% de cuartos positivos y un 95% de cuartos negativos. El cuarto anterior derecho (CAD) registró un 5% de cuartos positivos y un 90% de cuartos negativos. El cuarto posterior izquierdo (CPI) tuvo un 2,5% de cuartos positivos y un 97,5% de cuartos negativos. Finalmente, el cuarto posterior derecho (CPD) no presentó cuartos positivos.

Gráfico 24. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 102-203 durante la tercera semana.



En el gráfico 24 podemos ver que el cuarto anterior derecho fue el que obtuvo el mayor porcentaje de positivos con 5% de cuartos afectados, seguido de CAI y CPI ambos un porcentaje positivo a mastitis subclínica del 2,50%, mientras que el cuarto posterior derecho no presentó positivos.

Tabla 29. Conductividad eléctrica (mS/cm) registrada en vacas de 204-305 días en leche (DEL)

Semana	1 semana				2 semana				3 semana			
Cuartos	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD	CAI	CAD	CPI	CPD
n	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00
Pc	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00
Mínimo	250,00	200,00	300,00	300,00	290,00	220,00	260,00	350,00	250,00	200,00	260,00	260,00
Máximo	870,00	830,00	900,00	790,00	950,00	750,00	760,00	730,00	920,00	700,00	760,00	930,00
D.S	132,65	94,78	108,13	106,22	116,39	89,34	99,24	81,83	133,08	108,06	93,38	120,96
C.V	29,68	22,46	24,02	23,37	25,44	19,64	21,42	17,29	29,11	24,04	19,91	24,71
Media	446,92	421,89	450,26	454,62	457,44	454,86	463,33	473,33	457,18	449,46	468,97	489,49
Mediana	420,00	410,00	440,00	440,00	440,00	450,00	450,00	460,00	430,00	450,00	470,00	460,00

n: vacas evaluadas; Pc: pezones ciegos

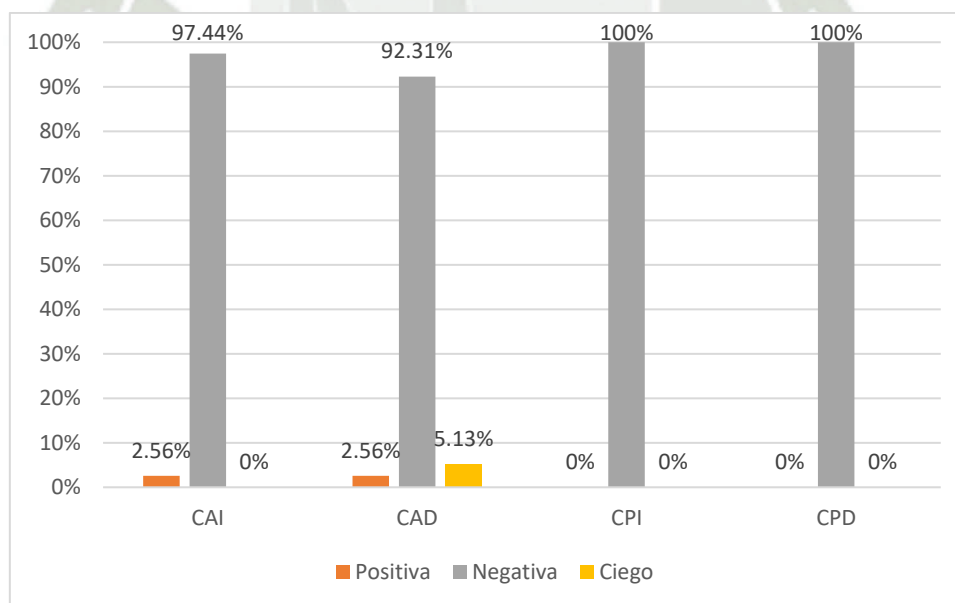
En la tabla 29 se observa que el promedio de conductividad eléctrica de los animales con 204-305 DEL para los CAI fue de $446,92 \pm 132,65$ mS/cm en la primera semana de evaluación, registrando una media de $457,44 \pm 116,39$ mS/cm en la segunda semana y de $457,18 \pm 133,08$ mS/cm en la tercera semana. En los CAD, la media fue de $421,89 \pm 94,78$ mS/cm en la primera semana, $454,86 \pm 89,34$ mS/cm en la segunda semana y $449,46 \pm 108,06$ mS/cm en la tercera semana. Los cuartos posteriores izquierdos (CPI) tuvieron un promedio de $450,26 \pm 108,13$ mS/cm en la primera semana, $463,33 \pm 99,24$ mS/cm en la segunda semana y $468,97 \pm 93,38$ mS/cm en la tercera semana. Para los CPD, los promedios fueron de $454,62 \pm 106,22$ mS/cm, $473,33 \pm 81,83$ mS/cm y $489,49 \pm 120,96$ mS/cm en la primera, segunda y tercera semana de evaluación, respectivamente.

Tabla 30. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la primera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	1	0,02	2,56	1	0,02	2,56	0	0	0	0	0	0
Negativa	38	0,97	97,44	36	0,92	92,31	39	1	100	39	1	100
Ciego	0	0	0	2	0,05	5,13	0	0	0	0	0	0
	39	1	100	39	1	100	39	1	100	39	1	100

La tabla 30 presenta el porcentaje de cuartos positivos, negativos y ciegos para mastitis subclínica en vacas con DEL de 204 a 305 durante la primera semana de evaluación. Según los datos, el cuarto anterior izquierdo (CAI) presentó un 2,56% de cuartos positivos y un 97,44% de cuartos negativos. El cuarto anterior derecho (CAD) tuvo un 2,56% de cuartos positivos y un 92,31% de cuartos negativos. El cuarto posterior izquierdo (CPI) no presentó positivos al igual que el CPD.

Gráfico 25. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la primera semana.



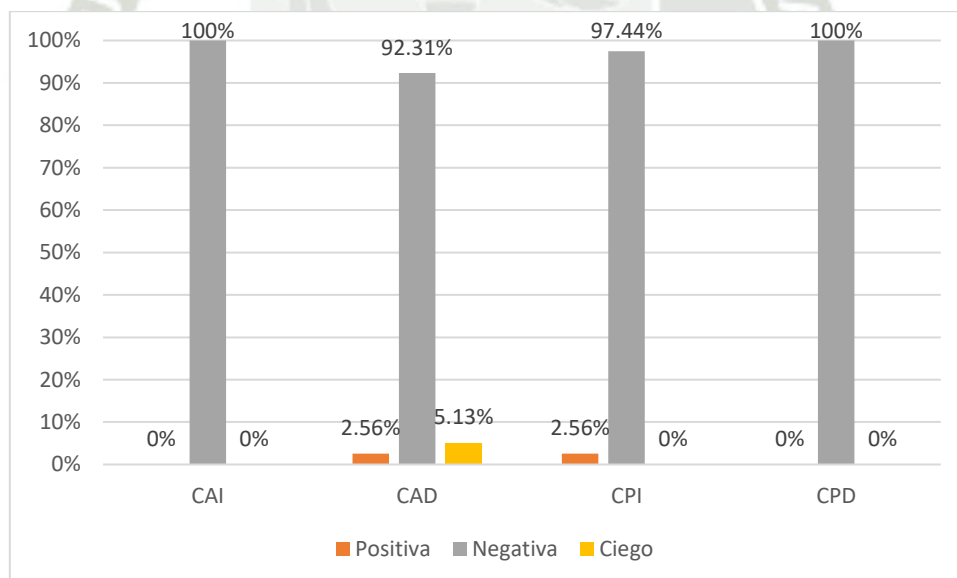
El gráfico número 24 manifiesta que, en la primera semana de evaluación, los animales con DEL de 204-305 tuvieron un 2,56% de CAI y CAD afectados por mastitis subclínica a la interpretación de la conductividad eléctrica registrada. Caso contrario, los cuartos posteriores tanto izquierdo y derecho no registraron positivos.

Tabla 31. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la segunda semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	0	0	0	1	0,02	2,56	1	0,02	2,56	0	0	0
Negativa	39	1	100	36	0,92	92,31	38	0,97	97,44	39	1	100
Ciego	0	0	0	2	0,05	5,13	0	0	0	0	0	0
	39	1	100	39	1	100	39	1	100	39	1	100

En la tabla 31 podemos ver que en la segunda semana de evaluación todos los CAI dieron negativos a mastitis subclínica después de interpretar los datos otorgados por conductividad eléctrica. Los CAD y CPI presentaron 2,56% de cuartos positivos en ambos grupos de cuartos mamarios. Y el cuarto posterior derecho al igual que el CAI, no presentó positivos a mastitis subclínica.

Gráfico 26. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la segunda semana.



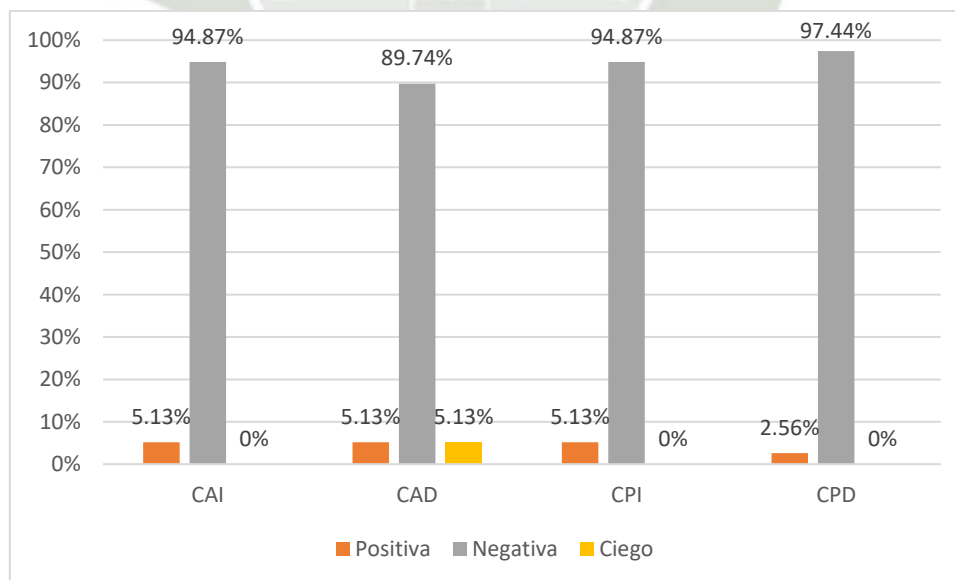
En este gráfico podemos observar que solo los cuartos anterior derecho y posterior izquierdo presentaron positivos para mastitis subclínica, una vez fueron interpretadas las lecturas de conductividad eléctrica, mientras que los cuartos anterior izquierdo y posterior derecho no presentaron positividad.

Tabla 32. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la tercera semana.

	Cuartos mamarios											
	CAI			CAD			CPI			CPD		
	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%	fi	hi	%
Positiva	2	0,05	5,13	2	0,05	5,13	2	0,05	5,13	1	0,02	2,56
Negativa	37	0,94	94,87	35	0,89	89,74	37	0,94	94,87	38	0,97	97,44
Ciego	0	0	0	2	0,05	5,13	0	0	0	0	0	0
	39	1	100	39	1	100	39	1	100	39	1	100

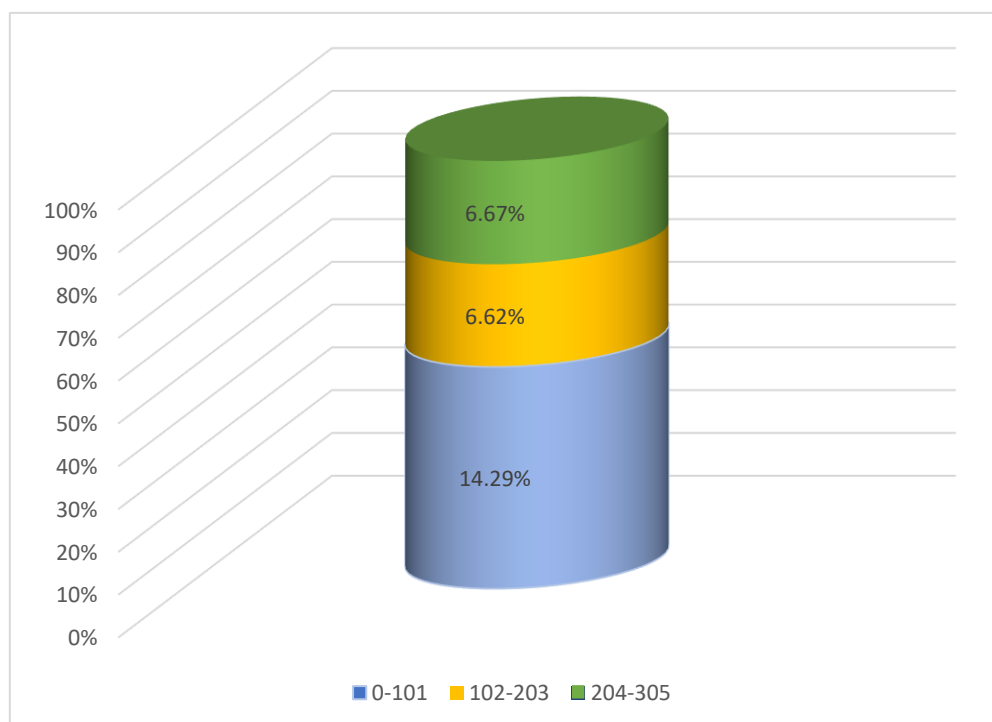
La tabla 32 presenta el porcentaje de cuartos positivos, negativos y ciegos para mastitis subclínica en vacas con días en lactación (DEL) de 204 a 305 durante la tercera semana de evaluación. Según estos datos, el cuarto anterior izquierdo (CAI) tuvo un 5,13% de cuartos positivos y un 94,87% de cuartos negativos. El cuarto anterior derecho (CAD) registró un 5,13% de cuartos positivos y un 89,74% de cuartos negativos. El cuarto posterior izquierdo (CPI) mostró un 5,13% de cuartos positivos y un 94,87% de cuartos negativos. Finalmente, el cuarto posterior derecho (CPD) presentó un 2,56% de cuartos positivos y un 97,44% de cuartos negativos.

Gráfico 27. Mastitis detectada por conductividad eléctrica en vacas con DEL de 204-305 durante la tercera semana.



En este gráfico se manifiesta que el CAI, CAD y CPI tuvieron los mayores porcentajes de positividad a mastitis subclínica en vacas con DEL de 204-305 en la tercera semana de evaluación con porcentajes de 5,13% en los tres casos. Y el menor porcentaje se obtuvo en el cuarto posterior derecho con 2,56% cuartos positivos.

Gráfico 28. Mastitis subclínica detectada por conductividad eléctrica en vacas según días en leche (DEL)



Del gráfico 28 podemos indicar que los animales con DEL de 0 – 101 presentaron el mayor porcentaje de mastitis subclínica (14,29%), seguido de 6,67% para DEL de 204 – 305 y 6,62% para DEL de 102-203.

En el estudio de Pérez, et al (2022) (45) las vacas del grupo con más de 181 días de lactancia presentaron la mayor prevalencia de mastitis subclínica ($P < 0.05$) con un 74.0%, en comparación con los otros dos grupos, que mostraron prevalencias de 64.2% para el grupo de 7 a 90 días y de 58.8% para el grupo de 91 a 180 días.

ColName	Count	Mean	Std.Dev.	Std.Err.
AI1s	118	446.5254	101.2265	9.3187
AD1s	114	436.9298	102.3885	9.5896
PI1s	118	463.0508	115.6587	10.6472
PD1s	119	455.1261	105.3313	9.6557
AI2s	118	472.2881	105.9706	9.7554
AD2s	114	472.0175	115.8285	10.8483
PI2s	118	485.1695	117.0049	10.7712
PD2s	119	474.7899	101.8461	9.3362
AI3s	118	455.1695	125.9679	11.5963
AD3s	114	453.7719	119.5892	11.2006
PI3s	118	470.0000	101.9301	9.3834
PD3s	119	475.8824	119.8899	10.9903

One-Way ANOVA Results

Source	DF	SS	MS	F	P
Between Groups	11	2.530E+005	23001.6452	1.8550	0.0411
Within Groups	1395	1.730E+007	12399.7973		
Total	1406	1.755E+007			

No existe diferencia significativa ($p=0,0411$) a un $\alpha = 0.01$, para el grado de conductividad eléctrica como método de detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros, según Nro. de lactancia y DEL.



5. Conclusiones

PRIMERA: El método de conductividad eléctrica utilizando el dispositivo DRAMINSKI 4Q demostró ser una herramienta efectiva para la detección de mastitis subclínica en bovinos lecheros de la raza Holstein. Los resultados indican una variabilidad en los niveles de conductividad eléctrica que se correlacionan con la presencia de mastitis subclínica, evidenciando su potencial utilidad en la práctica veterinaria para la detección temprana de esta condición.

SEGUNDA: Los resultados muestran que la conductividad eléctrica varía significativamente según el número de lactancias. En particular, los animales en su segunda lactancia presentaron el mayor porcentaje de mastitis subclínica (15.5%), seguidos de los de cuarta (11.71%) y tercera lactancia (11.67%). No se detectaron casos de mastitis subclínica en los animales de primera lactancia. Esto sugiere que la susceptibilidad a la mastitis subclínica puede aumentar con el número de lactancias.

TERCERA: La evaluación según los Días en Leche (DEL) reveló que los animales con 0-101 DEL mostraron el mayor porcentaje de mastitis subclínica (14.29%), seguidos por los grupos con 204-305 DEL (6.67%) y 102-203 DEL (6.62%). Estos resultados indican que los primeros 101 días en leche son críticos para la aparición de mastitis subclínica.



CAPÍTULO VI

6. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar regularmente el dispositivo DRAMINSKI 4Q para monitorear la conductividad eléctrica en vacas lecheras Holstein. Esto permitirá la detección temprana de mastitis subclínica, mejorando la salud del rebaño y reduciendo las pérdidas en la producción de leche.
- Debido a que la mayor prevalencia de mastitis subclínica se observó en vacas de segunda lactancia, se sugiere prestar especial atención a este grupo. Un monitoreo más frecuente y detallado puede ayudar a identificar y tratar la mastitis de manera temprana.
- Dado que los primeros 101 días en leche presentaron el mayor porcentaje de mastitis subclínica, se sugiere implementar un programa de vigilancia intensiva durante este período. Esto incluye el uso regular del DRAMINSKI 4Q y otros métodos de monitoreo de la salud mamaria.
- Realizar evaluaciones periódicas del rebaño, enfocándose en la conductividad eléctrica de los diferentes cuartos mamarios. Esto ayudará a identificar patrones y tendencias que puedan indicar problemas de salud mamaria.
- Continuar con la investigación sobre el uso de la conductividad eléctrica para la detección de mastitis subclínica, incluyendo estudios adicionales que exploren otros factores que puedan influir en los niveles de conductividad. Esto contribuirá a mejorar la precisión y efectividad de este método de diagnóstico.



CAPÍTULO VII

7. Referencias

1. Regueiro M. Administrador de Manuales y Documentos. [Online]. [cited 2023 Noviembre 25. Available from: https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/14343/mod_resource/content/1/II.%20Anatom%C3%ADa%20GM.pdf.
2. Yogita Pandey JTRVAPNGaD. entomoljournal. [Online].; 2018 [cited 2024 Marzo 26. Available from: <http://www.entomoljournal.com/archives/2018/vol6issue4/PartM/6-3-321-224.pdf>.
3. Salvador A, Romero L. Produccion Animal. [Online]. [cited 2023 Noviembre 25. Available from: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/110-anatomia.pdf.
4. Pandey Y, Taluja J, Vaish R, Gupta N, Kumar D. Gross anatomical structure of the mammary gland in cow. Journal of Entomology and Zoology Studies. 2018 Junio; 6(4).
5. MilkTech International. University of Wisconsin. [Online].; 2021 [cited 2024 Marzo 26. Available from: https://uwmrl.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/306/2021/08/1_TECH_1_CowIntroUdderAnatomy.pdf.
6. Boeris M, Meglia G, Genero G. Glandula Mamaria y lactacion. Libro de Texto. La Pampa: Universidad Nacional de la Pampa; 2016.
7. Alrashid I. University of Basrah. [Online].; 2019 [cited 2024 Marzo 27. Available from: <https://faculty.uobasrah.edu.iq/uploads/teaching/1683370598.pdf>.
8. OEA. Ganaderiasos. [Online]. [cited 2023 Noviembre 25. Available from: <https://ganaderiasos.com/secrecion-de-leche-por-la-ubre-de-una-vaca-lechera/>.
9. Nagy J. University of Illinois. [Online].; 2020 [cited 2024 Marzo 29. Available from: <https://ag2.kku.ac.th/eLearning/127736/Doc/ducts%20&%20cisterns.doc>.

10. E.S.A. groupe - esa. [Online]. [cited 2020 Julio 30. Available from:
https://www.groupe-esa.com/ladmec/bricks_modules/brick01/co/ZBO_Brick01_2.html.
11. Gonzalez K. Zoovet es mi pasión. [Online].; 2018 [cited 2024 Marzo 26. Available from: <https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/ubre-de-la-vaca/>.
12. Hernández F, Adirmo R. Texto guía de anatomía funcional Hernández F, Adirmo R, editors. Zulia: Santa Bárbara del Zulia; 2019.
13. Equipo Ceva Salud Animal. Ruminants. [Online].; 2022 [cited 2024 Marzo 29. Available from: <https://ruminants.ceva.pro/es/ubre-de-vaca>.
14. Tyler H. Universita degli Studi di Napoli Federico II. [Online].; 2020 [cited 2024 Marzo 29. Available from: <http://www.federica.unina.it/agraria/animal-production/milk-production/#:~:text=Secretory%20and%20duct%20system,the%20tributaries%20of%20a%20river>.
15. Boeris M, Genero G, Meglia G. glándula mamaria y lactación EdUNLPam CEDl, editor. La Pampa: EdUNLPam; 2016.
16. Paz G. Secrecion de la leche. Examen de suficiencia profesional. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos; 2014.
17. Ghezzi M, Napolitano F, Strappini A, Olmos A. Anatomía y función de la glándula mamaria en búfalas lecheras. In Guerrero I, Napolitano F, Mota D, Orihuela A. El búfalo de agua en las américas. México: B.M. Editores; 2022. p. 626-653.
18. Troncoso H. Producción Animal. [Online].; 2014 [cited 2024 Marzo 30. Available from: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/59-Produccion_Leche_y_Biosintesis.pdf.
19. Cortes C. Groupe ESA. [Online].; 2019 [cited 2024 Marzo 30. Available from: https://www.groupe-esa.com/ladmec/bricks_modules/brick01/co/ZBO_Brick01_4.html.

20. Hurley W, Loor J. Mammary Gland | Growth, Development and Involution.. Encyclopedia of Dairy Sciences. 2011; 33(4).
21. Macias H, Hinck L. Mammary Gland Development. Wiley Interdiscip Rev Dev Biol.. 2012 Agosto; 1(4).
22. Geiger A, Hovey R. Development of the mammary glands and its regulation: how not all species are equal. Anim Front.. 2023 Junio; 13(3).
23. Wattiaux M. El Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. [Online]. [cited 2024 Enero 3. Available from: <http://istphuancane.pe.tripod.com/docs/agrop/reprodvaca.pdf>.
24. Reategui J. Produccion de Vacunos. Segunda ed. Reategui J, editor. Arequipa; 2011.
25. Toca J, Gallegos M, Reveles F, Pinzón C, Saucedo J. Engormix. [Online].; 2016 [cited 2024 Enero 7. Available from: https://www.engormix.com/lecheria/manejo-reproductivo-vacas-lecheras/caracterizacion-curva-lactancia-vacas_a40038/.
26. Comercio Agropecuario RC. Datos Agropecuarios International. [Online].; 2019 [cited 2024 Enero 8. Available from: <https://www.facebook.com/comercioagropecuariorc/photos/a.157899324400507/1130564833800613/?type=3>.
27. Krishnamoorthy P, Goudar A, Suresh K. Global and countrywide prevalence of subclinical and clinical mastitis in dairy cattle and buffaloes by systematic review and meta-analysis. Research in Veterinary Science. 2021 Mayo; 136(1).
28. Hundera S, Ademe Z, Sintayehu A. Dairy cattle mastitis in and around Sebeta, Ethiopia. International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine. 2005; 3(4).
29. Vidlund J,GBD,SS,cFI,DC,DC,&DOK. Pathogenesis, diagnosis, control, and prevention of bovine staphylococcal mastitis. Mastitis in Dairy Cattle, Sheep and Goats. 2022 Marzo; 35(1).

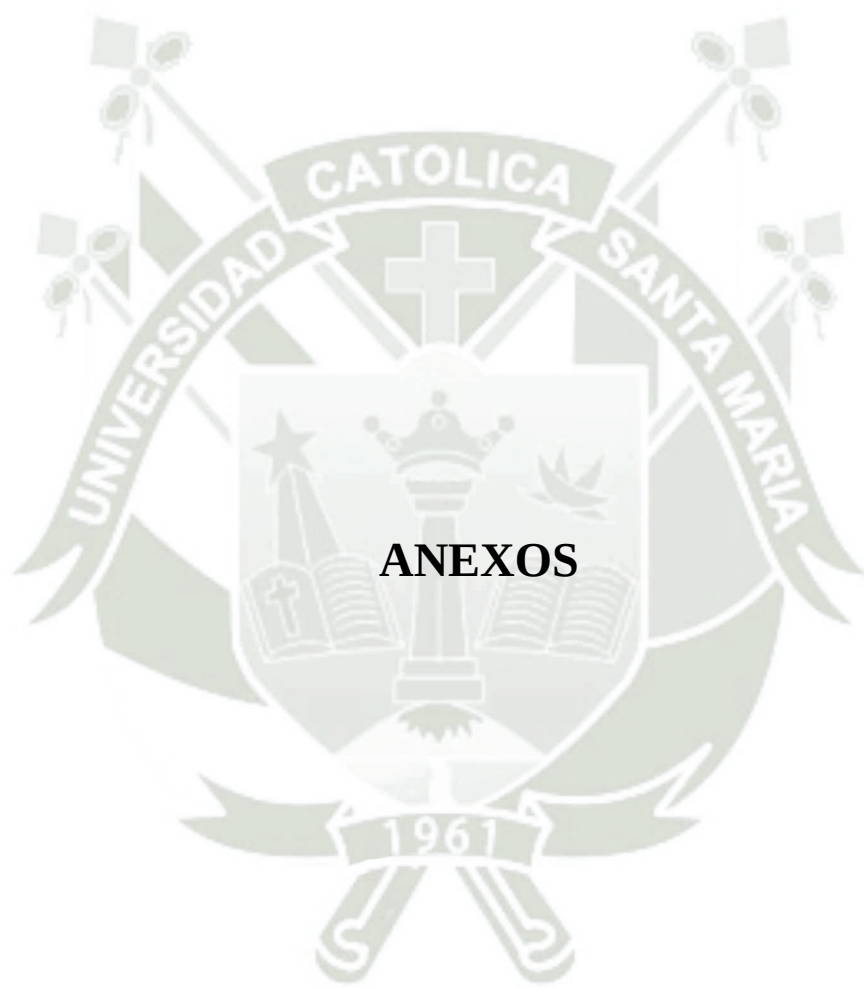
30. Anderson D, Hull B, Pugh D. Diseases of the Mammary Gland. In Pugh B, editor. Sheep & Goat Medicine.; 2002. p. 341-358.
31. Ruegg P. Journal of dairy science. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. 2017; 100(12).
32. Kibebew K. Bovine Mastitis: A Review of Causes and Epidemiological Point of View. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare. 2017; 7(2).
33. Quinn P, Markey B, Carter M. Veterinary Microbiology and Microbial Diseases. Primera ed. Company BP, editor.: Blackwell Science Ltd; 2002.
34. López J. Ciencia Veterinaria. [Online].; 2014 [cited 2024 Enero 13. Available from: <https://cienciaveterinaria.com/mamitis-bovina-patogenia-y-manifestaciones-clinicas/>.
35. Wattiaux M. Dairyadmin. [Online].; 2014 [cited 2024 Enero 9. Available from: https://nydairyadmin.cce.cornell.edu/uploads/doc_94.pdf.
36. Ashraf A, Imran M. Diagnosis of bovine mastitis: from laboratory to farm. Tropical Animal Health and Production. 2018 Junio; 50(1).
37. El-Sayed A, Awad W, Abdou N, Vázquez H. Molecular biological tools applied for identification of mastitis causing pathogens. International Journal of Veterinary Science and Medicine. 2017 Diciembre; 5(2).
38. Adkins P, Middleton J. Methods for Diagnosing Mastitis. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 2018 Noviembre; 34(3).
39. Bedolla C. Métodos de detección de la mastitis bovina (Methods of detection of the bovine mastitis). Redvet. 2007 Setiembre; 15(6).
40. Pal M, Regasa A, Gizaw F. Etiology, pathogenesis, risk factors, diagnosis and management of bovine mastitis: a comprehensive review. International Journal. 2019 Julio; 6(1).
41. Gökhan G. Use of milk's electrical conductivity in the detection of mastitis. BIO Web of Conferences. 2024 Marzo; 85(10).

42. Roca A. Estudio de la conductividad eléctrica de la leche de oveja Manchega como método de detección de mamitis.. Tesis doctoral. Orihuela: Universidad Miguel Hernandez, Departamento de Tecnología Agroalimentaria; 2017.
43. Shagufta F, Eram H, Hafsa N, Spozhmai B, Shanza L, Sidra L. Determination of mastitis by measuring milk electrical conductivity.. Int. J. Adv. Res. Biol. Sci. 2016; 3(10).
44. Draminski Electronica. Agricultura. [Online].; 2022 [cited 2024 Enero 20. Available from: www.draminski.es.
45. Pérez R, Padilla F, Gonzalez H. Factores asociados a la prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino de doble propósito. Abanico Veterinario. 2022 Diciembre; 12(1).
46. Díaz D, Martínez F. Determinación de la incidencia de mastitis bovina en dos fincas de la comarca Piedra Sembrada, Camoapa, departamento de Boaco, en el periodo de febrero-abril 2020. Tesis. Camoapa: Universidad Nacional Agraria; 2020.
47. Quilapanta A. Diagnóstico de mastitis subclínica mediante tres métodos para el control y tratamiento en vacas Holstein. Tesis. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2021.
48. Meza A, Flores E. Determinación de la prevalencia de mastitis bovina a través del método de conductividad eléctrica (DRAMINSKI MASTITIS DETECTOR) en 4 fincas de la comarca Panamérica, Camoapa, departamento de Boaco, noviembre 2018. Tesis de grado. Camoapa: Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa; 2019.
49. Díaz T. Determinación de la prevalencia de mastitis en vacas Holstein mestizas de la asociación Asopropem del Catón Patate. Tesis. Riobamba: Escuela Superior Politecnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2022.
50. Martinez G. Prácticas de ordeño y Prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras que abastecen al centro de acopio ULDESA del municipio El Sauce en el departamento de León Septiembre – Noviembre 2011. Tesis. León: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Escuela de Medicina Veterinaria; 2012.

51. Chasi E. Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad de Muyurco, Cayambe-Ecuador. Tesis. Quito: Universidad Politecnica Salesiana; 2015.
52. Celis E. Epidemiología de la Mastitis Subclínica de la vaca lechera en el Departamento de Chiquimula. Investigación. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala , Programa Universitario de Investigación Recursos ; 2017.
53. Condori A. “Prevalencia y factores de riesgo de mastitis subclínica en vacunos brown suis del distrito de Umachiri - Melgar". Tesis. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2017.
54. Avellán R, Zambrano M, De La Cruz L, Cedeño C, Delgado M, Rezabala P, et al. Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino, mediante la prueba California. Revista Amazónica y Ciencia y Tecnología. 2019 Abril; 8(1).
55. Santivañez C, Gomez O, Cárdenas L, Escobedo M, Bustinza R, Peña J. Prevalencia y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes peruanos. Veterinaria y Zootecnia. 2014; 7(2).
56. Arce E, Fernandez F, Vasquez A, Sessarego J. Evaluación de la calidad de leche en una asociación de pequeños ganaderos en la sierra norte de lima - Perú. Peruvian Agricultural Research. 2022 Octubre; 4(2).
57. Google Maps. Google. [Online]. [cited 2023 Noviembre 1. Available from: <https://www.google.com/maps/place/La+Joya/@-16.7229678,-71.9861797,12z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x9143d91d7079f815:0x83f46559f02b7f05!8m2!3d-16.7300002!4d-71.8808499!16s%2Fm%2F043l45q?entry=ttu>.
58. SENASA PERU. Senasa. [Online].; 2020 [cited 2024 Noviembre 1. Available from: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/arequipa-identificacion-de-animales-beneficia-a-la-ganaderia-familiar/#:~:text=De%20acuerdo%20la%20informaci%C3%B3n%20de,443%20ca bezas%20de%20ganado%20respectivamente>.

59. Montero R, Ortiz J, Burela E. Determinación de mastitis subclínica en vacas. Tesis. Santa Cruz: U.A.G.R.M, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootenia; 2002.
60. Elizondo J. Mastitis en novillas de primer parto. Revista UTN Informa al Sector Agropecuario. 2012; 64(61).





ANEXOS

Anexo 01. Ubicación del Establo “Mis Tres Tesoros” - Majes



Fuente: Google Maps (57)



Anexo 02. Hoja de Control

HOJA DE CONTROL – ANOTACION DE RESULTADOS DRAMINSKI



Establo: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Responsable: _____

VACA		CUARTOS				DEL	N° LACTACION			
N°	Código	CAI	CAD	CPI	CPD		1	2	3	4
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										

Anexo 03. Matriz de datos

VACA	SEMANA											
	1 semana				2 semana				3 semana			
	AI	AD	PI	PD	AI	AD	PI	PD	AI	AD	PI	PD
373	490	420	520	460	200	340	190	350	190	330	180	340
374	450	510	570	590	400	520	550	540	350	370	300	400
377	520	500	510	480	410	380	380	410	410	400	470	490
386	400	400	510	440	440	540	460	460	450	530	500	450
393	510	450	440	480	430	440	430	430	450	340	510	590
420	440	530	450	490	410	360	340	460	600	890	630	640
451	400	420	420	430	460	450	430	450	350	370	380	390
456	450	CIEGO	370	420	480	CIEGO	430	410	420	CIEGO	410	300
461	400	220	350	360	430	380	390	320	420	330	700	430
471	330	360	360	420	390	440	430	440	390	380	390	460
485	520	450	440	450	370	490	390	390	310	280	380	350
499	440	380	440	430	500	440	650	540	370	480	410	470
509	460	490	380	540	330	350	300	420	430	470	370	440
512	480	400	670	480	410	340	500	420	610	480	490	520
534	460	390	450	450	420	490	410	420	400	380	400	370
541	440	450	420	440	430	520	400	420	330	380	470	450
548	460	420	430	510	430	240	430	350	250	220	420	430
567	570	460	430	510	460	430	420	500	450	410	430	430
574	390	CIEGO	470	500	420	CIEGO	420	500	380	CIEGO	420	410
601	350	370	360	370	250	250	470	370	190	300	400	360
603	410	420	410	420	950	750	490	550	530	700	530	460
604	390	430	440	410	580	520	580	520	580	700	520	930
608	360	370	410	410	560	500	470	560	400	400	390	450
630	620	550	580	510	620	550	590	550	410	570	560	490
637	410	420	420	430	460	450	410	410	490	400	510	420
639	450	310	260	200	350	230	300	200	380	360	360	310
640	510	500	450	550	500	350	430	430	310	260	350	300
644	390	420	420	460	570	420	370	460	390	470	250	490
649	720	500	600	650	810	580	630	690	700	760	840	830
650	380	380	380	470	540	360	610	510	620	240	320	420
651	330	370	310	210	400	860	470	200	500	800	640	200
658	370	600	380	420	380	520	400	520	620	520	380	540
664	350	350	340	350	350	430	340	360	440	460	570	530
671	430	520	550	520	470	540	580	520	670	650	640	580
675	430	410	420	410	390	420	480	550	490	520	410	610
692	870	510	590	650	520	500	760	590	500	400	480	460
694	510	700	910	800	500	920	900	650	870	830	650	510
704	310	450	460	430	550	400	490	490	700	580	530	530
709	320	360	400	430	450	420	400	430	520	520	470	510
712	570	340	430	440	290	220	340	370	350	300	420	460
716	490	450	520	750	500	510	500	500	780	630	500	590
719	430	410	400	530	510	520	480	490	440	400	350	380
720	410	510	490	530	440	510	460	710	340	430	580	420
733	400	370	410	450	540	540	570	520	330	380	430	430
735	730	830	500	500	420	450	550	470	480	510	530	500
744	250	200	310	300	440	320	350	350	410	370	390	440
745	380	420	400	420	370	360	360	430	380	370	370	360
746	490	410	470	560	480	380	310	320	400	510	530	510
749	460	450	420	770	460	410	420	460	320	390	400	380
753	360	410	400	390	370	370	380	400	400	510	530	510
754	380	430	480	450	450	480	450	490	410	530	440	430
758	550	500	540	450	440	490	500	610	480	590	460	450
767	420	410	460	480	410	440	450	430	420	390	460	470
769	580	460	560	540	440	510	600	580	430	440	410	450
770	480	490	470	440	510	400	550	310	460	450	490	480
771	310	450	660	590	340	450	530	570	350	360	380	380
777	450	480	510	450	320	410	260	570	460	500	260	490
781	370	360	340	350	400	450	430	440	460	500	500	590
782	420	370	410	390	510	490	560	560	500	450	580	570
813	370	320	440	380	420	340	560	510	380	350	480	550
816	430	350	410	350	530	440	420	510	460	460	480	560
817	360	260	430	420	450	350	500	390	440	440	450	450

VACA	SEMANA											
	1 semana				2 semana				3 semana			
	AI	AD	PI	PD	AI	AD	PI	PD	AI	AD	PI	PD
818	410	420	430	420	460	530	580	520	390	550	630	410
826	350	350	380	450	500	460	410	580	410	440	430	490
827	360	330	390	360	520	490	430	440	340	390	360	340
828	380	520	520	480	390	530	550	550	390	440	550	490
831	370	270	360	330	400	380	390	400	410	330	450	560
3356	450	CIEGO	500	450	440	CIEGO	520	500	570	CIEGO	540	520
3383	370	340	400	360	370	350	410	390	300	300	420	400
3425	340	390	390	460	420	410	410	370	380	410	370	370
3478	840	CIEGO	610	530	390	CIEGO	410	400	290	CIEGO	420	590
3489	400	420	400	420	520	400	420	440	390	400	450	530
3492	370	370	450	390	440	400	440	530	410	370	380	390
3514	430	440	420	390	460	500	610	510	430	420	490	390
3520	430	470	520	500	450	470	450	510	490	470	410	570
3522	450	370	400	190	460	260	520	230	400	240	430	190
3540	370	380	420	470	410	440	390	490	360	360	400	330
3552	380	320	300	310	430	510	450	500	250	200	380	310
3558	420	430	450	400	420	430	450	400	380	360	420	410
3577	310	360	310	330	480	560	410	400	550	570	540	580
3634	450	410	410	440	390	460	410	450	480	390	370	420
3639	310	320	300	320	520	550	430	420	310	300	280	260
3704	440	450	CIEGO	430	580	730	CIEGO	850	440	450	CIEGO	430
3710	510	490	520	440	390	370	480	420	390	450	420	410
3719	430	440	900	420	430	430	630	400	410	420	410	430
3727	440	510	550	460	590	580	560	490	390	410	520	530
3737	390	410	430	480	470	570	520	480	430	370	430	670
3747	370	360	480	440	410	430	490	390	550	580	530	550
3760	610	410	900	790	470	440	480	440	530	520	760	730
3779	470	490	470	550	370	370	370	370	480	470	540	570
3800	380	390	380	360	510	390	410	410	370	440	390	350
3806	450	590	450	480	540	380	480	480	390	410	400	420
3822	390	390	430	400	430	650	520	470	310	250	380	360
3835	360	390	360	360	410	550	390	400	430	400	440	410
3893	490	450	380	430	760	390	470	530	450	550	510	460
3900	410	400	490	230	410	400	500	200	460	530	520	200
3910	430	520	450	410	460	540	590	460	920	480	600	680
3929	330	250	350	360	450	480	450	530	400	410	640	510
3944	410	410	390	390	680	510	490	580	490	450	430	570
3955	400	400	390	390	390	390	370	400	430	380	460	410
3980	430	460	450	400	630	440	640	580	450	460	510	450
3986	490	450	460	460	510	490	540	500	580	550	560	520
3995	400	430	480	500	500	560	580	560	460	560	600	450
3999	550	410	450	480	560	540	490	730	860	520	520	600
4006	590	610	560	680	460	590	610	490	540	480	420	540
4028	420	CIEGO	460	430	420	CIEGO	450	450	500	CIEGO	560	650
4050	420	430	440	420	490	450	500	490	390	440	430	550
4057	470	990	470	790	710	610	510	680	520	590	640	540
4073	660	440	490	430	630	630	860	610	490	510	450	440
4077	590	640	490	490	750	720	950	590	450	580	590	670
4087	590	460	420	440	520	450	430	500	760	460	650	580
4102	480	470	440	460	520	750	640	560	730	470	500	480
4105	CIEGO	480	990	500	CIEGO	600	760	500	CIEGO	470	530	430
4107	510	510	500	470	670	670	620	520	600	510	480	930
4120	430	490	490	480	580	510	480	550	500	450	470	520
4136	680	490	640	540	510	530	530	590	420	430	460	420
4139	500	550	630	570	510	550	660	580	500	600	570	580
4140	530	470	420	440	630	520	550	460	570	500	420	440
4148	440	500	500	450	450	510	510	450	440	500	520	460